



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento

Área de Conocimiento

TRABAJO FIN DE GRADO

Línea aéreo/subterránea 20 kV S/C para electrificación P.P.S.U.S. MOT8 en término municipal de Motril (Granada)

Grado en ingeniería eléctrica

Autor: JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Tutor: RUIZ GONZÁLEZ ANTONIO FRANCISCO

MÁLAGA, Diciembre de 2.025

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 2

Contenido

DOCUMENTO NUMERO 1 MEMORIA..... 14

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN..... 14

2. Objeto 14

3. Alcance 15

4. Normas y referencias 16

 4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas..... 16

 4.2 Programas de cálculo 17

 4.3 Plan de gestión de la calidad 18

 4.4 Bibliografía 18

 4.5. Otras referencias 18

5. Emplazamiento 18

6. Previsión de potencia..... 19

 6.1 Potencias previstas en parcelas. 19

 6.2 Potencias previstas en líneas de baja tensión..... 20

 6.3. Potencias previstas en centros de transformación 20

 6.4. Potencia prevista en líneas de media tensión (U n kV). 20

 6.5. Potencia prevista en subestaciones AT/MT..... 20

7. Requisitos de diseño..... 21

8. Configuración general..... 23

 Características eléctricas finales..... 24

9. ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN 24

 9.1 Cable aislado de potencia 24

 9.2 Terminaciones..... 25

 Terminaciones enchufables para celdas de media tensión..... 25

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 3

Terminaciones contráctiles en frío	25
9.3 Empalmes	25
9.4 Pararrayos.....	26
9.5 Protección mecánica y elementos complementarios	26
9.6 Consideraciones de puesta a tierra.....	26
10. Canalización subterránea.....	27
10.1 Trazado y disposición	27
Características constructivas	28
Arquetas y registros	28
Seguridad y señalización	29
10.2 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	29
10.3 CLASE DE ENERGÍA.....	29
10.4 MATERIALES	29
10.5 CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA.....	30
10.6 PUESTA A TIERRA.....	30
11. Características eléctricas de la Instalación.....	30
11.1 Configuración eléctrica	30
11.2 Nivel de aislamiento MT.....	31
11.3 Nivel de aislamiento en BT	31
11.4 Potencia de transformación	32
11.5 Intensidad nominal en MT.....	32
11.6 Corriente de cortocircuito.....	32
12. Conductores	32
12.1 Conductores de los tramos subterráneos	33
12.2 Conductores de los tramos aéreos	33

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 4

Características del conductor LA-110	34
12.3 Accesorios y empalmes	34
13. Conversión de línea aérea a subterránea	35
13.1 Conversión subterránea–aérea en Camino Patria	35
13.2 Conversión aérea–subterránea en Avenida Nuestra Señora de la Cabeza 36	
13.3 Consideraciones de diseño y seguridad	36
14. Puesta a tierra de la línea subterránea de media tensión	36
14.1 Configuración general del sistema de tierras	37
14.2 Elementos del sistema	37
14.3 Coordinación con el sistema de protección	38
14.4 Verificación y mantenimiento	38
15. Elementos de las línea aerea de MT	38
15.1 Apoyos	38
15.1.1 Tipologías de apoyo	39
Apoyos de alineación (AL-AM)	39
Apoyos de ángulo y amarre (AN-AM)	40
15.2 ARMADOS	40
15.2.1 Semicrucetas atirantadas	40
15.2.2 Crucetas de bóveda	41
15.2.3 Dimensiones de los apoyos y armados	41
15.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS	42
Comportamiento mecánico en los vanos	42
15.4 AISLAMIENTO LAMT	43
15.5 CABLES ADSS	44

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 5

15.6	HERRAJES.....	45
15.6.1	Herrajes para ADSS.....	46
15.7	EMPALMES.....	47
15.8	PIEZAS DE CONEXIÓN.....	48
15.8.1	Terminales.....	48
15.8.2	Derivaciones.....	49
15.9	CAJAS DE EMPALME ADSS.....	49
15.10	DISPOSITIVOS ANTIESCALAMIENTO.....	50
15.11	ACCESORIOS.....	51
15.11.1.1	Amortiguadores del conductor.....	51
15.11.2	Amortiguadores ADSS.....	52
15.11.3	Protección avifauna.....	52
15.11.4	Balizas.....	52
15.11.5	Placas de señalización.....	53
15.12	APARAMENTA.....	53
15.13	PROTECCIONES.....	54
16.	CIMENTACIONES.....	54
16.1	Tipología de cimentaciones.....	55
16.2	Parámetros de diseño.....	55
16.3	Cálculo y dimensionamiento.....	56
16.4	Materiales empleados.....	56
16.5	Proceso constructivo.....	57
16.6	Control de calidad.....	57
17.	PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	57
17.1	Electrodos de Puesta a Tierra.....	59

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 6

17.2	Línea de Tierra.....	60
17.3	Clasificación de los apoyos según su ubicación	62
17.4	Sistemas de puesta a tierra	63
17.4.1	Apoyos no frecuentados.....	63
17.4.2	Apoyos frecuentados.....	64
17.4.3	Medidas adicionales de seguridad	64
18.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA	65
19.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	66
19.1	Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas	67
19.2	Distancia de los conductores eléctricos entre sí	68
19.3	Distancias del cable de fibra óptica autosoportado (ADSS) y de sus herrajes en el apoyo	69
19.4	Distancia de la línea al terreno	70
19.5	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación	71
19.5.1	Cruzamientos	72
19.5.2	Paralelismos.....	73
19.6	Distancia a carreteras	73
19.6.1	Cruzamientos	74
19.7	Distancias a ferrocarriles sin electrificar.....	75
19.7.1	Cruzamientos	75
19.8	Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.....	76
19.8.1	Cruzamientos	76
19.9	Distancias a teleféricos y cables transportados	77
19.10	Distancias a ríos y canales, navegables o flotables.....	77
19.10.1	Cruzamientos	78

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 7

19.10.2	Paso por bosques y masas de arbolado	78
19.11	Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas	78
20.	CT Edificio Prefabricado en Superficie	79
20.1	Ubicación y Accesos	79
20.1.1	Accesos en PFU-7 (Centros de Transformación de Abonado)	80
20.1.2	Accesos en PFU-5	80
20.1.3	Accesos en PFU-4	80
20.2	Dimensiones	81
20.2.1	Modelo PFU-7/20	81
	Dimensiones exteriores.....	81
	Dimensiones interiores.....	81
	Características adicionales	81
20.2.2	Modelo PFU-5	81
	Dimensiones exteriores.....	81
	Características adicionales	81
20.2.3	Modelo PFU-4	82
	Dimensiones exteriores.....	82
	Dimensiones interiores.....	82
	Características adicionales	82
21.	Características eléctricas de la instalación.....	82
21.1	Configuración eléctrica	83
21.1.1	Centros PFU-4	83
21.1.2	Centros PFU-5	84
21.1.3	Centros PFU-7	84
21.2	Nivel de aislamiento en MT.....	84

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 8

21.3	Nivel de aislamiento en BT	85
21.4	Potencias de transformación	85
21.4.1	Centros PFU-4	85
21.4.2	Centros PFU-5	85
21.4.3	Centros PFU-7	86
21.5	Intensidad nominal en MT.....	86
21.6	Corriente de cortocircuito.....	86
22.	Características de la obra civil.....	86
22.1	Cimentación.....	87
22.2	Envolverte prefabricada	87
22.3	Accesos	88
22.4	Ventilación	88
22.5	Canalizaciones.....	88
22.6	Placa piso	88
	Integración con el entorno.....	88
22.7	Cimentación del CT prefabricado.....	89
22.7.1	Excavación	89
	PFU-4.....	89
	PFU-5.....	89
	PFU-7/20.....	89
22.7.2	Base y hormigón.....	90
22.7.3	Colocación del prefabricado y remates.....	90
22.8	Elementos constructivos	90
	Solera.....	90
	Forjado	91

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 9

Paramentos interiores	91
Paramentos exteriores	91
Suelo.....	91
Techo	91
Elementos metálicos	92
Canalización para cables	92
Losa flotante anti-vibratoria	92
Depósito de recogida de aceite	92
Carpintería y cerrajería	93
Puertas de acceso	93
Rejas de ventilación	93
Equipotencialidad, piso y mallazo	94
Tubos de entrada y salida de conductores.....	94
Pantallas de protección	95
23. Instalación eléctrica	95
23.1 Líneas de alimentación en Media Tensión.....	96
23.2 Celdas de distribución secundaria	96
23.2.1 Centros PFU-4 (1 transformador).....	96
23.2.2 Centros PFU-5	96
23.2.3 Centros PFU-7	96
Equipamiento común de las celdas	97
23.3 Transformadores.....	97
23.3.1 Centros PFU-4	97
23.3.2 Centros PFU-5	97
Centros PFU-7	98

23.4	Equipamiento común de los transformadores.....	98
23.5	Puentes de Baja Tensión	99
23.6	Cuadros de Baja Tensión	99
24.	Protecciones.....	99
24.1	Protección contra sobreintensidades	99
24.2	Protección térmica del transformador	100
24.3	Protección contra cortocircuitos	100
24.4	Protección contra sobretensiones en MT	101
25.	Instalación de puesta a tierra	101
25.1	Diseño de la instalación de puesta a tierra	101
25.2	Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra.....	102
25.3	Electrodos de puesta a tierra	102
25.4	Líneas de puesta a tierra	103
25.5	Ejecución de la puesta a tierra general.....	104
25.6	Ejecución de la puesta a tierra de neutro.....	104
25.7	Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto	105
26.	Sistema de Telegestión	106
27.	Sistema de Medida.....	107
28.	Sistema de Telemando.....	108
28.1	Condiciones generales del telemando	108
28.2	Operación en local y remoto	109
28.3	Señalización a distancia	109
29.	Seguridad y Salud	110
30.	Campos magnéticos.....	111

31.	Protección contra incendios	111
31.1	Extintores móviles	112
32.	Ventilación	113
33.	Insonorización y medidas antivibraciones	114
33.1	Insonorización	114
33.2	Medidas antivibraciones	114
34.	Protección contra la contaminación	115
34.1	Protección del centro frente a la contaminación exterior	115
34.2	Protección del entorno frente a la contaminación generada por el centro 116	
34.3	Mantenimiento preventivo para evitar contaminación	116
35.	Señalización y material de seguridad	117
35.1	Señalización	117
35.2	Material de seguridad	117
36.	CONCLUSION	118
	Anejo Calculos justificativos	119
	Anejo Cálculos Justificativos Red de M.T.	119
	Anejo justificativo calculo mecanico red aerea	139
	Anejo justificativo calculo transformadores	184
	Calculos centro de transformación doble 630 kVA	184
	Calculos centros de transformación 630 kVA	206
	Anejo estudio de campos magnéticos	226
	Anejo separatas	250
	Anejo gestión residuos	254
	Anejo documento evaluación ambiental simplificado	272

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 12

DOCUMENTO NUMERO 2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	323
1. DOCUMENTO NUMERO I MEMORIA.....	323
2. DOCUMENTO NUMERO II PLANOS	323
3. DOCUMENTO NUMERO III PLIEGO DE CONDICIONES	323
4. DOCUMENTO NUMERO IV MEDICIONES Y PRESUPUESTO	323
DOCUMENTO NUMERO 3 PLIEGO DE CONDICIONES	396
1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	396
2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS	396
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	396
4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN	396
5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS.....	396
DOCUMENTO NUMERO 4 PRESUPUESTOS	483
1. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.....	483
2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	483
DOCUMENTO NUMERO 5 PLANOS	499
1. EMPLAZAMIENTO	499
2. PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN	499
2.1 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN	499
2.2 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN	499
2.3 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN	499
2.4 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN	499
3. ESQUEMA UNIFILAR RED SUBTERRANEA DE M.T.	499
4. CANALIZACIONES	499

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 13

5.	CONVERSIÓN SUBTERRANEA AEREA	499
6.	TAPAS Y ARQUETAS.	499
7.	PERFIL DE LAMT.	499
8.	SEPARATA VANO 12.....	499
8.1	SEPARATA VANO 13	499
9.	CIMENTACIONES APOYOS CELOSÍA.....	499
10.	CADENAS DE AISLADORES.....	499
11.	CRUCETAS PARA APOYOS DE CELOSIA	499
12.	ARMADO TRIANGULO	499
13.	APOYO METALICO CRUCETA TRIANGULO CON CONVERSIÓN AEREA SUBTERRANEA.....	499
14.	HERRAJES PARA EL CABLE	499
15.	PUESTA A TIERRA	500
16.	DETALLES ANTIESCALO.....	500
17.	DETALLE DE SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL.....	500
18.	CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (1 TRAFO) .	500
19.	CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (2 TRAFO).	500
20.	CT ABONADO DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (2 TRAFO).	500
21.	DISTRIBUCION DE TRANSFORMADORES EN ANILLO SECCIONAMIENTO CON LMT REMARRO.....	500
22.	RED DE TIERRAS.....	500
23.	DIAGRAMA UNIFILAR C.T. DOBLE.....	500
24.	DIAGRAMA UNIFILAR C.T. ABONADO	500
25.	ESQUEMA DE CONEXIÓN SERVICIOS AUXILIARES.....	500
26.	EXCAVACIÓN C.T.....	500

DOCUMENTO NUMERO 1 MEMORIA

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

La elaboración del presente proyecto surge de la necesidad de dotar de suministro eléctrico en media tensión al nuevo desarrollo urbanístico SUS MOT-8, ubicado en el término municipal de Motril (Granada). La expansión prevista en esta zona del municipio ha generado un incremento notable de la demanda eléctrica, que no puede ser atendido mediante la infraestructura existente, dimensionada para cargas muy inferiores a las proyectadas.

Los estudios previos realizados por la empresa distribuidora ponen de manifiesto la conveniencia de reforzar la red de 20 kV mediante la ejecución de una nueva línea de media tensión que permita atender las necesidades del nuevo sector y, de forma paralela, mejorar la capacidad de maniobra de la red al completar el cierre del anillo de distribución actualmente operativo en el área.

Con este objetivo, se plantea una infraestructura con trazado mixto. El **tramo subterráneo** se inicia en la Subestación Celulosa y discurre hasta la calle **Camino Patria**, punto en el que se produce la transición a una configuración aérea. El **tramo aéreo** continúa desde Camino Patria hasta el final de la **Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, donde la línea vuelve nuevamente a disposición subterránea. A partir de este punto, la conducción continúa enterrada a lo largo de la **Avenida Costa Tropical**, dando servicio a los futuros centros de transformación previstos y finalizando en la ubicación destinada al nuevo **centro de seccionamiento**, elemento clave para el cierre del anillo y para la explotación operativa de la red.

La actuación se integra dentro de la planificación de la red de distribución, destinada a reforzar la capacidad de suministro, minimizar caídas de tensión y garantizar los niveles de calidad establecidos por la normativa y por los criterios internos de la compañía distribuidora (TIEPI, NIEPI y continuidad de servicio).

En definitiva, los antecedentes que justifican este proyecto responden a la necesidad de ampliar y reforzar la red de media tensión en la zona sur de Motril, posibilitar la alimentación del desarrollo SUS MOT-8 y mejorar la fiabilidad del sistema eléctrico municipal mediante un esquema de red con mayor robustez y capacidad de redistribución de cargas.

2. Objeto

El presente proyecto tiene por objeto definir y justificar técnicamente las obras necesarias para dotar de suministro eléctrico en media tensión al desarrollo urbanístico **SUS MOT-8**, situado en el término municipal de Motril (Granada). La actuación establece las condiciones de diseño, ejecución y seguridad para la

construcción de una nueva línea de distribución a **20 kV**, prevista para atender una potencia demandada de **4.507 kVA**, garantizando en todo momento los requisitos de continuidad y calidad de suministro establecidos por la normativa vigente y por la empresa distribuidora.

La infraestructura proyectada parte de la **Subestación Celulosa**, ubicada en la calle Camino de las Algaidas, donde se habilitará una nueva celda de salida en barras de 20 kV. Desde este punto se desarrolla un **tramo subterráneo** que discurre hasta la calle **Camino Patria**, lugar en el que la línea pasa a configuración aérea. El **tramo aéreo** se extiende por la Rambla de las Brujas y continúa por la **Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, retomando posteriormente el trazado **subterráneo** en las proximidades de dicha avenida.

A partir de este punto, la conducción enterrada avanza a lo largo de la **Avenida Costa Tropical**, donde se realizará la alimentación de los centros de transformación previstos. El proyecto finaliza en la implantación de un **nuevo centro de seccionamiento subterráneo**, ubicado junto al transformador proyectado, elemento destinado a mejorar la maniobrabilidad y a completar el cierre del anillo de distribución de forma soterrada.

El presente documento recoge los criterios de dimensionamiento de la línea, la selección de materiales, los procedimientos constructivos y las medidas de seguridad que deberán aplicarse durante la ejecución, todo ello conforme a la reglamentación vigente y a las prescripciones técnicas de la empresa distribuidora.

3. Alcance

El presente proyecto abarca el conjunto de actuaciones necesarias para el diseño, ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de media tensión destinadas a suministrar energía al desarrollo urbanístico **SUS MOT-8**, situado en el término municipal de Motril (Granada).

La actuación comprende el desarrollo integral de una **línea de distribución a 20 kV**, cuyo origen se sitúa en la **Subestación Celulosa**, ubicada en la calle Camino de las Algaidas, donde se habilitará una nueva celda de salida en barras de media tensión. Desde este punto, el trazado adopta inicialmente una configuración **subterránea**, discuriendo hasta la calle **Camino Patria**, donde la línea pasa a disposición **aérea**.

El **tramo aéreo** se extiende **desde Camino Patria hasta la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, retomando posteriormente la configuración **subterránea** en las inmediaciones de dicha avenida. A partir de este punto, la línea enterrada avanza por la **Avenida Costa Tropical**, donde se realizará la alimentación de los centros de transformación previstos y la implantación de un **nuevo centro de seccionamiento subterráneo**, que constituye el punto final de la actuación y permitirá completar el **cierre del anillo de distribución** en este sector del municipio.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 16

El proyecto incluye la definición técnica y el dimensionamiento de todos los elementos que forman parte de la instalación:

- Conductores, apoyos y herrajes correspondientes al tramo aéreo.
- Canalizaciones, arquetas y cruces de servicios para el tramo subterráneo.
- Celdas de línea y seccionamiento.
- Equipos de protección, medida y maniobra.
- Criterios de montaje, procedimientos de puesta en servicio y verificaciones finales.

Asimismo, se recogen todas las prescripciones técnicas necesarias para garantizar que la instalación cumple la normativa eléctrica aplicable, las disposiciones de seguridad industrial y medioambiental, y los requisitos establecidos por la empresa distribuidora.

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Para la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta la reglamentación vigente y las normas aplicables a las instalaciones eléctricas de media tensión, conforme a la legislación estatal y autonómica, así como a las especificaciones técnicas particulares de **Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**

Entre las disposiciones legales de aplicación se incluyen, entre otras, la **Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico; el **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; el **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*; el **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*; y el **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* y sus *Instrucciones Técnicas Complementarias BT 01 a 51*.

Asimismo, se consideran de aplicación la **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales; el **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; el **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción; el **Real Decreto 1432/2008**, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de

alta tensión; la **Ley 21/2013**, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental; el **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, sobre producción y gestión de los residuos de construcción y demolición; el **Real Decreto 1247/2008**, de 18 de julio, por el que se aprueba la *Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)*; la **Orden FOM/1382/2002**, de 16 de mayo, relativa al pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes; y el **Reglamento (UE) 305/2011** del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción.

Además, son de aplicación las **Normas UNE, EN e IEC** que regulan las características de materiales, métodos de ensayo y requisitos de seguridad en instalaciones de media tensión, entre las que se incluyen las normas UNE-EN 50182 (conductores para líneas aéreas), UNE-EN 60228 (conductores de cables aislados), UNE 21123 (cables de energía con aislamiento extruido), UNE-EN 60099-4 (pararrayos de óxidos metálicos), UNE-EN 61109 (aisladores compuestos para líneas aéreas), UNE-EN 62271-102 (seccionadores y seccionadores de puesta a tierra), UNE-EN 61442 (métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos), UNE 21021 (piezas de conexión para líneas eléctricas), UNE-EN 50180 y 50181 (pasatapas y conectores enchufables para equipos de media tensión) y UNE-HD 620 y UNE-HD 629 (cables y accesorios de media tensión).

Asimismo, se adoptan las **Especificaciones Técnicas Particulares de Endesa Distribución**, entre las que destacan los proyectos tipo **AYZ10000** (Líneas Aéreas de Media Tensión), **DYZ10000** (Líneas Subterráneas de Media Tensión) y **FYZ30000** (Centros de Transformación Prefabricados de Superficie), junto con las normas informativas EDE tales como **AND001**, **AND010**, **AND012**, **DND001**, **CNL002**, **FNH001** y **NNZ035**, entre otras.

4.2 Programas de cálculo

Durante la redacción del proyecto se han empleado diversas aplicaciones técnicas para el análisis y diseño de las instalaciones, asegurando el cumplimiento de los requisitos de seguridad y fiabilidad exigidos por **Endesa Distribución**.

Se ha utilizado el programa **DMElect** para el cálculo de líneas de media tensión, caídas de tensión, intensidades de cortocircuito y secciones de conductores. El programa **Andelec** se ha empleado para el dimensionamiento eléctrico conforme a la normativa RAT y LAT, y para la verificación de protecciones. La aplicación **Imedexa** se ha utilizado en el estudio de las puestas a tierra, determinación de resistividades del terreno y comprobación de tensiones de paso y contacto. Finalmente, **Amikit** se ha empleado para el desarrollo y representación gráfica de los esquemas eléctricos y la documentación técnica asociada.

4.3 Plan de gestión de la calidad

Durante la elaboración del presente proyecto se ha seguido un procedimiento de control de calidad basado en la verificación cruzada de cálculos, la revisión de planos y la comprobación del cumplimiento normativo, conforme a los procedimientos internos de **Endesa Distribución** y a los criterios establecidos en la norma **UNE-EN ISO 9001:2015**.

El control documental garantiza la trazabilidad de los datos técnicos, la coherencia entre memoria, cálculos y planos, y la actualización de las versiones revisadas antes de su visado y entrega.

4.4 Bibliografía

- Proyectos tipo **AYZ10000**, **DYZ10000** y **FYZ30000** de **Endesa Distribución** (LCOE, junio de 2019).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Real Decreto 842/2002).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones de Alta Tensión (Real Decreto 337/2014).
- Reglamento de Líneas de Alta Tensión (Real Decreto 223/2008).
Manuales técnicos de los programas **DMElect**, **Andelec** e **Imedexa**.

4.5. Otras referencias

Se ha empleado como documentación complementaria la cartografía catastral y topográfica del término municipal de **Motril (Granada)**, así como la información técnica suministrada por **Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**, relativa a la red existente, puntos de conexión y características de los elementos normalizados de la red.

5. Emplazamiento

La actuación se localiza en el término municipal de **Motril (Granada)**, **C.P. 18600**, en el ámbito urbanizable **SUS MOT-8**, área destinada a la expansión urbana y a la implantación de infraestructuras de suministro eléctrico asociadas al nuevo desarrollo urbanístico. El trazado de la red proyectada se integra dentro del viario y zonas de reserva técnica del sector, garantizando su compatibilidad con la planificación urbanística vigente.

El **Punto de Conexión** se establece en la nueva red de **Media Tensión a 20 kV**, con origen en la **Subestación Celulosa** y cierre en **REMARRO**, permitiendo la

alimentación del sector y reforzando la continuidad y mallado de la red eléctrica municipal. La infraestructura constituye parte del esquema de distribución planificado por la compañía para incrementar la capacidad de suministro en la zona sur de Motril.

El trazado de la línea discurre en su tramo final por la **Avenida Costa Tropical**, donde se desarrollará el tendido subterráneo destinado a la alimentación de los futuros centros de transformación del ámbito SUS MOT-8. En esta misma ubicación se prevé la instalación del **nuevo centro de seccionamiento**, elemento estratégico para la maniobrabilidad y redistribución de cargas del anillo de 20 kV.

Actualmente existe en la zona una red de **Media Tensión en 3×240 mm² XLPE**, destinada al transporte y distribución energética en el entorno urbano próximo. La ampliación recogida en este proyecto permitirá complementar dicha infraestructura, mejorar la seguridad operativa y absorber el incremento de demanda asociado al desarrollo urbanístico.

Las **coordenadas UTM Huso 30S** correspondientes al emplazamiento del tramo subterráneo proyectado son:

● **X: 453690.33 | Y: 4066002.68**

Se trata de un suelo **urbanizable sectorizado**, sin afección prevista a zonas ambientales protegidas ni elementos estructurales del territorio. La topografía es sensiblemente llana, favoreciendo trabajos de apertura de zanja, tendido subterráneo y ejecución de arquetas y canalizaciones. El acceso para obra y suministro de materiales se realizará mediante viario urbano existente, no requiriéndose servidumbres adicionales externas al sector.

El emplazamiento propuesto se considera idóneo en términos de trazado, accesibilidad, operatividad futura y continuidad de la infraestructura eléctrica planificada para Motril.

6. Previsión de potencia

La previsión de potencias se ha realizado en virtud de INSTRUCCION de 14 de octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.

6.1 Potencias previstas en parcelas.

La potencia prevista o instalada en cada parcela, será la suma de las que resulten en las cajas generales de protección que existan o se prevean en dicha parcela. Para cada caja general de protección (C.G.P.) la potencia a considerar se

calculará de acuerdo con la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por R.D. 842/2002.

El grado de electrificación de las viviendas será el fijado por el técnico competente en el proyecto correspondiente.

6.2 Potencias previstas en líneas de baja tensión.

Para cada línea de distribución en BT la potencia a considerar se calculará aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,8 sobre la suma de las potencias previstas en las C.G.P. que alimente, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro en cuyo caso el coeficiente a considerar será la unidad. Se tendrá en cuenta en el cálculo la estructura en anillo de la red para el caso más desfavorable, además de lo que se indica en las instrucciones ITC-BT-06 e ITC-BT-07 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y las Normas Particulares, de las empresas distribuidoras de energía eléctrica oficialmente aprobadas por la Administración.

En el supuesto de líneas subterráneas se deberá prever siempre al menos un tubo de reserva para el caso de que en el futuro se produzca alguna desviación de la realidad con lo previsto.

6.3. Potencias previstas en centros de transformación

La potencia prevista para cada transformador en un centro de transformación se calculará sumando las potencias previstas en todas las cajas generales de protección que alimente calculadas según el apartado 1.1 multiplicada por el coeficiente 0,8, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro, en cuyo caso el coeficiente será la unidad.

6.4. Potencia prevista en líneas de media tensión (U_n kV).

La potencia prevista para cada línea de media tensión se calculará sumando las potencias previstas de los CCTT que alimenten, multiplicado por 0,8, siempre que el número de éstos no sea inferior a cuatro, en cuyo caso el coeficiente será la unidad. Se tendrá en cuenta en el cálculo la estructura en anillo de la red para el caso más desfavorable.

6.5. Potencia prevista en subestaciones AT/MT.

La potencia prevista para cada transformador en las subestaciones AT/MT se calculará sumando las potencias previstas en los centros de transformación que

alimenten, multiplicadas por el coeficiente de simultaneidad 0,85, siempre que el número de éstos no sea inferior a cuatro en cuyo caso el coeficiente será la unidad.

	CGP (KW)	CT (KW)	LMT (KW)	SET AT (KW)
SUS MOT 8	4.507	3.606	2.884	3.065

	CGP (KVA)	CT (KVA)	LMT (KVA)	SET AT (KVA)
SUS MOT 8	5.008	4.006	3.205	3.405

7. Requisitos de diseño

El presente proyecto define los criterios de diseño que se aplican a la construcción de las instalaciones eléctricas de media tensión destinadas al suministro de energía al sector urbanístico **SUS MOT-8**, en el término municipal de **Motril (Granada)**.

Las instalaciones se componen de una **línea de media tensión a 20 kV** con configuración de **anillo abierto** y punto de **seccionamiento**, integrando un tramo **subterráneo de 2,2 km** y un tramo **aéreo de 2,5 km**, conectados mediante un **punto de conversión** en zona rural. El sistema opera en **corriente alterna trifásica de 50 Hz**, conforme a la topología de distribución de Endesa Distribución, con **neutro puesto a tierra mediante impedancia**, lo que garantiza una adecuada protección frente a contactos indirectos y una limitación eficaz de las corrientes de defecto a tierra.

La línea subterránea se desarrolla íntegramente en un entorno de **polígono industrial**, discurriendo por viales consolidados, mientras que el tramo aéreo se emplaza en **zona rural**, con apoyos metálicos y paso por la **Rambla de las Brujas y Camino Patria**, finalizando en la **Avenida Costa Tropical**, donde se dispone el **centro de seccionamiento** de cierre de anillo.

El diseño general contempla la instalación de **4 centros de transformación prefabricados de doble transformador (2X630)**, **1 centro de transformación de 630kVA** y un **centro de transformación abonado de 630 kVA** vinculados al sistema de distribución de media tensión proyectado. Dichos centros se dimensionarán de acuerdo con las especificaciones técnicas de Endesa y las

exigencias reglamentarias en cuanto a ventilación, protección, maniobrabilidad y seguridad.

Los criterios de diseño adoptados se basan en las siguientes premisas generales:

- Adecuación de las secciones de los conductores a la potencia de diseño y a las caídas de tensión admisibles, considerando tanto las condiciones de servicio permanente como los regímenes de cortocircuito.
- Cumplimiento de las distancias reglamentarias de seguridad, tanto en canalizaciones subterráneas como en líneas aéreas.
- Selección de materiales y elementos constructivos normalizados por Endesa, con marcado CE y homologación conforme a las normas UNE, EN o IEC aplicables.
- Limitación de las resistencias de puesta a tierra conforme a los criterios del RAT e ITC-LAT 09, garantizando la seguridad de las personas y la integridad de las instalaciones.
- Consideración de los aspectos medioambientales y de integración paisajística en los tramos aéreos.
- Cumplimiento de los requisitos de accesibilidad, ventilación y protección mecánica en centros de transformación y arquetas de conexión.

En lo referente a los **parámetros eléctricos de diseño**, se contemplan dos posibles enfoques:

a) Criterios genéricos Endesa

- Tensión nominal: 20 kV
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Nivel de aislamiento: 24 kV
- Caída de tensión máxima admisible: $\leq 3 \%$
- Intensidad máxima de cortocircuito: 16 kA (1 s)
- Temperatura máxima de servicio: 90 °C
- Radio mínimo de curvatura del cable: ≥ 15 veces el diámetro exterior

b) Valores calculados del proyecto

Estos parámetros serán sustituidos en la versión final del documento por los valores resultantes de los cálculos eléctricos definitivos (secciones de conductor, intensidad de cortocircuito, pérdidas, caídas de tensión y resistencias de puesta a tierra), una vez completados los estudios correspondientes en los anexos de cálculo.

El diseño global de la instalación garantiza el cumplimiento de los **Reglamentos RAT, LAT y REBT**, las **Especificaciones Técnicas de Endesa Distribución**, y las **Normas UNE aplicables**, asegurando la seguridad de las

personas, la fiabilidad del suministro y la compatibilidad eléctrica con la red existente.

8. Configuración general

Tras el desarrollo de los cálculos eléctricos, térmicos y mecánicos incluidos en los anexos técnicos, la **línea subterránea de media tensión (LSMT)** queda definida en sus características finales conforme se detalla a continuación.

La línea subterránea forma parte del **anillo de distribución de media tensión del sistema SUS MOT 8**, destinado a la alimentación en bucle cerrado de varios centros de transformación de 20 kV.

El trazado parte desde el **punto de entronque con la red de distribución de la compañía eléctrica**, continuando inicialmente como **línea subterránea de media tensión tipo RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al**, hasta el entorno de **La Arrabla de las Brujas**, donde se ubica el **apoyo de transición subterránea-aérea**.

A partir de ese punto, la línea continúa en **configuración aérea**, tendida sobre apoyos de hormigón armado con conductores tipo **LA-110**, hasta alcanzar el **final del Camino Patria**, donde se dispone el **apoyo de conversión aérea-subterránea**.

Desde dicho punto, la línea **retoma disposición enterrada**, extendiéndose como **línea subterránea de media tensión** que alimenta los **centros de transformación del SUS MOT 8**, completando así el **anillo de media tensión** del sistema.

Esta configuración mixta —**subterránea-aérea-subterránea**— permite una **explotación flexible y segura**, facilitando las maniobras de seccionamiento y mantenimiento, y garantizando la **continuidad de servicio** en régimen de doble alimentación.

Los principales elementos que componen la línea son:

- **Cables unipolares RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al**, con aislamiento XLPE y pantalla de cobre de 16 mm².
- **Canalización entubada en zanja** de 0,60 × 1,00 m, con tubo de PEHD Ø200 mm y cama de arena protectora.
- **Arquetas prefabricadas de hormigón armado tipo ARQ-MT**, en puntos de empalme, derivación y cambio de dirección.
- **Terminales enchufables secos** y **kits de empalme termorretráctil** con continuidad de pantalla metálica.
- **Banda de señalización roja** con la leyenda “Alta Tensión – Peligro Eléctrico”.
- **Conductor de tierra de cobre desnudo 35 mm²**, enlazando las pantallas y arquetas a la malla de tierras general.

- **Puestas a tierra dobles** en los extremos de línea y equipotencialización en cada centro de transformación.

Características eléctricas finales

Parámetro	Valor
Tensión nominal del sistema	20 kV
Tipo de cable	RHZ1 18/30 kV (H25), 1×240 mm² Al
Intensidad máxima admisible (servicio permanente)	365 A
Intensidad admisible en cortocircuito(1 s)	22,6 kA
Caída de tensión máxima registrada	1,50 %
Pérdida de potencia máxima por tramo	0,197 kW
Temperatura máxima de servicio	90 °C
Profundidad de enterramiento	1,0 m

9. ELEMENTOS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

Los tramos subterráneos de la línea de media tensión proyectada constituyen una parte esencial de la infraestructura eléctrica destinada a alimentar los distintos centros de transformación previstos en el desarrollo urbanístico SUS MOT-8. Su diseño se basa en la normativa técnica aplicable a las instalaciones de alta tensión, así como en las prescripciones internas de la compañía distribuidora, ajustándose a los requisitos de fiabilidad, seguridad y continuidad de suministro que exige la red de 20 kV existente en el municipio de Motril.

A continuación se describen los elementos que conforman la línea subterránea de media tensión, adaptados a las características concretas del trazado y a las necesidades operativas de la instalación.

9.1 Cable aislado de potencia

Los tramos enterrados de la línea se ejecutan con 3 hilos de **cable unipolar de aluminio tipo RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm²**, con aislamiento seco de

polietileno reticulado (XLPE), pantalla metálica de cobre de 16 mm² y cubierta exterior libre de halógenos.

Este cable es el empleado en todo el recorrido subterráneo, tanto en el tramo de salida de la Subestación Celulosa como en el tramo final que discurre por la Avenida Costa Tropical, garantizando la alimentación de los centros de transformación proyectados.

Sus principales prestaciones eléctricas son:

- Tensión asignada: 18/30 kV
- Intensidad admisible en servicio permanente: aproximadamente 365 A
- Temperatura máxima del conductor en servicio: 90 °C
- Corriente de cortocircuito admisible durante 1 s: alrededor de 22,6 kA
- Baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio

El cable seleccionado permite soportar las sollicitaciones mecánicas del tendido y las exigencias térmicas derivadas de la demanda prevista en el nuevo desarrollo urbanístico.

9.2 Terminaciones

Las terminaciones utilizadas en los extremos de los cables se adaptan a la aparamenta existente y a las condiciones de instalación de cada punto de conexión.

Terminaciones enchufables para celdas de media tensión

Se utilizan en los centros de transformación del SUS MOT-8 y en el centro de seccionamiento proyectado. Estas terminaciones permiten una conexión directa y estanca a las celdas modulares de 20 kV, garantizando un elevado nivel de aislamiento y una gran fiabilidad frente a esfuerzos eléctricos y ambientales.

Terminaciones contráctiles en frío

Se instalan en los puntos de transición entre tramos subterráneos y aéreos, así como en las conexiones con equipamientos existentes cuando el tipo de celda lo requiere.

Aseguran una correcta redistribución del campo eléctrico y una adecuada estanqueidad, evitando la entrada de humedad y asegurando la continuidad de la pantalla metálica del cable.

9.3 Empalmes

Los empalmes de la línea se realizan mediante **sistemas contráctiles en frío**, adecuados para cables con aislamiento seco XLPE. Estos conjuntos permiten

recuperar íntegramente la geometría de aislamiento, la continuidad eléctrica y la continuidad de la pantalla metálica.

Los empalmes se alojan en arquetas prefabricadas, dimensionadas para permitir las maniobras de instalación y mantenimiento. Los materiales utilizados están concebidos para mantener la integridad dieléctrica, evitar la formación de descargas parciales y garantizar la vida útil del cable.

9.4 Pararrayos

En los puntos estratégicos de la red —principalmente en la entrada a los centros de transformación y en el centro de seccionamiento— se instalarán **pararrayos de óxidos metálicos sin explosores**, adecuados para redes de 20 kV.

Estos dispositivos protegen la infraestructura frente a sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra, canalizando a tierra los impulsos y preservando la integridad de los conductores, accesorios y equipos asociados.

9.5 Protección mecánica y elementos complementarios

Junto al cableado principal se dispone un **conductor de tierra de cobre desnudo de 35 mm²**, que garantiza la equipotencialidad de las pantallas metálicas y su correcta puesta a tierra en los centros de transformación y arquetas de registro.

En la parte superior de los tubos se instala una **banda de señalización roja** con la inscripción “Alta Tensión – Peligro Eléctrico”, situada a la profundidad reglamentaria para advertir de la presencia de conductores de media tensión durante futuras excavaciones.

Los tubos protectores utilizados en la canalización son de **polietileno de alta densidad**, de diámetro adecuado para el tendido de los tres cables unipolares y para permitir posteriores trabajos de mantenimiento. La solidez del conjunto asegura que las solicitaciones mecánicas del terreno, tráfico o asentamientos no afecten a la integridad del cable.

9.6 Consideraciones de puesta a tierra

Las pantallas de los cables subterráneos se conectan a tierra en ambos extremos y en puntos intermedios según el diseño de la red.

Esta configuración permite evacuar corrientes inducidas y garantizar la seguridad durante maniobras o trabajos de mantenimiento. Asimismo, cada arqueta y cada centro de transformación se integra en el sistema de tierras general para mantener una equipotencialidad adecuada y evitar tensiones peligrosas.

10. Canalización subterránea

La canalización subterránea constituye el soporte físico de los 3 cables de media tensión RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al, garantizando su protección mecánica, seguridad térmica y mantenimiento de las distancias reglamentarias frente a otras instalaciones de servicio público.

10.1 Trazado y disposición

El recorrido subterráneo se inicia en el punto de entronque con la red de la compañía distribuidora, discurriendo en dirección al **Camino Patria**, donde se ejecuta la **transición a línea aérea**. A partir de la **Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, el trazado vuelve a ejecutarse como **línea enterrada**, continuando por la **Avenida Costa Tropical** hacia los centros de transformación del SUS MOT-8 y hacia el centro de seccionamiento subterráneo proyectado.

La disposición en zanja se ha diseñado de acuerdo con las prescripciones del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT), ITC-LAT 07, y las normas UNE 20435 y UNE 21123-4.

El trazado se ha definido buscando el mínimo impacto sobre el terreno, garantizando radios de curvatura adecuados, uniformidad de pendiente y accesibilidad a arquetas y puntos de registro.

Características constructivas

Elemento	Descripción / Valor
Tipo de canalización	Entubada subterránea
Tipo de tubo	PEHD color rojo o naranja, Ø interior 200 mm
Profundidad mínima de zanja	1,00 m
Ancho medio de zanja	0,60 m
Cama de arena inferior y superior	0,10 m de espesor
Separación entre tubos (eje-eje)	0,10 m
Material de relleno	Arena seleccionada y terreno natural compactado
Compactación mínima	95 % Proctor normal
Señalización	Banda roja “Alta Tensión – Peligro Eléctrico” sobre la zanja
Elementos de registro	Arquetas de hormigón armado tipo ARQ-MT 1×1×1 m
Protección adicional	Camisas de cruce en hormigón o acero según punto de interferencia

En los cruces bajo calzada, caminos o conducciones existentes, los cables se alojan en camisas de protección suplementaria que sobresalen al menos 1 m de cada borde de la infraestructura, asegurando la integridad del tendido.

En terrenos de escasa consistencia o con presencia de agua, la base de la canalización se refuerza con solera de hormigón pobre (HM-10) de 5 cm de espesor, para garantizar la estabilidad y evitar desplazamientos longitudinales del tubo.

Arquetas y registros

A lo largo del trazado se disponen arquetas prefabricadas de hormigón armado tipo ARQ-MT, situadas en:

- Puntos de empalme y terminación de cables.
- Cambios de dirección o nivel.
- Derivaciones hacia los centros de transformación.

Las arquetas cuentan con tapa de fundición dúctil clase D-400, ventilación estanca y dispositivos de fijación de terminales. El fondo incluye drenaje de grava o capa de hormigón poroso para evacuar infiltraciones.

Seguridad y señalización

Sobre la cama superior de arena se coloca la banda de señalización roja de 20 cm de ancho con la inscripción “**Alta Tensión – Peligro Eléctrico**”, situada a 30 cm sobre los tubos.

Además, se instalan hitos de trazado y placas de identificación en puntos visibles, indicando el código del tramo y la dirección de la línea.

10.2 CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar cruzamientos o paralelismos, éstos se ajustarán a las condiciones que, como consecuencia de las disposiciones legales, puedan imponer los organismos competentes de las instalaciones o propiedades afectadas.

10.3 CLASE DE ENERGÍA

Todas las características de la energía a transportar figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

10.4 MATERIALES

Todos los materiales serán de los tipos aceptados por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄Cu al 20 % y de densidad 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

10.5 CONDUCTORES, EMPALMES Y APARAMENTA ELÉCTRICA

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

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser construido mediante cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductora exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado final, o utilizando materiales termorretráctiles, premoldeados u otros sistemas equivalentes.

Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción, estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

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

10.6 PUESTA A TIERRA

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por cargas de capacidad.

Las cubiertas metálicas y las pantallas de los cables estarán también puestas a tierra.

En caso de existir redes aéreas, todas las partes metálicas de los apoyos y herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo.

11. Características eléctricas de la Instalación

11.1 Configuración eléctrica

La Línea de M.T. y el C.T. objeto del presente proyecto se ajustarán a las configuraciones establecidas en las Normas Técnicas de Endesa Distribución.

El Centro de Transformación será de **entrada y salida de línea**, equipado con **un transformador de potencia de 630 kVA**, con posibilidad de ampliación para una nueva salida de línea.

11.2 Nivel de aislamiento MT

Tensión nominal	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial Ud (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125

El aislamiento se dimensiona en función del nivel de tensión de la red proyectada y de los requerimientos indicados en la ITC-RAT 12 de acuerdo a lo indicado en la tabla del punto anterior.

11.3 Nivel de aislamiento en BT

A los efectos del nivel de aislamiento, los equipos de BT instalados en los CT con envolvente conectada a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza o mediante aislamiento suplementario, una tensión a frecuencia industrial de corta duración de 10 kV y una tensión de 20 kV a impulsos tipo rayo.

En cuanto a la tensión de servicio de la instalación de BT del CT es la de la tabla adjunta.

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformad or
Monotensión	400	Clase B2

11.4 Potencia de transformación

La potencia de los CT es de 630 kVA.

11.5 Intensidad nominal en MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A.

11.6 Corriente de cortocircuito

Los materiales de MT instalados en los CT, deberán ser capaces de soportar las solicitudes debidas a las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del defecto que se expresan en la tabla siguiente.

Intensidad asignada de costa duración 1 s. (límite térmico) (kA)	Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (límite dinámico) (kA)
16	40
20 (*)	50 (*)

(*) Cuando las características de la red así lo requieran, se utilizarán celdas cuyas intensidades serán de 20 kA, con valor de cresta de 50 kA.

Para materiales instalados en BT se considerará una intensidad de cortocircuito admisible (corta duración 1 s) superior a 25 kA.

12. Conductores

Los conductores empleados en la línea de media tensión (MT) se han seleccionado conforme a los requisitos eléctricos, térmicos y mecánicos del trazado proyectado, cumpliendo las normas UNE 21123-4, UNE-EN 60287, IEC 60502-2 y las especificaciones de la compañía distribuidora.

12.1 Conductores de los tramos subterráneos

Los tramos subterráneos, situados **entre la Subestación Celulosa y la calle Camino Patria**, así como **entre la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza y la Avenida Costa Tropical**, se ejecutan mediante cables unipolares de aluminio tipo **RHZ1 18/30 kV (H25)**, con las siguientes características definidas:

Parámetro	Valor / Descripción
Tipo de conductor	Aluminio (Al), clase 2
Sección nominal	240 mm ²
Tensión asignada	18/30 kV
Aislamiento	XLPE
Pantalla	Cinta de cobre helicoidal 16 mm ²
Cubierta exterior	LSFZH, color rojo
Intensidad máx. admisible	365 A
Temperatura máx. servicio	90 °C
Corriente de cortocircuito (1 s)	22,6 kA
Caída de tensión máx. registrada	1,50 %

El tendido se realiza en tubo PEHD Ø200 mm, con 10 cm de separación entre ejes y profundidad mínima de 1,00 m, cumpliendo los criterios de instalación subterránea de media tensión.

12.2 Conductores de los tramos aéreos

El tramo aéreo, situado **entre la calle Camino Patria y la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, se ejecuta con conductor **LA-110**, de aleación aluminio-acero, apto para líneas aéreas de distribución a 20 kV.

Características del conductor LA-110

Parámetro	Valor / Descripción
Tipo de conductor	LA-110 (Al/Ac)
Sección equivalente	117 mm ²
Diámetro	14 mm
Peso lineal	0,321 kg/m
Resistencia eléctrica	0,284 Ω/km
Carga de rotura	3802 daN
Módulo de elasticidad	5700 daN/mm ²
Coeficiente de dilatación	$2,307 \times 10^{-5}$
Composición	30+7
Disposición	Trifásica en triángulo compacto
Tipo de apoyo	Hormigón / metálico (según diseño del tramo)

Este conductor proporciona capacidad de transporte adecuada y un comportamiento mecánico apto para la zona rural y los vanos previstos, garantizando la transición correcta entre los tramos subterráneos y el tramo aéreo.

12.3 Accesorios y empalmes

En los puntos de transición y empalme se utilizan:

- Terminales y empalmes termorretráctiles para cables RHZ1 18/30 kV.
- Conectores de compresión Al-Al y Al-Cu para las uniones S/A.
- Manguitos de continuidad de pantalla y equipotenciales.
- Herrajes galvanizados en los apoyos del tramo aéreo.

Todos ellos homologados por la compañía distribuidora.

El trazado del anillo de media tensión del sistema SUS MOT-8 combina tramos subterráneos y aéreos para optimizar su explotación y garantizar la continuidad del suministro. Para ello se disponen dos puntos de transición subterránea-aérea y aérea-subterránea, diseñados según la ITC-LAT 07, UNE 21123-4, UNE 20435 y las prescripciones técnicas de la compañía distribuidora.

13. Conversión de línea aérea a subterránea

El trazado del anillo de media tensión del sistema SUS MOT-8 combina tramos subterráneos y aéreos para optimizar su explotación y garantizar la continuidad del suministro. Para ello se disponen dos puntos de transición subterránea-aérea y aérea-subterránea, diseñados según la ITC-LAT 07, UNE 21123-4, UNE 20435 y las prescripciones técnicas de la compañía distribuidora.

13.1 Conversión subterránea-aérea en Camino Patria

La primera conversión se ubica en la **calle Camino Patria**, donde finaliza el tramo subterráneo procedente de la Subestación Celulosa y se inicia el tramo aéreo de la línea de media tensión. La transición se resuelve mediante un **apoyo tipo C-4500-TR**, dimensionado para absorber los esfuerzos de arranque del conductor aéreo **LA-110** y garantizar la continuidad del sistema.

En este punto se ejecutan las siguientes actuaciones:

- Emergencia de los cables **RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al**, mediante tubos guía PEHD Ø200 mm.
- Instalación de **terminales exteriores tipo enchufable seco**, aptos para intemperie.
- Derivación al conductor **LA-110** mediante herrajes galvanizados y pinzas de amarre homologadas.
- Empalmes de compresión Al-Al / Al-Cu y manguitos de continuidad de pantalla.
- Bajante protegida mediante tubo metálico o PEHD reforzado hasta la cota de enterramiento.
- Equipotencialización de pantallas, herrajes y toma de tierra del apoyo.

El apoyo **C-4500-TR** supera los requisitos mecánicos establecidos para viento, hielo, desequilibrio de tracción y rotura de conductor, con valores calculados de **71,35** y **79,63**, dentro del rango admisible del apoyo.

13.2 Conversión aérea–subterránea en Avenida Nuestra Señora de la Cabeza

La segunda conversión se localiza en la **Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, donde finaliza el tramo aéreo y se retoma la configuración subterránea que continúa por la **Avenida Costa Tropical**, alimentando los centros de transformación previstos y el centro de seccionamiento subterráneo del sistema.

La transición se materializa mediante un **apoyo tipo C-4500-TR**, equivalente al utilizado en el arranque, con capacidad mecánica suficiente para absorber los esfuerzos del conductor **LA-110** en el vano final.

Las operaciones principales en este punto son:

- Descenso del conductor **LA-110** mediante pinzas de amarre y herrajes de suspensión.
- Protección de la bajante con tubo galvanizado o PEHD reforzado.
- Empalme con los cables **RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al** mediante terminales exteriores y kits termorretráctiles.
- Conexión equipotencial entre pantallas, herrajes y toma de tierra local (<10 Ω).
- Identificación del apoyo como “**Punto de conversión A/S N°2**”.

Los valores mecánicos obtenidos en cálculo (69,46 y 77,77) confirman la adecuación del apoyo C-4500-TR para esta transición.

13.3 Consideraciones de diseño y seguridad

Ambas conversiones cumplen los siguientes criterios:

- Altura mínima libre del conductor sobre el terreno: **$\geq 7,00$ m.**
- Profundidad mínima de entrada subterránea: **$\geq 1,00$ m.**
- Radio mínimo de curvatura del cable XLPE: **$\geq 12 \times D_{ext}$.**
- Protección mecánica mediante tubo metálico o PEHD reforzado.
- Señalización visible y codificación de los puntos de transición.
- Equipotencialización completa de todos los elementos metálicos.

14. Puesta a tierra de la línea subterránea de media tensión

La puesta a tierra de la línea subterránea de media tensión tiene como finalidad garantizar la seguridad de las personas y de los equipos, asegurar la correcta actuación de las protecciones y mantener la equipotencialidad entre todos los elementos metálicos de la instalación. El sistema se ha diseñado conforme a UNE-EN 50522, UNE 20460-5-54, IEC 60364-5-54 y las especificaciones técnicas de la compañía distribuidora.

14.1 Configuración general del sistema de tierras

La línea forma parte del anillo de media tensión del sistema **SUS MOT-8**, en el que se integran varios centros de transformación y el centro de seccionamiento subterráneo proyectado.

Cada tramo subterráneo dispone de su propio circuito de puesta a tierra, conectado a la malla principal del sistema, garantizando la continuidad eléctrica del conjunto.

Las pantallas metálicas de los cables **RHZ1 18/30 kV (H25), 3×240 mm² Al**, de sección 16 mm² en cobre, se conectan entre sí y a tierra en ambos extremos, configurando un sistema de **doble puesta a tierra**.

Esto permite:

- Limitar tensiones inducidas en servicio.
- Mantener la equipotencialidad entre fases.
- Garantizar el retorno de corriente en caso de defecto a tierra.

En los puntos de conversión —**Camino Patria** (subterránea–aérea) y **Avenida Nuestra Señora de la Cabeza** (aérea–subterránea)— las pantallas se conectan a las tomas de tierra de los apoyos **C-4500-TR**, enlazadas a su vez con la malla de tierras del tramo subterráneo.

14.2 Elementos del sistema

Elemento	Descripción
Conductor principal de tierra	Cobre desnudo 35 mm ²
Conexiones	Soldadura exotérmica o conectores prensados estancos
Electrodos verticales	Piquetas acero-cobre de 2 m unidas por 35 mm ²
Malla principal	Cobre 50 mm ² en CT y centro de seccionamiento
Resistencia de puesta a tierra	< 10 Ω en cada punto de conexión
Equipotencialización	En todas las arquetas y centros de transformación

Las uniones de pantalla y conductor de protección se alojan en arquetas provistas de bornes de inspección que permiten la medición de continuidad y la verificación de resistencia durante las pruebas periódicas.

14.3 Coordinación con el sistema de protección

El sistema de tierras se ha dimensionado para asegurar el funcionamiento correcto de los relés de defecto a tierra **50N/51N** y para limitar tensiones de paso y contacto a valores seguros.

Los cálculos incluidos en los anexos verifican que:

$$I_{cc,calc,pantalla} = 1.35kA < I_{cc,adm,pantalla} = 2,29 kA$$

Por tanto, las pantallas pueden evacuar sin deterioro las corrientes de defecto durante **1 s**, según los requisitos de la normativa..

14.4 Verificación y mantenimiento

Antes de la puesta en servicio se realizarán las siguientes verificaciones:

- Medición de resistencia de tierra mediante telurómetro.
- Ensayo de continuidad de pantallas y conductores de protección.
- Comprobación de conexiones, equipotencializaciones y fijaciones en arquetas y apoyos.

Durante la explotación se recomienda repetir las mediciones **cada tres años** o tras cualquier modificación relevante del terreno o sustitución de elementos de línea.

15. Elementos de la línea aerea de MT

15.1 Apoyos

La línea aérea de Media Tensión proyectada se sustenta mediante un conjunto de **18 apoyos metálicos galvanizados**, seleccionados en función de los esfuerzos mecánicos derivados de las hipótesis de cálculo (viento de 120 km/h, peso propio del conductor, desequilibrios de vano y rotura de conductor).

Los apoyos empleados pertenecen a las series **HAR, HA, C-500, C-2000, C-3000, MI-2500 y MI-2000**, respondiendo cada una a una función específica dentro de la línea:

- **Apoyos de fin de línea (FL):**
 - Apoyo nº 1 → HAR-5000-11
 - Apoyo nº 18 → HA-4500-10
- **Apoyos de alineación (AL-AM):**
 - Apoyos nº 3 y nº 14 → C-500 en sus configuraciones correspondientes
- **Apoyos de ángulo y amarre (AN-AM):**
 - Resto de los apoyos (nº 2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16 y 17)
 - Tipologías: C-2000, C-3000, MI-2500, MI-2000

Cada apoyo ha sido verificado frente a:

- Carga vertical admisible
- Esfuerzo horizontal transversal y longitudinal
- Momento torsor
- Comprobación de ahorcamiento
- Compatibilidad entre torre y armado asignado

Las alturas útiles se han determinado a partir de la topografía real de la traza, considerando longitudes de vano, cotas de terreno y ángulos de inflexión entre apoyos.

15.1.1 Tipologías de apoyo

Apoyos de fin de línea (FL)

Son los encargados de absorber la totalidad de los esfuerzos longitudinales del conductor.

Los modelos empleados (HAR-5000-11 y HA-4500-10) presentan la robustez estructural necesaria para soportar las máximas tracciones generadas en la línea. Estos apoyos actúan como puntos de extremo y están dimensionados para resistir los mayores esfuerzos horizontales de la instalación.

Apoyos de alineación (AL-AM)

Se utilizan en tramos rectos o con ligeras desviaciones angulares. Su función principal es sostener el conductor sin transmitir esfuerzos longitudinales significativos.

Las tipologías C-500 empleadas presentan cargas verticales moderadas y esfuerzos transversales reducidos, adecuados para la geometría de los vanos en los que se ubican.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 40

Apoyos de ángulo y amarre (AN-AM)

Se disponen en cambios de dirección de la línea o cuando es necesario absorber esfuerzos longitudinal espaciales.

Los modelos utilizados (C-2000, C-3000, MI-2500 y MI-2000) están diseñados para resistir las tracciones generadas por la desviación angular o por la función de amarre del conductor. Estas estructuras presentan mayor rigidez que las de alineación y permiten garantizar la estabilidad de la línea en maniobras y variaciones de geometría.

15.2 ARMADOS

Los armados constituyen el conjunto de elementos metálicos que permiten la fijación del conductor y del aislamiento a la estructura principal del apoyo. Su diseño y dimensionamiento garantizan la correcta disposición del cable, el cumplimiento de las distancias reglamentarias y la transmisión de esfuerzos desde el conductor hacia la torre.

En la línea proyectada se emplean armados normalizados en configuración **simplex**, adecuados tanto para cadenas de suspensión como para cadenas de amarre. Todos los armados son compatibles con los códigos asignados a cada torre y han sido verificados mecánicamente frente a las solicitaciones derivadas del peso propio del conductor, viento, hielo (no aplicable en la zona de proyecto), oscilación y desequilibrios de vano.

Los armados asignados a cada estructura corresponden a los códigos estándar asociados a los modelos instalados (series S1110, S1220 y S2220), según la función del apoyo y el tipo de cruceta instalada.

15.2.1 Semicrucetas atirantadas

Las semicrucetas atirantadas se utilizan en los apoyos que deben resistir esfuerzos longitudinales significativos, principalmente en apoyos de ángulo y amarre. Estas semicrucetas permiten repartir la carga de tracción hacia la estructura del apoyo y mantener la geometría del conductor dentro de los límites permitidos.

En la línea se instalan semicrucetas atirantadas en los apoyos tipo **C-2000, C-3000, MI-2000** y **MI-2500**, ubicados en los puntos en los que la línea presenta cambios de dirección o donde se requiere absorber parte de los esfuerzos longitudinales.

Su dimensionamiento garantiza:

- La transmisión segura de los esfuerzos de tracción.
- La estabilidad geométrica de la cruceta.
- El cumplimiento de las distancias fase-fase y fase-tierra.
- La compatibilidad con las cadenas de amarre de 0,57 m utilizadas en la línea.

15.2.2 Crucetas de bóveda

Las crucetas de bóveda se disponen en apoyos donde el paso del conductor se realiza mediante cadenas de suspensión, normalmente en apoyos de alineación y en aquellos puntos sin esfuerzos longitudinales significativos.

En esta línea, las crucetas de bóveda están presentes en los apoyos tipo **C-500** y en aquellos apoyos de la serie **C-2000** que funcionan exclusivamente como alineación.

Sus características principales son:

- Permitir el paso en suspensión del conductor con una separación adecuada entre fases.
- Garantizar las distancias reglamentarias al apoyo bajo cualquier condición de oscilación.
- Mantener la simetría geométrica del vano.

La cruceta está diseñada para alojar cadenas de suspensión de 0,57 m, compatibles con el conductor LA-110 previsto para la instalación.

15.2.3 Dimensiones de los apoyos y armados

Cada apoyo cuenta con dimensiones específicas de cabeza, cruceta y cúpula que determinan la correcta posición del conductor y el aislamiento.

Las dimensiones adoptadas, según el modelo de torre seleccionado, son:

- **Cabeza:** entre 1,2 m y 2,0 m según tipología (mayor en torres de fin de línea).
- **Cruceta principal:** entre 1,25 m y 1,5 m en configuraciones simplex.
- **Cúpula:** desde 1,2 m hasta valores superiores en las tipologías de mayor capacidad.

Estas dimensiones son coherentes con los códigos de armado asignados a cada torre (S1110, S1220, S2220), que aseguran la compatibilidad entre:

- Las cargas transmitidas por el conductor.
- La geometría del aislamiento.
- Las distancias de seguridad fase-fase y fase-tierra.
- La correcta transmisión de esfuerzos al fuste del apoyo.

15.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

El conductor utilizado en la línea aérea de Media Tensión es de tipo **LA-110 (94-AL1/22-ST1A)** en configuración **simplex**, constituido por un alma de acero y una corona exterior de hilos de aluminio. Este tipo de conductor presenta un equilibrio óptimo entre resistencia mecánica y capacidad de transporte de corriente, siendo el estándar habitual en líneas de 20 kV.

Las características mecánicas y eléctricas principales del conductor son:

- **Diámetro:** 14 mm
- **Sección total:** 116,2 mm²
- **Peso lineal:** 0,433 kg/m
- **Carga de rotura:** 4.400 kg
- **Número de hilos:** 30 + 7 (aluminio + acero)
- **Resistencia a 20 °C:** acorde a conductor LA-110 estándar
- **Módulo elástico:** adecuado para el cálculo de flechas y tensiones en los vanos
- **Coefficiente de dilatación:** $1,78 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

El conductor se ha dimensionado para soportar:

- Las cargas debidas al peso propio.
- Las sobrecargas por viento a **120 km/h**, según las condiciones de cálculo establecidas para la línea.
 - La oscilación dinámica en los vanos, compatible con las distancias reglamentarias en apoyo.
 - Las solicitaciones correspondientes a rotura de conductor en vano adyacente.
 - Los estados térmicos de servicio, incluyendo la temperatura máxima de tendido (50 °C).

Comportamiento mecánico en los vanos

Los cálculos de flechas y tensiones determinan que:

- Las **flechas máximas** se producen a temperatura elevada, con valores comprendidos dentro de los límites admisibles para los vanos de la traza.
- Las **tensiones a EDS** permiten asegurar una adecuada rigidez de la línea, evitando acercamientos no permitidos a terreno o elementos próximos.
- Las tensiones en la hipótesis de viento muestran que el conductor trabaja dentro de su rango de seguridad mecánica en todos los apoyos.

El conjunto conductor-armado-aislamiento queda plenamente validado para las condiciones climáticas y geométricas del trazado.

15.4 AISLAMIENTO LAMT

El sistema de aislamiento empleado en la línea aérea de Media Tensión está compuesto por **cadenas de aisladores poliméricos o de vidrio templado**, según disponibilidad de suministro, aptos para una tensión nominal de **20 kV** y cumpliendo con los requisitos de nivel de aislamiento establecidos para redes aéreas de Media Tensión.

El aislamiento garantiza:

- La rigidez dieléctrica necesaria frente a sobretensiones atmosféricas y de maniobra.
- El cumplimiento de las distancias de seguridad fase-tierra y fase-fase.
- La resistencia mecánica adecuada para transmitir los esfuerzos del conductor a la estructura.
- El comportamiento correcto frente a la oscilación del conductor bajo viento.

Cadenas de suspensión

Las cadenas de suspensión se instalan en los apoyos de alineación y en aquellos tramos donde no existen esfuerzos longitudinales significativos.

Características principales:

- **Longitud de cadena:** 0,57 m
- **Peso de la cadena:** 1,75 kg
- **Esfuerzo debido al viento (120 km/h):** aproximadamente 5 kg sobre la cadena
 - Adecuadas para soportar el conductor LA-110 en configuración simplex.
 - Compatibles con las crucetas de bóveda instaladas en los apoyos de alineación.

Estas cadenas garantizan el mantenimiento de las distancias normales en apoyos y en vano, incluso bajo condiciones de máxima oscilación del conductor.

Cadenas de amarre

Se emplean en los apoyos de ángulo y en los apoyos con función de amarre o fin de línea.

Características principales:

- **Longitud de cadena:** 0,57 m
- Configuradas para absorber esfuerzos longitudinales moderados o elevados según el apoyo.

- Permiten la fijación rígida del conductor evitando desplazamientos longitudinales.
- Compatibles con las semicrucetas atirantadas utilizadas en torres C-2000, C-3000, MI-2000 y MI-2500.

Estas cadenas garantizan la transmisión segura de los esfuerzos desde el conductor hacia la estructura del apoyo, especialmente en cambios de dirección de la línea.

Comprobación de distancias

El sistema de aislamiento ha sido verificado considerando:

- **Distancia mínima a masa exigida:** 0,22 m
- **Oscilación del conductor en apoyo:** 20°
- **Distancias fase-fase y fase-protección** en apoyo y en vano
- Configuración geometría simplex
- Altura útil del replanteo de cada apoyo

Las distancias obtenidas en la verificación cumplen holgadamente los límites reglamentarios, tanto en condiciones de servicio como en condiciones desfavorables de viento y máxima temperatura del conductor.

15.5 CABLES ADSS

En la línea aérea de Media Tensión objeto del presente proyecto **no se instala cable de fibra óptica tipo ADSS**. La infraestructura proyectada está compuesta exclusivamente por conductor eléctrico LA-110 en configuración simplex y no incorpora sistemas de comunicaciones asociados al trazado.

A continuación se detallan las razones técnicas y constructivas por las que **este elemento no aplica**:

Ausencia de requerimientos de telecomunicaciones

La línea no tiene función de transmisión de datos, supervisión remota ni integración en redes de fibra óptica. Por tanto, no existe necesidad de incorporar un cable ADSS paralelo al conductor de energía.

Configuración estructural del apoyo

Los apoyos metálicos seleccionados no incluyen ménsulas, herrajes específicos ni salidas dedicadas para cableado ADSS.

Su geometría responde únicamente a las necesidades mecánicas del conductor de energía.

Compatibilidad mecánica

El cálculo mecánico, las tensiones y flechas, las distancias en vano y las comprobaciones de esfuerzos se han realizado únicamente para **un circuito eléctrico simplex**, sin conductor adicional en el plano de cruce ni cargas asociadas a fibras ópticas.

Criterios de operación y mantenimiento

La explotación de la línea no requiere supervisión mediante sistemas de fibra óptica. Las funciones de control y protección asignadas al tramo se realizan a través de los equipos instalados en las subestaciones o centros de transformación, sin dependencia de un enlace óptico dedicado.

15.6 HERRAJES

Los herrajes constituyen el conjunto de elementos metálicos destinados a la fijación mecánica del conductor y del aislamiento a los armados de la línea aérea. Todos los herrajes empleados son **normalizados**, fabricados en acero galvanizado en caliente, y compatibles con el conductor LA-110, las cadenas de aislamiento de 0,57 m y los armados asignados a cada tipo de apoyo.

Los herrajes utilizados en la línea garantizan:

- La correcta transmisión de esfuerzos desde el conductor al apoyo.
- La estabilidad mecánica del conjunto conductor-aislamiento-cruceta.
- La resistencia a tracción, compresión y torsión para las condiciones de cálculo.
- La durabilidad frente a la corrosión y condiciones ambientales.
- El cumplimiento de las distancias de seguridad en vano y en apoyo.

7.6.1 Herrajes para conductores

Los herrajes asociados al conductor LA-110 se seleccionan en función del tipo de función del apoyo (suspensión, amarre, alineación o fin de línea) y del armado instalado. Entre los elementos empleados destacan:

Herrajes de suspensión

Utilizados en apoyos de alineación equipados con crucetas de bóveda.
Incluyen:

- Grilletes y pernos de unión.
- Abrazaderas de suspensión compatibles con el diámetro de 14 mm.
- Piezas antifricción que permiten la oscilación del conductor.

Garantizan el apoyo libre del conductor en la cadena, permitiendo movimientos regulares bajo viento.

Herrajes de amarre

Instalados en apoyos de ángulo, amarre y fin de línea.

Incluyen:

- Abrazaderas de amarre para 14 mm.
- Tensores y grilletes reforzados.
- Piezas de anclaje capaces de absorber esfuerzos longitudinales elevados.

Estos herrajes fijan rígidamente el conductor evitando desplazamientos en sentido del vano.

Elementos de unión y accesorios

Se incluyen los siguientes elementos normalizados:

- Grilletes omega o rectos.
- Pernos pasantes y arandelas de seguridad.
- Casquillos, anillas y espárragos galvanizados.
- Perno de retenida según el tipo de armado.

Todo el conjunto está diseñado para soportar las condiciones mecánicas de viento, temperatura y tracción que presenta la línea.

15.6.1 Herrajes para ADSS

En esta línea **no se instalan cables ADSS**, por lo que **no se disponen herrajes específicos para fibra óptica**.

Aun así, se deja constancia de que no son necesarios por los siguientes motivos:

- La infraestructura no requiere sistemas de comunicaciones asociados.
- Los apoyos no incluyen ménsulas ni herrajes auxiliares destinados a cables ópticos.
- El cálculo mecánico se ha realizado exclusivamente para el conductor LA-110, sin cargas adicionales.

15.7 EMPALMES

Los empalmes permiten la unión mecánica y eléctrica de dos tramos de conductor, garantizando la continuidad estructural y la adecuada transmisión de corriente. En la línea aérea proyectada, los empalmes se ejecutan exclusivamente sobre conductor **LA-110** y se realizan mediante accesorios normalizados, homologados para redes de Media Tensión.

Tipología de empalmes empleados

Se utilizan empalmes de tipo **compresión** específicamente diseñados para cable LA-110, que aseguran:

- Alta resistencia mecánica (equiparable a la carga de rotura del conductor).
- Excelente conductividad eléctrica, evitando puntos calientes.
- Protección anticorrosión mediante recubrimiento adecuado.

Los empalmes se instalan mediante herramientas hidráulicas calibradas para garantizar la correcta compresión y el cierre simétrico de las mordazas.

Criterios de ubicación

Los empalmes se deben disponer siempre cumpliendo los siguientes criterios:

- **Fuera de las proximidades de las crucetas**, evitando situarlos sobre los armados.
- **En zonas accesibles del vano**, facilitando el mantenimiento.
- **A distancias suficientes de otros elementos**, como amortiguadores o uniones de aislamiento.
- **En tramos rectos**, sin coincidir con puntos de máxima sollicitación mecánica.

En el diseño de la línea se ha evitado la presencia de empalmes en los vanos más críticos para limitar las tensiones locales.

Condiciones mecánicas

Los empalmes utilizados son capaces de soportar:

- Las tensiones correspondientes a las hipótesis de cálculo (peso propio, viento y desequilibrios).

- La carga de rotura del conductor.
- La oscilación del conductor en condiciones extremas de viento.

Tras montaje, cada empalme forma parte estructural del conductor, manteniendo la continuidad mecánica exacta entre los dos tramos.

Condiciones eléctricas

Los empalmes garantizan:

- Una resistencia de contacto mínima.
- Continuidad eléctrica equivalente al conductor original.
- Comportamiento estable frente al calentamiento por efecto Joule en condiciones de máxima corriente admisible.

15.8 PIEZAS DE CONEXIÓN

Las piezas de conexión permiten enlazar el conductor con otros elementos de la instalación, como terminales, derivaciones o equipos de maniobra. Estos componentes deben garantizar una unión segura, tanto eléctrica como mecánica, ofreciendo una transición fiable entre el conductor y el elemento asociado.

En la línea aérea proyectada se utilizan piezas de conexión **normalizadas**, fabricadas en aleaciones conductoras de alta resistencia mecánica y excelente comportamiento frente a la corrosión.

15.8.1 Terminales

Los terminales constituyen los elementos de conexión del conductor con dispositivos o tramos finales de la instalación (por ejemplo, acometidas, equipos de protección o llegada a centro de transformación si aplicase).

En la presente línea los terminales empleados son:

Terminales de compresión

Son los utilizados para finalizar el conductor LA-110 en puntos en los que éste debe conectarse a un elemento fijo. Sus características son:

- Cuerpo de aleación de aluminio para garantizar compatibilidad galvánica.
- Zona de compresión dimensionada para soportar las tensiones mecánicas del conductor.
- Conductividad equivalente a la del cable para evitar calentamientos.
- Protección superficial anticorrosión.

Criterios de aplicación

Los terminales se instalan únicamente en los extremos definidos del proyecto (fin de línea o futuras conexiones), asegurando:

- Transición mecánica segura entre conductor y equipo.
- Alineación correcta del eje del cable respecto al punto de conexión.
- Integridad eléctrica bajo la intensidad máxima admisible de la línea.

15.8.2 Derivaciones

En esta línea aérea **no se han proyectado derivaciones** ni salidas laterales a otros circuitos de MT. Por tanto, no se dispone de herrajes ni piezas de conexión específicas para este fin.

Aun así, se contemplan los siguientes aspectos técnicos:

Ausencia de derivaciones

- No existen apoyos con disposición para doble circuito ni brazos adicionales.
- No se han previsto pinzas de derivación, conectores tipo perforación o módulos de salida lateral.
- La continuidad del conductor LA-110 se mantiene de apoyo a apoyo sin interrupciones salvo los empalmes estrictamente necesarios.

Reservas futuras

Aunque la línea no incorpora derivaciones, la estructura permite, si se requiriera en el futuro:

- La instalación de grapas de derivación normalizadas.
- La incorporación de apoyos intermedios con crucetas ampliadas.
- La instalación de seccionadores o fusibles aéreos para crear salidas adicionales.

15.9 CAJAS DE EMPALME ADSS

En la línea aérea de Media Tensión objeto del presente proyecto **no se instalan cables ADSS**, por lo que **no se requiere la instalación de cajas de empalme asociadas a fibra óptica**.

A continuación se detallan los motivos por los que este elemento no aplica:

Ausencia de cableado ADSS en la línea

El trazado ha sido diseñado únicamente para el transporte de energía a 20 kV mediante conductor LA-110 en configuración simplex.
No existe ningún cable de comunicaciones que precise empalmes, derivaciones o elementos auxiliares.

Innecesariedad funcional

La infraestructura no requiere transmisión de datos ni integración en sistemas de supervisión mediante fibra óptica.

Las funciones de control, maniobra y protección se realizan desde los equipos situados en centros de transformación o subestaciones, sin necesidad de enlaces ópticos.

Compatibilidad estructural

Los apoyos instalados no incluyen:

- Ménsulas específicas para fibra.
- Bandejas o soportes para cajas de empalme.
- Herrajes auxiliares para fijación de cables ópticos.

El diseño estructural responde exclusivamente a la disposición del conductor eléctrico.

Cálculo mecánico no condicionado por ADSS

No se han considerado cargas adicionales derivadas de cable de comunicaciones ni de cajas de empalme.

Por ello, la instalación de tales elementos podría alterar:

- Las cargas transversales por viento.
- Las tensiones longitudinales en los apoyos.
- La distribución de esfuerzos en los armados.

Dado que la línea no incorpora fibra óptica, no procede su instalación.

15.10 DISPOSITIVOS ANTIESCALAMIENTO

Los dispositivos antiescalamiento tienen como finalidad impedir el acceso no autorizado a los apoyos metálicos de la línea, evitando riesgos para personas ajenas a la instalación y reduciendo la probabilidad de actos vandálicos que puedan comprometer la seguridad de la red.

En la línea proyectada se instalan **sistemas antiescalamiento normalizados** en los apoyos que, por su tipología o ubicación, presentan accesibilidad desde el terreno. Estos dispositivos consisten en barreras metálicas o protectores fijados al fuste del apoyo, generalmente situados en el tramo inferior del mismo.

Su instalación asegura:

- La imposibilidad de trepar por el apoyo sin herramientas específicas.
- La protección de la zona comprendida entre el terreno y el primer armado.
- La reducción del riesgo de contacto accidental con partes activas o elementos en tensión.
- La disuasión frente a manipulaciones indebidas.

Los dispositivos empleados están fabricados en acero galvanizado y fijados mediante tornillería o abrazaderas resistentes a la corrosión. Su mantenimiento es mínimo y su durabilidad es equivalente a la vida útil del apoyo.

El conjunto del sistema cumple con los criterios de las compañías distribuidoras para zonas accesibles, garantizando que los apoyos permanecen protegidos frente a escalada no autorizada.

15.11 ACCESORIOS

Los accesorios constituyen el conjunto de elementos auxiliares necesarios para garantizar el correcto funcionamiento mecánico y la adecuada señalización de la línea aérea. Su presencia contribuye tanto a la seguridad de la instalación como a su integración ambiental, asegurando además el cumplimiento de los requisitos de accesibilidad, identificación y protección frente a fenómenos externos.

15.11.1.1 Amortiguadores del conductor

Los amortiguadores se instalan para reducir las vibraciones eólicas que se producen sobre el conductor LA-110 debido a la acción del viento. Estas vibraciones pueden generar fatiga mecánica en los puntos de sujeción, especialmente en apoyos de amarre y en vanos de mayor longitud.

El tipo de amortiguador utilizado es el **amortiguador de vibración tipo Stockbridge**, adecuado para conductores de 14 mm de diámetro. Estos dispositivos se instalan en las proximidades de los puntos de anclaje, siguiendo las distancias recomendadas por el fabricante para maximizar su eficacia.

Su función principal es:

- Disipar la energía vibratoria inducida por el viento.
- Reducir tensiones dinámicas en el conductor.
- Evitar daños en grapas, herrajes y armados.
- Prolongar la vida útil del conductor y sus elementos de sujeción.

15.11.2 Amortiguadores ADSS

En esta línea aérea **no se instalan cables ADSS**, por lo que **no se requieren amortiguadores específicos para cable de fibra óptica**.

No obstante, a nivel técnico cabe indicar que los amortiguadores para ADSS se emplean típicamente cuando existe cable óptico autoportante expuesto a vibraciones eólicas. Dado que esta línea carece de dicho elemento, no se instalan accesorios de este tipo.

15.11.3 Protección avifauna

Con el objeto de minimizar el riesgo de colisión o contacto accidental de aves con los conductores, se incluyen elementos de protección avifaunística en los tramos donde la orografía o el entorno lo hace recomendable.

La protección se basa en los siguientes criterios:

- Mejorar la visibilidad del conductor en zonas de vuelo bajo.
- Reducir el riesgo de electrocución en apoyos y armados.
- Cumplir las recomendaciones ambientales de los organismos competentes.

Para ello se pueden instalar **señalizadores avifauna** tipo espiral o elementos reflectantes en los tramos identificados durante el análisis ambiental. Estos accesorios son de bajo mantenimiento, ligeros y compatibles con el conductor LA-110.

15.11.4 Balizas

Las balizas cumplen la función de hacer visible la línea aérea desde largas distancias, especialmente para aeronaves ligeras, medios de vigilancia o trabajos agrícolas aéreos.

Las balizas utilizadas son:

- Tipo esfera o cilíndrica ligera.
- Fabricadas en material plástico de alta visibilidad (amarillo, blanco o naranja).
- Resistentes a radiación UV y condiciones meteorológicas extremas.
- Fijadas al conductor mediante herrajes no conductores.

Se instalan en zonas donde el relieve o el entorno lo exige, garantizando el cumplimiento de las recomendaciones de señalización aérea.

15.11.5 Placas de señalización

Las placas de señalización permiten identificar los apoyos y advertir de la presencia de una línea de Media Tensión. Cada apoyo dispone de:

- **Placa identificativa** con número de apoyo.
- **Placa de peligro de tensión eléctrica**, conforme a normativa.
- Señalización adicional en apoyos singulares (fines de línea, apoyos especiales, proximidad a caminos, etc.).

Estas placas se fabrican en materiales resistentes a la intemperie y se fijan mediante tornillería galvanizada, garantizando su legibilidad durante toda la vida útil de la instalación.

15.12 APARAMENTA

La aparamenta comprende el conjunto de dispositivos destinados a la maniobra, seccionamiento, protección y eventual automatización de la línea aérea de Media Tensión. Su finalidad es permitir la operación segura del circuito, el aislamiento de tramos para mantenimiento y la correcta coordinación con las protecciones del sistema eléctrico.

En la línea objeto del presente proyecto **no se ha previsto aparamenta instalada en los apoyos**, dado que el trazado corresponde a un tramo de transporte entre dos puntos de red ya equipados con los dispositivos necesarios. El diseño responde a los criterios de simplicidad y continuidad del circuito, dejando la maniobra y protección a los elementos instalados en los centros de transformación o subestaciones conectadas a esta línea.

No obstante, a nivel técnico se establecen las siguientes consideraciones:

- La línea está preparada para admitir en el futuro la instalación de **seccionadores aéreos bajo carga, fusibles cortacircuitos o interruptores telemandados**, si la explotación lo requiere.
- La estructura de los apoyos permite la colocación de ménsulas o herrajes auxiliares destinados a aparamenta aérea.
- La accesibilidad a los apoyos cumple las condiciones para futuras maniobras de mantenimiento o ampliación.
- Los niveles de aislamiento de los armados y cadenas permiten, si fuera necesario, incorporar equipos de desconexión correspondientes a 20 kV.

En resumen, aunque no se incluyen elementos de aparamenta en el presente proyecto, el diseño de la línea mantiene compatibilidad total con la instalación futura

de dispositivos de maniobra y seccionamiento, en caso de que la distribuidora o la planificación de red así lo requiera.

15.13 PROTECCIONES

Las protecciones constituyen el conjunto de dispositivos y criterios destinados a salvaguardar la integridad de la línea, de los equipos asociados y de las personas, actuando frente a fallos eléctricos o condiciones anómalas de operación. En el presente proyecto, la línea aérea de Media Tensión se integra en un sistema de distribución que ya dispone de los equipos de protección adecuados en sus puntos de origen y terminación.

Debido a que la línea proyectada funciona como tramo de enlace, **no se instalan protecciones locales en los apoyos**, quedando la selectividad, detección de faltas y despeje de corrientes de cortocircuito a cargo de las protecciones situadas en los centros de transformación o subestaciones asociadas.

Aun así, se consideran los siguientes aspectos técnicos:

- La línea cumple las condiciones de aislamiento y distancia necesarias para soportar las sobretensiones atmosféricas y de maniobra previstas en redes de 20 kV.
- La coordinación de aislamiento entre conductor, aislamiento y apoyos garantiza el comportamiento frente a descargas eléctricas.
- La continuidad del conductor LA-110 asegura la adecuada respuesta térmica frente a las corrientes de cortocircuito, dentro de los valores admisibles para este tipo de cable.
- Los apoyos cuentan con la posibilidad de incorporar pararrayos o descargadores en caso de que la configuración futura de la red lo requiera.
- La línea es compatible con la instalación posterior de fusibles, seccionadores o interruptores automáticos como elementos de protección distribuida.

En conjunto, la línea queda integrada en el esquema de protección general del sistema de Media Tensión, garantizando su operación segura bajo las condiciones de servicio para las que ha sido diseñada.

16.CIMENTACIONES

Las cimentaciones constituyen el elemento estructural encargado de transmitir al terreno los esfuerzos generados por los apoyos metálicos de la línea aérea de Media Tensión. Su diseño se ha realizado a partir de los esfuerzos verticales, horizontales y momentos torsionales obtenidos en los cálculos mecánicos, considerando la hipótesis de viento a 120 km/h, que es la que proporciona las cargas más desfavorables para la estabilidad de los apoyos.

El conjunto de las cimentaciones garantiza la estabilidad frente a vuelco, deslizamiento y asiento, así como la durabilidad estructural frente a las acciones permanentes y variables que actúan sobre la línea.

16.1 Tipología de cimentaciones

Las cimentaciones proyectadas son de tipo **macizo de hormigón en masa o armado**, con dimensiones adaptadas a la función y tipología de cada apoyo. Este tipo de cimentación asegura la transmisión uniforme de las cargas al terreno y proporciona la estabilidad necesaria frente a las acciones mecánicas de la línea.

Se han utilizado macizos de mayor volumen en los apoyos sometidos a mayores esfuerzos (ángulo, amarre y fin de línea), mientras que en los apoyos de alineación y altura de menor carga se han empleado cimentaciones de dimensiones optimizadas.

Las cimentaciones están enterradas y ejecutadas mediante excavación directa y hormigonado en tongadas, garantizando la correcta compactación y el comportamiento estructural previsto.

16.2 Parámetros de diseño

Para el cálculo de las cimentaciones se han empleado los esfuerzos transmitidos por los apoyos, definidos a partir del análisis electromecánico de la línea. Las cargas consideradas son:

- **Esfuerzos verticales:** entre **73 kg y 263 kg**, asociados al peso propio de conductor, armados y elementos auxiliares.
- **Esfuerzos horizontales transversales:** entre **289 kg y 3426 kg**, predominando en apoyos de ángulo y fin de línea por la acción del viento y la desviación del trazado.
- **Esfuerzos horizontales longitudinales:** entre **19 kg y 380 kg**, correspondientes principalmente a tracciones longitudinales del conductor.
- **Esfuerzo equivalente:** comprendido entre **490 kg y 3219 kg**, representando la resultante combinada que debe ser resistida por el macizo.
- **Momento torsor:** entre **8 kg·m y 158 kg·m**, asociado a la asimetría de cargas y la geometría del apoyo.

La cimentación se ha dimensionado de manera que:

- Se garantiza un coeficiente de seguridad frente a vuelco superior a los mínimos requeridos.
- Las reacciones transmitidas al terreno no superan su capacidad portante.
- Se cumplen los requisitos de estabilidad tanto en situaciones normales de operación como en condiciones climáticas extremas.

16.3 Cálculo y dimensionamiento

El dimensionamiento de cada macizo se determina en función de los esfuerzos mencionados, del tipo de apoyo y del coeficiente de seguridad requerido. Para ello se han considerado:

- La resultante de cargas introducida por el apoyo.
- El momento estabilizador generado por el peso del macizo y la reacción del terreno.
- La profundidad mínima necesaria para asegurar el empotramiento efectivo.
- La geometría óptima para contrarrestar los empujes horizontales y momentos de vuelco.

Los apoyos sometidos a mayores esfuerzos horizontales —principalmente los de ángulo, amarre y fin de línea— requieren macizos de mayor base y profundidad, mientras que en los apoyos de alineación, donde las cargas son menores, se han proyectado dimensiones ajustadas a los esfuerzos transmitidos.

El dimensionamiento se ha realizado para que cada macizo cumpla holgadamente las exigencias mecánicas, garantizando en todos los casos la estabilidad frente a:

- **Vuelco**
- **Deslizamiento**
- **Rotación del apoyo**
- **Erosión o pérdida de soporte superficial**

16.4 Materiales empleados

Las cimentaciones se ejecutan con materiales que aseguran la resistencia y durabilidad necesarias:

- **Hormigón HA-25** o superior, empleado tanto en macizos en masa como en los casos con refuerzo.
- **Acero B500**, utilizado únicamente cuando el macizo requiere armaduras internas para absorber esfuerzos localizados.
- **Galvanizados y anclajes** diseñados para garantizar la fijación del apoyo metálico y su correcta alineación.
- **Recubrimientos mínimos** conforme a la exposición del hormigón frente al terreno natural.

Todos los materiales cumplen las exigencias de calidad y normativa aplicable a cimentaciones de estructuras de líneas aéreas.

16.5 Proceso constructivo

La construcción de las cimentaciones se realiza en las siguientes fases:

- Excavación del macizo a la profundidad y sección establecidas en el proyecto.
- Colocación de armaduras cuando el diseño lo requiera.
- Posicionamiento del alojamiento o placas de anclaje para el apoyo metálico.
- Vertido del hormigón en tongadas y compactación mediante vibrado.
- Nivelación del macizo y verificación geométrica antes del fraguado.
- Protección del hormigón durante el proceso de endurecimiento.

Durante la ejecución se garantizará:

- La estabilidad de las paredes de la excavación.
- La correcta alineación del apoyo respecto al eje de la línea.
- El control de asentamientos y movimientos durante el hormigonado.

16.6 Control de calidad

Para asegurar la correcta ejecución de las cimentaciones se realizan los siguientes controles:

- Verificación de las dimensiones de la excavación respecto al diseño.
- Comprobación del posicionamiento de armaduras y anclajes.
- Control del hormigón recibido, tanto en resistencia como en consistencia.
- Inspección visual durante el vertido y vibrado.
- Revisión final del macizo antes del montaje del apoyo.

Estos controles garantizan que las cimentaciones cumplen todas las especificaciones del proyecto y proporcionan una base segura y duradera para los apoyos metálicos de la línea aérea.

17.PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

La puesta a tierra de los apoyos garantiza la seguridad de la línea aérea de Media Tensión, permitiendo la descarga de corrientes de defecto, sobretensiones y descargas atmosféricas hacia el terreno. Este sistema evita la aparición de tensiones peligrosas de paso y contacto y asegura la equipotencialidad de toda la estructura metálica del apoyo.

Criterios generales:

La puesta a tierra se ejecuta en todos los apoyos metálicos, asegurando la continuidad eléctrica de sus elementos y la correcta disipación de corrientes. Se adoptan criterios de seguridad que garantizan:

- Derivación eficaz de corrientes de defecto.
- Limitación de tensiones de paso y contacto.
- Coordinación con las condiciones de operación de la red de 20 kV.
- Compatibilidad con futuras instalaciones de equipos de protección y maniobra.

Sistema de puesta a tierra

La toma de tierra de cada apoyo se materializa mediante:

- Pica de acero-cobre hincada en el terreno.
- Conductor desnudo de cobre que une la pica con el fuste del apoyo.
- Elementos de unión galvanizados que aseguran el contacto eléctrico permanente.

En terrenos de alta resistividad, el sistema puede complementarse con picas adicionales o anillos de tierra enterrados para alcanzar los valores requeridos.

Continuidad eléctrica del apoyo

Se garantiza que todos los componentes metálicos del apoyo fuste, armados, crucetas y tornillería permanecen eléctricamente unidos, evitando potenciales flotantes. Las conexiones se protegen frente a corrosión, esfuerzos mecánicos y vibraciones.

Resistencia de puesta a tierra

La resistencia del sistema debe adecuarse a los valores recomendados para líneas de Media Tensión, manteniéndose en valores compatibles con la seguridad eléctrica.

Cuando las características del terreno lo requieren, se ejecutan sistemas complementarios para reducir la resistencia.

Protección frente a descargas atmosféricas

Los apoyos actúan como vía de derivación de descargas atmosféricas hacia el terreno. La puesta a tierra permite:

- Disipar la corriente de rayo.
- Evitar daños en aisladores y armados.
- Reducir la tensión en la estructura durante descargas.

17.1 Electrodo de Puesta a Tierra

El electrodo de puesta a tierra constituye el elemento encargado de establecer el contacto directo con el terreno para evacuar las corrientes procedentes de defectos fase–tierra y de descargas atmosféricas. Su correcta selección y su instalación garantizan que las tensiones de paso y de contacto permanezcan dentro de valores seguros a lo largo de la vida útil de la línea.

En esta instalación, formada por apoyos metálicos sometidos a esfuerzos horizontales comprendidos entre **289 kg y 3426 kg**, y momentos torsionales de hasta **158 kg·m**, es imprescindible que cada apoyo disponga de un electrodo individual que asegure la derivación de las corrientes al terreno de forma controlada y estable.

Tipología del electrodo

En los apoyos de la línea se utilizan electrodos del tipo **pica de acero-cobre**, hincados verticalmente en el terreno. Este tipo de electrodo presenta:

- Buena conductividad y baja impedancia.
- Elevada resistencia mecánica durante la hinca.
- Durabilidad prolongada frente a corrosión.
- Estabilidad del valor de resistencia en condiciones variables de humedad.

Las longitudes normalizadas empleadas permiten alcanzar capas de terreno con características más favorables para la disipación de corriente.

Disposición en el terreno

El electrodo se sitúa en las proximidades de la cimentación, manteniendo:

- Una separación adecuada respecto al macizo para evitar interferencias entre ambos elementos.
- Una profundidad suficiente para garantizar la estabilidad higrométrica.
- Un emplazamiento libre de rellenos recientes o terrenos alterados.

La instalación se realiza mediante hinca hasta alcanzar la profundidad prevista, procurando no dañar el recubrimiento del electrodo.

Conexión con la línea de tierra

El electrodo se conecta al conductor de puesta a tierra mediante grapas o abrazaderas diseñadas para servicio enterrado. Estas uniones garantizan:

- Baja resistencia de contacto.
- Continuidad eléctrica fiable bajo condiciones de humedad y corrosión.
- Resistencia mecánica frente a vibraciones y esfuerzos transmitidos por el apoyo.

Las conexiones quedan enterradas, pero su disposición permite su inspección en caso de intervenciones posteriores.

Comportamiento frente a descargas y defectos

El electrodo debe ser capaz de disipar:

- Corrientes de rayo que alcancen directamente el apoyo.
- Corrientes de defecto procedentes de fallos fase–tierra.
- Tensiones inducidas en la estructura metálica durante episodios de tormenta.

El conjunto electrodo–conductor–apoyo actúa como un sistema continuo, permitiendo que la corriente fluya hacia el terreno sin afectar a los elementos sensibles de la línea, como aisladores, grapas o armados.

17.2 Línea de Tierra

La línea de tierra constituye el elemento conductor que enlaza el apoyo metálico con el electrodo enterrado, asegurando la continuidad eléctrica del sistema de puesta a tierra y permitiendo la derivación de las corrientes de defecto y de las descargas atmosféricas. Su correcta selección, instalación y protección son fundamentales para garantizar el comportamiento seguro y estable del apoyo frente a tensiones de contacto y de paso.

Características del conductor utilizado

El conductor empleado para la línea de tierra es un **conductor desnudo de cobre**, seleccionado por su elevada conductividad, resistencia frente a la corrosión y capacidad para soportar esfuerzos térmicos derivados de corrientes transitorias de alta intensidad. La sección del conductor se dimensiona de acuerdo con:

- Las corrientes de defecto previsibles en una red de Media Tensión de 20 kV.
- La necesidad de mantener una baja impedancia en el enlace electrodo–apoyo.
- La durabilidad frente a ciclos de humedad, corrosión y esfuerzos mecánicos.

Esta configuración garantiza un comportamiento estable incluso tras repetidas descargas atmosféricas.

Trazado y instalación del conductor

La línea de tierra se extiende desde el punto de conexión del apoyo metálico hasta el electrodo enterrado, siguiendo un trazado directo y compacto. Durante su instalación se consideran los siguientes criterios:

- Reducir al mínimo la longitud del recorrido para evitar incrementos innecesarios de impedancia.
- Asegurar un enterramiento adecuado del conductor en la mayor parte del recorrido.
- Evitar radios de curvatura excesivamente reducidos o puntos de tensión mecánica.
- Alejar el conductor de elementos susceptibles de provocar interferencias o deterioro (piedras vivas, aristas, restos de obra).

En el tramo expuesto, próximo al fuste del apoyo, el conductor se protege mediante canaletas o tubos adecuados.

Unión al apoyo metálico

El punto de conexión entre la línea de tierra y la estructura metálica del apoyo se localiza en la parte baja del fuste, en la zona más próxima al terreno. Para garantizar la equipotencialidad de la estructura:

- Se emplean grapas o abrazaderas específicas para puesta a tierra.
- La superficie de contacto del apoyo se encuentra libre de pintura, óxidos o recubrimientos que dificulten el paso de corriente.
- Las uniones se aprietan con tornillería de alta resistencia y tratamiento anticorrosión.
- Se comprueba la continuidad eléctrica tras la instalación mediante ensayo directo.

Este punto constituye el nodo principal del sistema de equipotencialidad del apoyo.

Unión con el electrodo

En el extremo enterrado del conductor se dispone la conexión con la pica mediante abrazaderas normalizadas para uso subterráneo. Este enlace debe asegurar:

- Resistencia mecánica frente a tracción y vibración.
- Baja resistencia de contacto a lo largo del tiempo.
- Protección frente a procesos de corrosión propios del terreno.
- Estanqueidad eléctrica bajo condiciones de humedad.

La unión queda enterrada, pero su geometría permite su identificación y acceso si fuera necesaria una inspección o sustitución futura.

Comportamiento eléctrico

La línea de tierra debe mantener su integridad y continuidad en todo momento, incluso ante:

- Descargas atmosféricas directas sobre el apoyo.
- Corrientes de defecto fase–tierra.
- Sobretensiones inducidas durante maniobras o fenómenos meteorológicos adversos.

Su función es asegurar que la corriente fluye hacia el electrodo sin generar tensiones peligrosas en el apoyo, ni afectar a los elementos aislados de la línea.

17.3 Clasificación de los apoyos según su ubicación

La clasificación de los apoyos según su ubicación permite determinar el tipo de sistema de puesta a tierra que debe aplicarse en cada caso, garantizando que las tensiones de paso y de contacto permanezcan dentro de los límites de seguridad establecidos. Esta clasificación depende de las características del entorno en el que se encuentra cada apoyo y de la probabilidad de presencia de personas en sus proximidades.

A efectos de diseño, se distingue entre apoyos **no frecuentados** y apoyos **frecuentados**, asignando a cada grupo un nivel de protección acorde con el riesgo asociado. Esta clasificación determina el tipo de electrodo, la configuración de la línea de tierra y la necesidad o no de medidas adicionales de seguridad.

Apoyos no frecuentados

Se consideran no frecuentados aquellos apoyos situados en zonas rurales, de acceso restringido o alejadas de caminos, carreteras, sendas, edificaciones o áreas de circulación habitual.

En estas ubicaciones, la probabilidad de interacción con personas es reducida y, por tanto, los requisitos de protección frente a tensiones de paso y contacto pueden ajustarse a configuraciones más simples, siempre garantizando el cumplimiento de los valores límite establecidos.

La mayor parte de los apoyos de esta línea especialmente los de alineación y gran parte de los de ángulo y amarre se encuentran en este tipo de entorno, donde la densidad de tránsito es mínima.

Apoyos frecuentados

Se consideran apoyos frecuentados aquellos ubicados en las proximidades de:

- Caminos, vías rurales o pistas agrícolas.
- Zonas de paso habitual, accesos o sendas transitadas.
- Entornos con actividad humana regular.
- Cruces con infraestructuras o áreas de trabajo.

En estos emplazamientos, la presencia potencial de personas obliga a adoptar medidas adicionales de protección que limiten de forma más estricta las tensiones de paso y contacto. Estas medidas se aplican especialmente en apoyos cercanos a caminos practicables, áreas agrícolas activas o accesos ocasionales.

La clasificación del tipo de ubicación se determina directamente durante la fase de obra, una vez comprobada la accesibilidad real de cada apoyo.

17.4 Sistemas de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra adoptado en cada apoyo depende tanto de su tipología como de su ubicación y accesibilidad. El objetivo es garantizar que las tensiones de paso y de contacto se mantengan dentro de los valores de seguridad establecidos, independientemente de las corrientes que puedan llegar a circular por el apoyo durante un defecto o una descarga atmosférica.

En función del entorno en el que se localiza cada apoyo, se distinguen dos configuraciones principales: **apoyos no frecuentados** y **apoyos frecuentados**, aplicando en cada caso el nivel de protección adecuado.

17.4.1 Apoyos no frecuentados

En los apoyos no frecuentados, el riesgo de presencia de personas en el entorno inmediato es reducido. Por ello, el sistema de puesta a tierra se configura con una solución básica que garantiza la seguridad eléctrica sin necesidad de protecciones adicionales.

En estos apoyos, el sistema de puesta a tierra está formado por:

- Un **electrodo individual** tipo pica de acero-cobre instalado junto al apoyo.
- Un **conductor de enlace** entre el electrodo y el fuste del apoyo, asegurando la continuidad eléctrica.
- Uniones mecánicas y eléctricas protegidas frente a corrosión y esfuerzos mecánicos.

Esta solución proporciona una baja impedancia, suficiente para evacuar corrientes de defecto y descargas atmosféricas, especialmente en apoyos de

alineación y en la mayoría de los apoyos de ángulo sometidos a esfuerzos moderados.

Para este tipo de ubicación no se requiere ejecutar sistemas de tierra adicionales, ya que el riesgo asociado a tensiones de paso y contacto es mínimo debido a la ausencia habitual de personas en los alrededores del apoyo.

17.4.2 Apoyos frecuentados

En los apoyos localizados en zonas donde puede existir presencia habitual de personas —como caminos, accesos o áreas de trabajo— es necesario adoptar sistemas de puesta a tierra reforzados que garanticen un mayor nivel de seguridad.

Estos apoyos requieren soluciones que reduzcan significativamente la tensión transferida al terreno durante un defecto, por lo que el sistema de tierra incorpora medidas adicionales para mejorar la dispersión de corriente y limitar el gradiente de potencial superficial.

Los sistemas empleados en estos apoyos pueden incluir:

- **Electrodos adicionales**, instalados en paralelo para reducir la resistencia de tierra.
- **Aros o conductores perimetrales enterrados** alrededor del apoyo, que distribuyen la corriente y disminuyen las tensiones de paso.
- **Incremento de la longitud del electrodo** mediante varias picas unidas entre sí.
- **Optimización del trazado** del conductor de tierra para minimizar impedancias.
- **Protecciones adicionales** aplicadas directamente en la base del apoyo, según el nivel de riesgo.

Estas medidas permiten asegurar que el apoyo se mantenga dentro de los límites de seguridad exigidos, incluso cuando el entorno presenta tránsito esporádico o habitual.

17.4.3 Medidas adicionales de seguridad

En los apoyos frecuentados se aplican medidas complementarias destinadas a mitigar el riesgo de que una persona pueda encontrarse en el área de influencia del apoyo durante un defecto eléctrico o una descarga atmosférica.

Estas medidas pueden incluir:

- **Anillos de tierra** colocados a una distancia adecuada del apoyo, reduciendo el gradiente de potencial en la superficie del terreno.

- **Aumento de la profundidad del electrodo** para mejorar su rendimiento en terrenos de resistividad elevada.
- **Entierro a mayor profundidad** del conductor de tierra en las zonas más accesibles.
- **Protección mecánica adicional** del conductor en las proximidades del apoyo.
- **Minimización de tensiones de contacto** mediante diseños que incrementan la equipotencialidad del entorno inmediato.

La aplicación de estas protecciones garantiza que los apoyos situados en áreas accesibles cumplan los criterios de seguridad requeridos para una instalación de Media Tensión y ofrece una protección adecuada frente a tensiones peligrosas durante el funcionamiento normal y en situaciones de defecto.

18.MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA

Las medidas de protección avifaunística tienen por objeto reducir el riesgo de colisión y electrocución de aves en la línea aérea de Media Tensión. Este tipo de medidas son obligatorias en líneas eléctricas situadas en entornos donde existe actividad aviar significativa o donde el trazado atraviesa espacios abiertos en los que las aves pueden utilizar los apoyos como posaderos o rutas de desplazamiento.

Criterios generales

Las actuaciones adoptadas en esta línea se ajustan a las prácticas habituales de protección para líneas de 20 kV, incorporando elementos que incrementan la visibilidad de los conductores y disminuyen el riesgo de contacto con elementos en tensión.

Se priorizan aquellas soluciones que no alteran el funcionamiento mecánico de la línea, no afectan a la tensión o flecha de los conductores y presentan larga durabilidad en intemperie.

Elementos instalados

En los vanos en los que se ha considerado necesario mejorar la visibilidad del conductor, se instalan los siguientes elementos:

- **Espirales salvapájaros:** elementos helicoidales que aumentan la percepción del conductor durante el vuelo y reducen la probabilidad de colisión. Su diseño ligero y flexible permite su instalación sin modificar la tensión del conductor LA-110 ni los esfuerzos en apoyos.
- **Balizas de marcaje:** dispositivos de alta visibilidad que se colocan en puntos estratégicos del tramo, especialmente en zonas amplias o donde el conductor queda más expuesto visualmente. Estas balizas están fabricadas en materiales resistentes a radiación UV y a condiciones ambientales extremas.

Ambos elementos se distribuyen de forma que no alteren el comportamiento mecánico del vano ni la distribución de cargas en los apoyos (HAR, HA, C-2000, C-3000, MI-2000, MI-2500 y C-500).

Criterios de ubicación

La ubicación de los elementos de protección se determina en función de:

- La apertura del terreno y la visibilidad del tramo.
- La altura del vano y la longitud entre apoyos.
- La presencia de zonas de vuelo o tránsito de aves.
- La distribución de cargas mecánicas aportadas por los elementos adicionales.

Se evita colocar dispositivos en puntos donde la carga añadida pueda interferir con grapas, aisladores o armados, garantizando la integridad mecánica de la línea.

Compatibilidad mecánica

Las protecciones seleccionadas son compatibles con:

- El conductor LA-110 y su diámetro real.
- Las tensiones y flechas obtenidas en tus documentos de cálculo.
- Las condiciones de viento consideradas en los esfuerzos máximos (hasta 3426 kg horizontales).
- El diseño de apoyos y armados instalados en la línea.

Esto asegura que no se modifican las flechas, la tensión del vano ni las solicitaciones en los apoyos.

Durabilidad y mantenimiento

Los elementos instalados presentan:

- Gran resistencia a la fatiga por viento.
- Estabilidad frente a radiación UV.
- Baja masa, evitando cargas adicionales en el conductor.
- Ausencia de mantenimiento significativo durante la vida útil de la línea.

El personal de mantenimiento únicamente deberá comprobar, en las inspecciones ordinarias, la correcta fijación y estado superficial de estos elementos.

19.DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias de seguridad de la línea aérea de Media Tensión se han comprobado para garantizar que, en todas las situaciones de servicio contempladas en el cálculo mecánico (temperatura, viento y configuración de vanos), se cumplen

las separaciones mínimas exigidas respecto a otros elementos en tensión, a partes en masa y al terreno.

El diseño se ha realizado para una tensión nominal de **20 kV**, verificando:

- La **distancia mínima a masa exigida**, que para esta tensión es de **0,22 m**.
- Las distancias mínimas entre fases y entre fases y elementos de protección.
- Las distancias al terreno y a los puntos singulares (camino, zonas de acceso, etc.).

En los cálculos específicos de la línea se han utilizado las alturas definitivas de los conductores en cada apoyo, las longitudes de cadena, la oscilación del puente, el diámetro del conductor y el efecto del viento, verificando que en todos los casos las distancias reales son iguales o superiores a las exigidas.

19.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

La distancia de aislamiento eléctrico tiene por objeto evitar descargas entre los conductores en tensión y cualquier elemento puesto a tierra o en masa (estructura del apoyo, herrajes, protecciones, etc.), tanto en condiciones normales de servicio como ante las situaciones más desfavorables de flecha y oscilación del conductor.

Para una línea de **20 kV**, la **distancia mínima a masa exigida** adoptada en el cálculo es de:

- **Distancia a masa exigida (Del): 0,22 m**

Esta separación se ha comprobado específicamente en los apoyos de fin de línea y anclaje, que son los más solicitados desde el punto de vista geométrico, utilizando:

- Alturas útiles de replanteo y alturas definitivas del conductor.
- Longitud de las cadenas de aisladores.
- Oscilación del puente (20°) y desplazamiento lineal asociado.
- Flechas calculadas para las hipótesis de viento y temperatura.

Con estos datos, se ha verificado que:

- La **distancia existente entre los conductores y las partes metálicas en masa** (estructura del apoyo, armados, herrajes de suspensión y amarre) es siempre **igual o superior a 0,22 m** en las condiciones más desfavorables.
- La distancia en los apoyos de fin de línea (tipos **HAR-5000-11** y **HA-4500-10**) se mantiene por encima del valor exigido, incluso considerando la máxima flecha y la oscilación del conductor.

De este modo se asegura que no se producen descargas disruptivas entre elementos en tensión y partes puestas a tierra bajo las condiciones de servicio previstas para la línea.

19.2 Distancia de los conductores eléctricos entre sí

La distancia entre conductores en una línea aérea de Media Tensión debe garantizar que no se produzcan descargas eléctricas entre fases bajo ninguna de las condiciones contempladas en el cálculo mecánico: temperatura mínima y máxima, viento, oscilación del puente y flechas máximas del conductor LA-110.

La separación entre fases viene determinada por:

- La geometría del armado instalado en cada apoyo.
- La distancia horizontal entre puntos de fijación de las grapas.
- La longitud y disposición de las cadenas de aisladores.
- La oscilación angular máxima considerada para el conductor ($\pm 20^\circ$).
- El diámetro del conductor y su movimiento por viento.

En la línea objeto del proyecto, la separación mecánica entre fases en los armados utilizados se mantiene dentro de las configuraciones normalizadas para 20 kV, garantizando una distancia suficiente en todos los apoyos:

- Apoyos de alineación (C-500, C-2000, C-3000).
- Apoyos de ángulo y amarre (MI-2000, MI-2500, C-3000-11).
- Apoyos de fin de línea (HAR-5000-11 y HA-4500-10).

En todos los casos, la distancia nominal entre las grapas de suspensión o amarre es la fijada por el armado correspondiente, superando siempre la mínima requerida por normativa para evitar descargas entre fases.

Verificación con oscilación por viento

En la comprobación realizada se ha empleado:

- Oscilación angular del conductor: **20°**
- Desplazamiento horizontal del conductor por viento: valor adoptado según geometría del vano y longitud de cadena.
- Flechas máximas obtenidas de tus documentos ("TENSIONES Y FLECHA DE FASES.pdf").

Con estas condiciones, se verifica que:

- Los conductores no invaden la zona de seguridad de las fases contiguas.
- La distancia mínima entre fases se mantiene superior a la distancia dieléctrica necesaria para 20 kV.
- No existen cruces críticos en apoyos de ángulo ni en armados de amarre, incluso en las configuraciones más desfavorables.

19.3 Distancias del cable de fibra óptica autoportado (ADSS) y de sus herrajes en el apoyo

En este proyecto **no se instala cable de fibra óptica autoportado (ADSS)** en el trazado de la línea aérea de Media Tensión. No obstante, se incluye este apartado para mantener la estructura y numeración establecida en el índice técnico de diseño.

Aunque la línea no incorpora este tipo de cable, las distancias mínimas exigibles se conocen y se aplican en caso de futuras ampliaciones o modificaciones de la infraestructura.

Ausencia de cable ADSS en la línea

Los vanos de la línea están compuestos exclusivamente por:

- Conductor LA-110 para las fases.
- Herrajes de suspensión y amarre correspondientes a las series de apoyos instaladas (C-500, C-2000, C-3000, MI-2000, MI-2500, HAR-5000 y HA-4500).
- Elementos auxiliares mecánicos y avifauna cuando corresponden.

No existe ningún tramo con cable de comunicaciones ADSS en paralelo al conductor ni fijado a los apoyos.

Condiciones que se aplicarían en caso de instalación futura

En caso de que en un futuro se contemple la instalación de un cable ADSS en esta infraestructura, se deberá garantizar:

- Una distancia mínima respecto a las fases para evitar descargas o contactos en condiciones de oscilación.
- La separación suficiente respecto a armados, grapas y ménsulas del apoyo.
- La compatibilidad con las condiciones de flecha y esfuerzos mecánicos del vano.
- El cumplimiento de las distancias dieléctricas mínimas exigidas para redes de 20 kV.

Asimismo, deberán verificarse las distancias en los apoyos en situaciones extremas de viento y temperatura, considerando la flecha del ADSS y la del conductor LA-110 de fase.

19.4 Distancia de la línea al terreno

La distancia mínima entre los conductores de la línea aérea y el terreno se ha verificado para asegurar que, en todas las condiciones de operación previstas (temperatura, flecha, viento y oscilación del conductor), se mantienen separaciones iguales o superiores a los valores exigidos para una red de Media Tensión de 20 kV.

La comprobación se realiza utilizando:

- Las flechas obtenidas del cálculo mecánico del conductor LA-110.
- La altura definitiva de los conductores en cada apoyo.
- La longitud de cadena correspondiente al tipo de armado instalado.
- La oscilación máxima del conductor por viento ($\pm 20^\circ$).
- Los vanos reales obtenidos del replanteo.

Con estos parámetros, se determina la cota mínima alcanzada por el conductor en cada vano, comparándola con la cota del terreno.

Criterios generales aplicados

Para líneas de 20 kV, la distancia mínima conductor–terreno debe cumplir en todo momento la separación exigida para zonas:

- Agrícolas
- Forestales
- Terrenos naturales
- Zonas de tránsito eventual

La altura de conductor en el punto medio del vano, bajo flecha máxima, debe conservar una diferencia suficiente respecto al terreno en su configuración más desfavorable.

Comprobación con flecha máxima

Las flechas usadas en esta verificación proceden de las tablas de cálculo que se encuentran en el nejo justificativo calculo mecanico red aérea obtenidas para:

- Hipótesis de viento
- Hipótesis de baja temperatura
- Hipótesis de máxima flecha por peso propio

A partir de estos valores, se ha comprobado que:

- El punto más bajo del conductor se sitúa en todos los casos **por encima de la altura mínima requerida** para líneas de 20 kV.
- No existen intersecciones críticas con el perfil del terreno.
- Los vanos con apoyos de mayor altura (HA-4500-10 y HAR-5000-11) superan holgadamente las distancias mínimas exigidas.
- Los vanos más largos, donde la flecha es mayor, han sido analizados individualmente para confirmar el cumplimiento.

Comprobación en zonas de pendiente o desnivel

En los tramos donde el terreno presenta variaciones significativas de cota:

- Se ha considerado la cota del punto más elevado respecto a la proyección vertical del conductor.
- La verificación se ha realizado para el punto más desfavorable del perfil longitudinal.

Incluso en estos casos se mantiene la distancia mínima conductor–terreno necesaria para garantizar la seguridad del tendido.

19.5 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

La distancia entre la línea aérea de Media Tensión proyectada y otras líneas existentes tanto eléctricas como de telecomunicación— debe garantizar la seguridad de ambas instalaciones y evitar acercamientos peligrosos entre conductores en tensión, apoyos o estructuras.

Este apartado analiza las separaciones necesarias y verifica que, en caso de existir líneas paralelas o cruzamientos, se mantendrían los valores exigidos para redes de 20 kV.

En el trazado actual **no existen cruces ni paralelismos significativos con otras líneas aéreas**, pero se incluye esta comprobación para mantener la estructura normativa del proyecto.

Distancias con otras líneas eléctricas aéreas

En caso de existir líneas eléctricas próximas, la distancia mínima entre ambas debe garantizar:

- Que no existe riesgo de contacto entre conductores en situaciones de viento u oscilación.
- Que la caída de un conductor no invada la zona de seguridad de la otra línea.
- Que se mantenga el nivel de aislamiento requerido para 20 kV.

Las distancias se verifican en función de:

- La flecha máxima del conductor LA-110.
- La oscilación angular adoptada ($\pm 20^\circ$).
- La altura efectiva del conductor en cada vano.
- La disposición geométrica de los armados en ambas líneas.

Incluso aplicando los valores más desfavorables de flecha y viento, se mantiene una separación suficiente para evitar interferencias entre líneas de MT, BT o AT.

Distancias con líneas aéreas de telecomunicación

En caso de existir líneas de telecomunicación (telefonía, fibra aérea, radioenlaces o ADSS ajenos a la instalación), deben mantenerse distancias que:

- Eviten posibles acoplamientos eléctricos.
- Impidan el contacto accidental entre conductores o cables colgados.
- Garantizan que los elementos de telecomunicaciones no invadan la zona de caída del conductor de MT.

En líneas paralelas se debe asegurar:

- Una separación horizontal suficiente para evitar inducidos o descargas.
- Distancias verticales adecuadas en cruces, garantizando que la línea de telecomunicaciones queda fuera del volumen de seguridad del conductor LA-110.

Situación en la línea proyectada

En el trazado de la línea proyectada:

- **No se han identificado líneas eléctricas aéreas existentes** que crucen o discurren en paralelo al trazado.
- **No existen cables de telecomunicación aéreos** en la zona de obra que requieran tratamiento específico.
- **No existe cable ADSS** instalado en los apoyos de la línea.

Por tanto, no es necesario adoptar medidas adicionales de protección o modificación de alturas.

19.5.1 Cruzamientos

El análisis del trazado de la línea aérea proyectada confirma que **no existen cruces con otras líneas eléctricas aéreas ni con líneas aéreas de telecomunicación** en ninguno de los vanos.

No obstante, se incluye este apartado para dejar constancia de la comprobación y cumplir con la estructura normativa del proyecto.

En caso de que existiera un cruzamiento, se deberían cumplir las siguientes condiciones:

- Mantener siempre la **separación vertical mínima** exigida entre la línea de 20 kV y la línea cruzada.
- Comprobar que, en la hipótesis más desfavorable de flecha y viento, el conductor LA-110 **no invade la zona de seguridad** de la otra instalación.
- Asegurar que la caída accidental de un conductor no pueda producir contacto entre ambas líneas.
- Garantizar la distancia al terreno en el punto de cruce si se tratara de líneas de telecomunicación.

Como el trazado **no presenta cruces**, las distancias se cumplen sin necesidad de medidas adicionales.

19.5.2 Paralelismos

Tras revisar el trazado completo, se confirma que **la línea proyectada no discurre en paralelo** a otras líneas eléctricas aéreas ni a líneas aéreas de telecomunicación a una distancia que requiera estudio específico.

En caso de existir paralelismos obligatorios en un proyecto, deberían verificarse:

- La distancia horizontal mínima entre ambas líneas.
- La distancia vertical en los puntos donde existan cambios de cota entre trazados próximos.
- La ausencia de inducidos peligrosos en líneas de telecomunicación.
- La separación suficiente para permitir el mantenimiento independiente de cada instalación.

Dado que **no existe ningún tramo en el que se produzca esta situación**, el diseño de la línea cumple las distancias requeridas sin necesidad de ajustes adicionales.

19.6 Distancia a carreteras

La distancia entre los conductores de la línea aérea de Media Tensión y las carreteras próximas debe garantizar que, incluso en las condiciones más desfavorables de flecha, oscilación por viento y carga mecánica, el conductor LA-110 mantiene una separación suficiente respecto al firme de la vía para asegurar la circulación de vehículos y la seguridad de los usuarios.

El análisis del trazado confirma que la línea **no atraviesa carreteras**, pero sí discurre en algunos puntos próximos a caminos rurales o accesos agrícolas. Aun así, ninguno de estos caminos dispone de categoría o anchura equiparable a una carretera, y no se produce en ningún punto la proyección del vano sobre una vía asfaltada o de tráfico rodado intenso.

Para líneas de 20 kV, las distancias mínimas a carreteras incluirían:

- Mantener la altura mínima reglamentaria del conductor en el punto de cruce.
- Garantizar que la flecha máxima no invade la zona de gálibo de la vía.
- Verificar que la oscilación del conductor no reduce la distancia de seguridad lateral.
- Comprobar la cota del terreno y su correspondencia con el perfil longitudinal de la carretera.

Dado que **el trazado de la línea no cruza ni discurre sobre carreteras**, todas las distancias requeridas quedan automáticamente satisfechas.

19.6.1 Cruzamientos

En la comprobación detallada del replanteo no se ha identificado ningún punto donde el tendido de la línea aérea cruce una carretera, vía asfaltada o camino rodado con categoría equivalente.

No existe por tanto:

- Proyección del conductor LA-110 sobre la plataforma de una carretera.
- Riesgo de afectación al gálibo de tráfico.
- Necesidad de elevar apoyos, modificar alturas o adoptar medidas adicionales.

En caso de que existiera un cruce, deberían verificarse los siguientes criterios:

- El conductor debe mantener la altura mínima exigida sobre la calzada.
- La flecha máxima del vano debe situarse por encima del gálibo mínimo de seguridad.
- La oscilación lateral no debe afectar al perímetro de la vía.
- Se debe analizar la cota del punto más elevado de la carretera dentro del vano.

Como no existe ningún cruzamiento, no es necesario adoptar medidas correctoras.

19.7 Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Las líneas ferroviarias sin electrificar requieren mantener una separación mínima respecto a los conductores de la línea aérea de Media Tensión para garantizar la seguridad de la explotación ferroviaria y evitar que, en situaciones de flecha máxima o viento lateral, el conductor pueda invadir el espacio de gálibo del ferrocarril.

La revisión del trazado confirma que **la línea proyectada no discurre en las proximidades de ninguna vía férrea sin electrificar**, ni se aproxima a zonas donde se prevea la existencia de plataformas ferroviarias, ramales industriales o infraestructuras en desuso.

En un cruce hipotético, deberían cumplirse, entre otras, las siguientes condiciones:

- Mantener la altura mínima del conductor sobre la vía férrea.
- Considerar la flecha máxima del conductor LA-110 en el punto medio del vano.
- Asegurar que la oscilación lateral ($\pm 20^\circ$) no invade el perímetro de seguridad del ferrocarril.
- Verificar la cota del carril más elevado.

Al no darse ninguna de estas situaciones en la línea proyectada, se concluye que la instalación **cumple las distancias de seguridad** respecto a ferrocarriles sin electrificar sin necesidad de adoptar medidas adicionales.

19.7.1 Cruzamientos

Tras realizar el análisis de todo el trazado mediante el replanteo, se confirma que **no se produce ningún cruzamiento** con líneas ferroviarias sin electrificar.

Esto implica que:

- No existe proyección vertical del vano sobre una vía férrea.
- No hay afección al gálibo ferroviario.
- No es necesario elevar apoyos, modificar alturas ni aplicar protecciones específicas.
- No se requiere coordinación con infraestructura ferroviaria.

En caso de existir un cruzamiento, sería obligatorio verificar:

- La altura mínima del conductor sobre la plataforma del ferrocarril.
- La distancia horizontal en zonas de proximidad lateral.
- Que la caída eventual del conductor no pueda alcanzar la vía.

Dado que el trazado **no intersecta con ninguna infraestructura ferroviaria**, no existe riesgo para su operación ni necesidad de medidas correctoras.

19.8 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

En las proximidades de ferrocarriles electrificados, tranvías o sistemas de tracción por catenaria, la distancia entre los conductores de la línea aérea de Media Tensión y la infraestructura de transporte debe garantizar la seguridad eléctrica y mecánica de ambas instalaciones.

La línea proyectada discurre íntegramente por un entorno rural y agrícola, en áreas donde **no existen líneas ferroviarias electrificadas, tranvías ni trolebuses**, ni tampoco se prevén infraestructuras de este tipo en el área de influencia del trazado.

Aun así, se incluye este apartado para documentar la comprobación y mantener la estructura de la memoria conforme al índice establecido.

En caso de existir proximidad a una línea ferroviaria electrificada, los criterios que deberían verificarse incluyen:

- La separación vertical entre el conductor LA-110 y la catenaria o sistemas de alimentación.
- La distancia horizontal necesaria para evitar acoplamientos o interferencias.
- La comprobación de la flecha máxima del conductor respecto al gálibo ferroviario electrificado.
- La no invasión del volumen de seguridad de la catenaria por efecto del viento.

Dado que **no existe ninguna infraestructura de este tipo en el entorno de la línea**, las distancias de seguridad exigibles se cumplen automáticamente.

19.8.1 Cruzamientos

Tras analizar el trazado completo mediante el replanteo, se confirma que **la línea aérea proyectada no cruza ninguna infraestructura ferroviaria electrificada**, ni trazados de tranvía, metro ligero o trolebús.

En consecuencia:

- No existe cruce entre el vano del conductor LA-110 y catenarias o equipos de tracción eléctrica.
- No hay proyección del vano sobre plataformas ferroviarias electrificadas.
- No se requieren modificaciones de altura, armado o tipología de apoyo.
- No se precisan estudios adicionales de compatibilidad electromagnética.

Si en un futuro se produjera un cruce de este tipo, deberían analizarse:

- Altura mínima del conductor sobre la catenaria.
- Distancia horizontal respecto a postes, ménsulas y elementos de soporte.
- Condiciones de flecha y oscilación del conductor en el punto de cruce.
- Distancias dieléctricas frente a partes activas de la infraestructura ferroviaria.

Como **no existe ningún cruzamiento**, la línea proyectada cumple plenamente las distancias requeridas en este apartado.

19.9 Distancias a teleféricos y cables transportados

Las líneas aéreas deben mantener una separación suficiente respecto a teleféricos, cables de transporte de personas o materiales, y cualquier instalación suspendida que pueda intersectar la trayectoria del conductor.

Tras el análisis completo del trazado se confirma que **la línea proyectada no se encuentra en ningún punto próxima a teleféricos ni cables transportados**, ni existe ninguna infraestructura de este tipo dentro del entorno de influencia de los apoyos instalados.

En caso de existir proximidad a estas instalaciones, deberían garantizarse:

- La distancia vertical mínima entre el conductor LA-110 y el cable transportado.
- Que la flecha máxima no invade la envolvente dinámica del teleférico.
- Separación horizontal suficiente para evitar interferencias mecánicas o eléctricas.

Como no existe ninguna infraestructura de este tipo en el trazado, **la distancia de seguridad se cumple sin necesidad de medidas adicionales**.

19.10 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Para cruzamientos con ríos, canales o cursos de agua navegables o flotables, se deben garantizar alturas mínimas que aseguren el paso de embarcaciones u operaciones de mantenimiento.

El trazado de la línea proyectada **no atraviesa ríos, canales navegables ni cauces con actividad flutable**, únicamente discurre sobre terrenos rústicos sin presencia de cauces catalogados como navegables.

Por lo tanto, no es necesario aplicar requisitos adicionales de gálibo fluvial ni adaptar las alturas de los apoyos para este tipo de cruzamientos.

19.10.1 Cruzamientos

La comprobación del replanteo confirma que **la línea aérea no cruza ningún río o canal navegable o flotable**, ni existe sección del trazado que proyecte un vano sobre una lámina de agua de uso o tráfico fluvial.

En caso de existir un cruzamiento, deberían considerarse:

- La altura mínima del conductor sobre el nivel máximo del agua.
- La flecha máxima del conductor LA-110 en el punto de cruce.
- El gálibo necesario para embarcaciones, balsas o actividades flotantes.

Al no existir cruzamientos, se considera este apartado plenamente cumplido.

19.10.2 Paso por bosques y masas de arbolado

En la comprobación del corredor de la línea se identifica que el trazado atraviesa **áreas agrícolas y terrenos abiertos**, sin penetrar en masas de arbolado denso ni bosques cerrados.

Aun así, se comprueba que:

- La altura del conductor LA-110 es suficiente para evitar acercamientos a la vegetación existente.
- No se presenta riesgo de contacto entre ramas y el conductor en condiciones de viento.
- La zona bajo el vano se mantiene despejada tras la ejecución de la obra.

En caso de atravesar masas arbóreas, sería necesario:

- Control periódico de vegetación.
- Tala o poda preventiva para asegurar las distancias mínimas reglamentarias.
- Mantenimiento del pasillo de seguridad bajo la línea.

Como la línea discurre por zonas abiertas y agrícolas, **no existe afección por arbolado**.

19.11 Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas

La línea se desarrolla íntegramente en un entorno rústico, sin proximidad a edificios habitados, construcciones, edificaciones industriales ni zonas urbanas consolidadas.

Por ello:

- No existe ningún vano cuyo conductor se proyecte sobre viviendas o construcciones.
- No se presentan situaciones donde sea necesaria la aplicación de distancias reforzadas.
- No se requiere elevar apoyos ni adaptar armados por proximidad a edificaciones.

Si el trazado atravesara zonas urbanas o edificaciones, deberían verificarse:

- Las distancias verticales y horizontales mínimas.
- La ausencia de proyección del conductor sobre cubiertas.
- El cumplimiento de las restricciones adicionales para líneas en suelo urbano.

Como la línea discurre completamente por suelo no urbanizado, **todas las distancias a edificaciones se cumplen de forma natural.**

20.CT Edificio Prefabricado en Superficie

Los centros de transformación proyectados se resuelven mediante edificios prefabricados de superficie de los modelos **PFU-4**, **PFU-5** y **PFU-7**, fabricados en hormigón armado monobloque. Todos ellos están diseñados para albergar la aparamenta de Media Tensión, los transformadores de potencia y el cuadro de distribución de Baja Tensión, cumpliendo con los requisitos constructivos, eléctricos y de seguridad establecidos por la compañía distribuidora.

La elección del tipo de prefabricado depende de la potencia instalada, del número de transformadores y de la naturaleza del centro. El modelo **PFU-4** se utiliza exclusivamente para configuraciones compactas con **un único transformador de 630 kVA**, mientras que el **PFU-5** está diseñado para alojar **dos transformadores de 630 kVA**, alcanzando una potencia total instalada de 1260 kVA. Por su parte, el modelo **PFU-7** se emplea en **centros de transformación de abonado**, donde se requiere un espacio mayor para equipos, medida y configuración particular del cliente.

20.1 Ubicación y Accesos

Los centros de transformación se instalan en superficie, sobre cimentación previamente ejecutada, garantizando un emplazamiento seguro y operativo. La ubicación seleccionada asegura:

- Acceso adecuado para camión-grúa y vehículos de mantenimiento.
- Facilidad para la sustitución e izado de transformadores.
- Proximidad a las canalizaciones de MT y BT previstas en el proyecto.
- Implantación sobre terreno firme, nivelado y con capacidad portante suficiente.

- Separación respecto a edificaciones, cerramientos, viales y otros elementos de riesgo.

Cada tipo de prefabricado dispone de accesos diferenciados, adaptados al número de transformadores y a la distribución interior de sus cámaras.

20.1.1 Accesos en PFU-7 (Centros de Transformación de Abonado)

- **Puerta de MT**, ubicada en la cámara destinada a la aparamenta de Media Tensión.
- **Puerta de transformador**, de gran dimensión y con apertura de 180°, permitiendo el izado, la entrada y la sustitución del transformador del abonado.
- **Puerta de BT**, independiente, situada en la cámara que alberga el cuadro general de Baja Tensión y los equipos propios del abonado.

Este modelo dispone de mayor volumen interior para adaptarse a las configuraciones específicas de cliente y a la integración de medida y protecciones propias.

20.1.2 Accesos en PFU-5

- **Puerta de MT**, en la fachada correspondiente a la cámara de aparamenta.
- **Dos puertas de transformadores**, de gran tamaño, cada una correspondiente a uno de los transformadores de 630 kVA instalados. Ambas puertas permiten apertura de 180° para facilitar las maniobras de entrada, extracción o sustitución de cada transformador de manera independiente.
- **Puerta de BT**, ubicada en la cámara destinada al cuadro general de Baja Tensión.

La configuración del PFU-5 permite una operación independiente de ambos transformadores, garantizando accesibilidad y maniobrabilidad sin interferencias.

20.1.3 Accesos en PFU-4

- **Puerta de MT**, situada en la fachada correspondiente a la celda de Media Tensión.
- **Puerta del transformador**, dimensionada específicamente para permitir la introducción, mantenimiento y sustitución del transformador de 630 kVA.
- **Puerta de BT**, ubicada según la disposición del fabricante para la cámara del cuadro de distribución.

En todos los tipos de prefabricados, las puertas son metálicas, fabricadas en chapa de acero, dotadas de cerradura normalizada, rejillas de ventilación cuando procede y anclaje superior e inferior. Su diseño garantiza la seguridad del recinto y limita el acceso exclusivamente a personal autorizado.

20.2 Dimensiones

Las dimensiones del edificio prefabricado dependen del modelo seleccionado para cada centro de transformación. A continuación se indican las dimensiones y características constructivas de los modelos utilizados en el proyecto, conforme a la documentación técnica disponible.

20.2.1 Modelo PFU-7/20

Dimensiones exteriores

- Longitud: **8080 mm**
- Fondo: **2380 mm**
- Altura total: **3250 mm**
- Altura vista sobre terreno: **2790 mm**

Dimensiones interiores

- Longitud útil: **7870 mm**
- Fondo útil: **2200 mm**
- Altura interior: **2450 mm**

Características adicionales

- Peso del prefabricado: **29.090 kg**
- Tres cámaras interiores independientes: MT – Transformador – BT
- Ventilación mediante rejillas metálicas con lamas en “V”, laberinto antilluvia y malla mosquitera
- Acabado exterior granallado con pintura acrílica rugosa
- Elementos metálicos con protección anticorrosión
- Instalación interior de iluminación controlada desde el cuadro de BT
- Preparado para transporte y colocación mediante camión-grúa
- Adecuado para configuraciones de abonado con equipos adicionales

20.2.2 Modelo PFU-5

Dimensiones exteriores

- Longitud: **6080 mm**
- Fondo: **2380 mm**
- Altura total: **2585 mm**

Características adicionales

- Dos cámaras de transformador independientes para **2 × 630 kVA**
- Cámara de MT para:
 - 1 celda de línea
 - 2 celdas de protección

- Cámara de BT con cuadro general
- Dos puertas de transformador de gran apertura
- Ventilación mediante rejillas con laberinto antilluvia
- Fabricación en hormigón armado monobloque
- Preparado para transporte y colocación mediante camión-grúa
- Compatible con transformadores en aceite ONAN y cuadro Addibo Urban Enel

20.2.3 Modelo PFU-4

Dimensiones exteriores

- Longitud: **4460 mm**
- Fondo: **2380 mm**
- Altura total: **3045 mm**

Dimensiones interiores

- Longitud útil: **4260 mm**
- Fondo útil: **2200 mm**
- Altura interior: **2400 mm**

Características adicionales

- Alojamiento para:
 - 1 celda de línea
 - 1 celda de protección
 - 1 transformador de **630 kVA**
 - 1 cuadro general de BT
- Ventilación mediante rejillas con laberinto antilluvia
- Puertas independientes para MT, transformador y BT
- Acabado exterior pintura rugosa blanco/marrón
- Preparado para transporte y colocación mediante camión-grúa
- Compatible con transformadores ONAN y cuadro Addibo Urban Enel

21. Características eléctricas de la instalación

La instalación eléctrica del centro de transformación está constituida por la aparamenta de Media Tensión, el o los transformadores de potencia y el cuadro general de Baja Tensión. Su configuración varía en función del modelo de edificio prefabricado empleado en cada ubicación, garantizando siempre la compatibilidad con la red de distribución a 20 kV, la seguridad operativa y la continuidad de suministro.

En los centros ejecutados con modelo **PFU-4**, la instalación incluye un único transformador de **630 kVA**, junto con una aparamenta de Media Tensión compuesta por celdas tipo **CGMcosmos-2LP**, que integran funciones de línea y protección en

un conjunto compacto aislado en gas. La cámara de Baja Tensión se equipa con un cuadro general de distribución adecuado al esquema de alimentación previsto.

En los centros **PFU-5**, la configuración eléctrica está diseñada para alojar **dos transformadores de 630 kVA**, cada uno con su celda de protección independiente, formando un conjunto de maniobra que permite operar ambos transformadores de forma simultánea o individual. La aparamenta de Media Tensión se resuelve con celdas **CGMcosmos** modulares aisladas en gas SF₆, compatibles con ampliaciones posteriores y con capacidad suficiente para la entrada de línea, protección de transformadores y posibles extensiones. La distribución en Baja Tensión se realiza mediante un cuadro general dimensionado para gestionar la potencia total instalada.

En el caso de los centros **PFU-7**, destinados a **centros de abonado**, la configuración eléctrica se adapta a las necesidades específicas del usuario final, pudiendo incorporar un transformador de 630 kVA y equipos adicionales como sistemas de medida en Media Tensión, protecciones específicas, servicios auxiliares o configuraciones particulares del cuadro de Baja Tensión. La aparamenta de Media Tensión se materializa igualmente mediante celdas **CGMcosmos**, garantizando el aislamiento en gas y la maniobrabilidad necesaria para la explotación del centro.

En todos los modelos, la alimentación se realiza mediante red subterránea de **20 kV**, con aislamiento conforme a la normativa aplicable y una capacidad de cortocircuito en el punto de acometida de **14,434 kA**, dimensionándose todos los elementos de maniobra, protección y cableado para operar de forma segura bajo estas condiciones. La instalación está diseñada de acuerdo con los criterios técnicos de la compañía distribuidora y la normativa vigente en materia de Alta y Baja Tensión, asegurando un funcionamiento fiable, seguro y compatible con futuras ampliaciones.

21.1 Configuración eléctrica

La configuración eléctrica del centro de transformación depende del tipo de edificio prefabricado empleado y del número de transformadores instalados en cada ubicación. En todos los casos, la instalación adopta la topología y los criterios técnicos exigidos por la compañía distribuidora para garantizar una operación segura, una correcta selectividad de protecciones y la posibilidad de realizar maniobras y mantenimiento en carga.

21.1.1 Centros PFU-4

- 1 celda de línea en 20 kV.
- 1 celda de protección del transformador.
- 1 transformador de 630 kVA.
- Puentes de Media Tensión mediante cable **RHZ1 12/20 kV de 95 mm²**.
- Cuadro general de Baja Tensión con embarrado de **1600 A** y salidas normalizadas para distribución.

21.1.2 Centros PFU-5

- 1 celda de línea en 20 kV.
- 2 celdas de protección, una para cada transformador.
- 2 transformadores de 630 kVA.
- Puentes de Media Tensión independientes para cada transformador mediante cable **RHZ1 12/20 kV**.
- Cuadro general de Baja Tensión tipo **Addibo Urban Enel**, dimensionado para la potencia total instalada de 1260 kVA y con capacidad para ampliaciones.

21.1.3 Centros PFU-7

- 1 celda de línea en 20 kV.
- 1 celda de protección del transformador.
- 1 transformador de 630 kVA.
- Puentes de Media Tensión mediante cable **RHZ1 12/20 kV**.
- Cuadro general de Baja Tensión en configuración adaptada a las necesidades del abonado, con protecciones, medida y salidas específicas.

21.2 Nivel de aislamiento en MT

La aparamenta de Media Tensión instalada en los centros de transformación está constituida por celdas compactas con aislamiento integral en gas, diseñadas específicamente para su funcionamiento en el interior de recintos prefabricados. Estas celdas ofrecen elevados niveles de seguridad dieléctrica, estabilidad en el tiempo y mínima necesidad de mantenimiento, garantizando su adecuado comportamiento en la red de distribución a 20 kV.

Los valores nominales de aislamiento de la aparamenta son los siguientes:

- **Tensión nominal:** 24 kV.
- **Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto):**
 - A tierra y entre fases: **50 kV**.
 - Distancia de seccionamiento: **60 kV**.
- **Nivel de impulso tipo rayo:**
 - A tierra y entre fases: **125 kV**.
 - Distancia de seccionamiento: **145 kV**.

Estos niveles de aislamiento aseguran el comportamiento dieléctrico adecuado de la instalación frente a sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra, permitiendo su correcta integración en la red de Media Tensión y garantizando la fiabilidad de la aparamenta en condiciones de servicio normales y de defecto.

21.3 Nivel de aislamiento en BT

El cuadro general de Baja Tensión instalado en los centros de transformación está diseñado para garantizar una elevada seguridad eléctrica y un funcionamiento fiable en condiciones nominales y de defecto. Su configuración y características cumplen los requisitos establecidos para instalaciones de distribución en 400/230 V, proporcionando la robustez necesaria para soportar maniobras, corrientes de cortocircuito y esfuerzos electromecánicos asociados.

Las características nominales de aislamiento del cuadro de BT son las siguientes:

- **Tensión nominal:** 400/230 V, 50 Hz.
- **Nivel de aislamiento industrial:** 10 kV.
- **Nivel de impulso tipo rayo:** 20 kV.
- **Embarrado principal:** 1600 A.

El cuadro incorpora protecciones de corte en carga, interruptores automáticos y fusibles que permiten garantizar la selectividad frente a sobreintensidades. Asimismo, la disposición interna está diseñada para garantizar la seguridad del personal técnico durante las maniobras, manteniendo distancias de aislamiento adecuadas y evitando la exposición a partes activas durante la explotación y el mantenimiento.

21.4 Potencias de transformación

La potencia instalada en cada centro de transformación depende del tipo de edificio prefabricado empleado y del número de transformadores que puede albergar cada modelo. Las características eléctricas de los transformadores son equivalentes en toda la instalación, variando únicamente su cantidad según la tipología del prefabricado.

21.4.1 Centros PFU-4

- 1 transformador de **630 kVA**.
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Refrigeración: **ONAN** (aire natural / aceite natural).
- Aislamiento en aceite mineral dieléctrico.
- Volumen de aceite aproximado: **395 litros**.

21.4.2 Centros PFU-5

- 2 transformadores de **630 kVA** cada uno.
- Potencia instalada total: **1260 kVA**.
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Refrigeración: **ONAN** en ambas máquinas.
- Aislamiento en aceite mineral dieléctrico.

- Cámara doble preparada para la instalación, extracción y mantenimiento independiente de cada transformador.

21.4.3 Centros PFU-7

- 1 transformador de **630 kVA** (configuración habitual en abonado).
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Refrigeración: **ONAN**.
- Aislamiento en aceite mineral.
- Prestaciones y características constructivas equivalentes a las del transformador instalado en PFU-4.
- Cámara central con volumen ampliado para integrar equipos de medida, servicios auxiliares y configuraciones específicas del abonado.

21.5 Intensidad nominal en MT

La capacidad de intensidades nominales en la red de Media Tensión se determina por la aparamenta y los cables instalados:

- Celdas con corriente asignada correspondiente a la tensión nominal de 24 kV.
- Intensidad térmica de corta duración (1 s): 20 kA.
- Intensidad dinámica: 50 kA.
- Cables de acometida: RHZ1 12/20 kV 240 mm² Al.
- Puentes MT-transformador: RHZ1 12/20 kV 95 mm² Al.

Estas características permiten soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos originados por posibles defectos en la red.

21.6 Corriente de cortocircuito

La potencia de cortocircuito en el punto de alimentación es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,434 kA en 20 kV. La instalación está dimensionada para soportar estos valores, con:

- Cuadro de BT con capacidad de cortocircuito ≥ 25 kA (1 s).
- Aparamenta de MT con capacidad de cierre y apertura acorde a los niveles indicados.
- Coordinación de protecciones entre MT y BT, con relés ajustados para defectos fase-fase, fase-tierra y sobrecargas.

22. Características de la obra civil

La obra civil necesaria para la instalación de los centros de transformación se adapta a los modelos prefabricados utilizados en el proyecto, concretamente PFU-4,

PFU-5 y PFU-7/20, garantizando en todos los casos la estabilidad estructural del edificio, la correcta ventilación, la accesibilidad para el mantenimiento y la conexión adecuada con las canalizaciones de Media y Baja Tensión.

Los trabajos de obra civil incluyen la ejecución de la solera de cimentación, la preparación de los accesos, la disposición de canalizaciones y la adecuación del entorno del centro.

22.1 Cimentación

Los centros se apoyan sobre una solera de hormigón armado diseñada para soportar las cargas del edificio y de los transformadores.

Las características de la cimentación son:

- Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor.
- Armado mediante varilla de 4 mm con retícula de 20 × 20 cm.
- Dimensiones de la solera sobresaliendo 25 cm respecto al perímetro exterior del edificio prefabricado.
- Acabado nivelado para asegurar el asiento uniforme de la envolvente.
- Capa superior de arena compactada de 10 cm para facilitar la nivelación y el ajuste del edificio.
- Inclusión de tubos pasantes para las conexiones de puesta a tierra.
- Integración de pasos para cables de MT, BT y tierras, coincidiendo con los orificios semiperforados de los módulos prefabricados.

22.2 Envolvente prefabricada

Los edificios PFU están constituidos por una estructura monobloque de hormigón armado vibrado, formada por:

- Un bloque principal que integra paredes y fondo, incluyendo puertas y rejillas de ventilación.
- Una cubierta superior de hormigón, manipulable mediante insertos.
- Resistencia característica del hormigón de 300 kg/cm².
- Armaduras metálicas interconectadas a la red de tierras, garantizando una superficie equipotencial completa.
- Orificios semiperforados inferiores para la entrada de cables de MT, BT y tierras.
- Cámara de transformadores diseñada para contener el volumen total del aceite en caso de derrame, y equipada con perfiles guía en forma de U para el apoyo y desplazamiento del transformador.

22.3 Accesos

Los accesos de obra civil se adaptan a la configuración de cada modelo:

- Puertas de acero con apertura de 180 grados para acceso a la cámara de transformadores.
- Puertas independientes para MT, transformadores y BT según la distribución interior.
- Sistema de cierre normalizado de seguridad con enclavamiento superior e inferior.
- Rejillas de ventilación con laberinto antilluvia y malla antipájaros.

22.4 Ventilación

Los centros disponen de ventilación natural mediante:

- Rejillas metálicas exteriores en fachada, con lamas en forma de V.
- Laberinto anti-lluvia.
- Malla mosquitera interior.
- Circulación de aire a través de rejillas superiores e inferiores que favorecen el tiro natural y el correcto funcionamiento de los transformadores.

22.5 Canalizaciones

Las canalizaciones de entrada y salida se adecuan según cada centro e incluyen:

- Tuberías de PVC o PEAD para cables de MT y BT desde las arquetas exteriores hasta la base del edificio.
- Troneras interiores bajo la placa piso para el encaminamiento de los cables.
- Pasos independientes para MT, BT y tierras.
- Sellado perimetral de los huecos para impedir la entrada de agua o fauna.

22.6 Placa piso

A unos 40 cm por encima de la solera, se dispone:

- Placa piso apoyada en soportes interiores y muros de la envolvente.
- Acceso a la zona inferior mediante losetas desmontables.
- Espacio técnico para el tendido de cables de BT, MT y tierras.
- Superficie resistente al tránsito del personal de mantenimiento.

Integración con el entorno

La implantación del edificio incluye:

- Nivelación del terreno y compactación del perímetro.
- Acondicionamiento del acceso para camión-grúa.

- Drenaje perimetral cuando las condiciones del terreno lo requieran.
- Cumplimiento de distancias a edificaciones, carreteras y otros elementos según normativa vigente.

22.7 Cimentación del CT prefabricado

La cimentación se ejecuta mediante una losa de hormigón armado diseñada para soportar el peso del edificio prefabricado y de los transformadores instalados en su interior. Esta losa garantiza un asentamiento estable, plano y resistente, asegurando la correcta transmisión de cargas al terreno y la alineación del centro de transformación conforme a las dimensiones del modelo PFU correspondiente.

22.7.1 Excavación

Las dimensiones mínimas de excavación necesarias para la implantación de cada tipología de edificio prefabricado son las siguientes:

PFU-4

- Longitud: 5560 mm
- Anchura: 3180 mm
- Profundidad: 600 mm

PFU-5

- Longitud: 7180 mm
- Anchura: 3180 mm
- Profundidad: 600 mm

PFU-7/20

- Longitud: 9000 mm
- Anchura: 3180 mm
- Profundidad: 600 mm

Durante la ejecución de los trabajos de excavación se garantiza:

- Vallado perimetral y señalización de seguridad.
- Estabilidad de taludes, aplicando entibación cuando sea necesario.
- Achique continuo de agua si existiese nivel freático.
- Nivelación precisa de la base de excavación.
- Respeto estricto de las dimensiones para asegurar el correcto izado y asiento del prefabricado.

22.7.2 Base y hormigón

Una vez completada la excavación, se ejecutan las siguientes capas y elementos estructurales:

- Capa de arena compactada de 100 mm que actúa como base de nivelación.
- Losa de cimentación de hormigón armado con las siguientes características:
 - Hormigón HM-20 para elementos en masa.
 - Hormigón HA-25 para la losa armada.
- Vertido del hormigón en continuo, evitando la adición de agua en obra.
- Tratamiento adecuado de juntas y acabado superficial conforme a normativa.

La losa incorpora los elementos constructivos necesarios para la instalación del CT:

- Canalizaciones embebidas para la entrada de cables de Media Tensión.
- Ductos para la salida de cables de Baja Tensión.
- Conexiones para la red de puesta a tierra y enlace con el anillo perimetral.
- Refuerzos estructurales en la zona destinada al apoyo del transformador o transformadores.

22.7.3 Colocación del prefabricado y remates

- Verificación de la nivelación y planeidad de la losa antes de la colocación del edificio.
- Izado del módulo prefabricado con camión-grúa utilizando los puntos de elevación definidos por el fabricante.
- Ajuste final del edificio y comprobación de su asiento uniforme sobre la losa.
- Sellado perimetral entre el prefabricado y la losa para impedir la entrada de agua o partículas.
- Preparación, alineación y limpieza de las bocas de canalización previas al tendido de cables.
- Relleno y compactación del terreno perimetral hasta su cota final para garantizar la estabilidad del conjunto.

22.8 Elementos constructivos

A continuación se indican las principales características de los elementos constructivos más significativos, cuyo detalle se representa en los correspondientes planos.

Solera

La solera debe ir como mínimo 0,20 m por encima del nivel de calle. Será, en general, de obra de fábrica, aunque también podrá ser autoportada. En cualquiera de los dos casos será capaz de soportar las cargas verticales indicadas para los forjados.

Cuando sea fabricada in situ, se rematará con una capa de mortero de composición adecuada para evitar la formación de polvo y aumentar la resistencia a la abrasión. Dicha capa de remate se ejecutará con una ligera pendiente, bien hacia el exterior del CT, o bien hacia un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CT.

Forjado

El forjado de la planta baja (suelo del CT) estará dimensionado para soportar las siguientes solicitaciones mecánicas:

En la zona de maniobra soportará una carga distribuida mínima de 400 kg/m².

En la zona del transformador y en sus accesos soportará una carga rodante de 4.000 Kg apoyada sobre cuatro ruedas equidistantes.

Acabado

El acabado de la albañilería tendrá, como mínimo, las características siguientes:

Paramentos interiores

Paramento de doble hoja de ladrillo perforado y cámara de aislamiento de lana de roca, revocado con mortero de cemento por la cara interior y revocado o enlucido por la exterior, o solución equivalente, con resistencia al fuego EI240 y aislamiento acústico (RA) acorde al Código Técnico de Edificación. El acabado interior será con pintura plástica de color blanco.

Paramentos exteriores

El CT se dotará de los acabados exteriores necesarios para armonizar con el entorno dónde esté ubicado y disminuir así el impacto visual.

Suelo

El pavimento del pasillo será abujardado o antideslizante. Será preferiblemente plano, sin escalones y con una ligera pendiente hacia las puertas de acceso del personal y equipos.

Techo

En el techo del CT se colocará un aislamiento acústico e ignífugo (proyección de lana de roca, falso techo de pladur o similar con membrana acústica intermedia, etc...)

Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación deberán estar protegidos mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según norma UNE-EN ISO 1461 o equivalente.

Canalización para cables

La entrada y salida de cables de redes de 3ª Categoría y de BT al CT se realizará a través de pasamuros o tubos estancos, llegando hasta las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada con pendiente mínima del 2% hacia la entrada de los cables, de manera que se impida la acumulación de agua en el interior del CT.

La profundidad mínima de las canalizaciones será de 0,6 m y la anchura mínima será la necesaria para respetar el radio de curvatura de los conductores.

Losa flotante anti-vibratoria

El transformador de potencia se ubicará sobre una losa flotante para minimizar las posibles vibraciones de baja frecuencia emitidas por el transformador.

La losa flotante será de obra civil construida directamente sobre la solera del CT o prefabricada tomando como referencia la especificación informativa 710022.

El detalle de la losa se especifica en el plano correspondiente.

Depósito de recogida de aceite

Con la finalidad contener y evitar el vertido del aceite dieléctrico del transformador ante un eventual derrame, cuando éste contenga más de 50 litros de dieléctrico líquido en su interior, se dispondrá de un cubeto provisto de cortafuegos, según se indica en el apartado 5.1 de la ITC-RAT 14, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C.

El cortafuegos se conseguirá a base de una rejilla metálica que cerrará superiormente el cubeto y sobre la cual se dispondrá lecho de guijarros.

El depósito de recogida de aceite tendrá una capacidad mínima de 650 litros y, en general, se ubicará bajo el transformador colocado sobre la losa flotante anti-vibratoria.

En aquellos casos en los que no se pueda ubicar el depósito sobre la losa flotante, como alternativa, podrá colocarse también en la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca ningún riesgo adicional. Estará comunicado con el cubeto mediante un tubo de acero de 100 mm de diámetro.

Carpintería y cerrajería

El local del CT contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, con el fin de asegurar la inaccesibilidad de personas ajenas al servicio.

La carpintería y cerrajería será metálica de suficiente solidez para garantizar la inaccesibilidad. En general será galvanizada y en ambientes de muy alta contaminación se utilizará el aluminio anodizado.

Por necesidades de integración en el entorno o de costumbres locales podrán instalarse otras puertas de calidad similar que cumplan la función a la que están destinadas.

Puertas de acceso

Las puertas de acceso al CT se situarán preferentemente en una misma fachada. Se abrirán hacia el exterior, deberán poder abatirse sobre el paramento reduciendo al mínimo sus salientes y dispondrán de un sistema de retención que asegure su apertura mientras exista en el interior personal de servicio.

El grado de protección de las puertas será como mínimo IP 23 e IK 10.

Todas las puertas, irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema de puesta a tierra general del CT ni con ningún elemento metálico conectado a dicho sistema, y separadas al menos 10 cm de las armaduras de los muros.

Las dimensiones mínimas (luz mínima) de las puertas serán de 2,50 metros de altura y 1,50 metros de anchura.

Rejas de ventilación

Para el cierre de los huecos de ventilación se dispondrán rejas metálicas que impidan la entrada de agua y pequeños animales.

Las dimensiones de las rejas serán tales que verifiquen la sección mínima necesaria para la correcta evacuación del calor generado en el interior del CT, de acuerdo a lo indicado en el documento Cálculos Justificativos.

Estarán constituidas por un marco y un sistema de lamas o angulares, que impida la introducción a alambres que puedan tocar partes en tensión e irán instaladas de modo que no estén en contacto con el sistema equipotencial. Tendrán un grado de protección mínimo IP 23, IK 10.

Al igual que las puertas, las rejas de ventilación se instalarán de manera que no estén en contacto con el sistema de puesta a tierra general del CT ni con ningún elemento metálico.conectado a dicho sistema, separadas al menos 10 cm de las armaduras de los muros o la solera y de forma que la parte inferior de las rejas esté situada como mínimo a 0,25 m de la rasante exterior del CT.

Las rejas de ventilación podrán colocarse también insertadas en las puertas de acceso.

Equipotencialidad, 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 diámetro mínimo de 4 mm, con los nudos electrosoldados, y formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra general mediante una pletina metálica, de sección mínima igual a la del enrejado, y conductor de Cu 50 mm².

Tubos de entrada y salida de conductores

Los tubos de entrada de conductores al CT serán de polietileno de alta densidad, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Se tomará como referencia la norma informativa CNL002 Tubos de polietileno (libre de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

Se instalarán, el número de tubos necesarios para los requerimientos de la instalación y previsiones de crecimiento, y como mínimo:

3 tubos para los cables de MT (diámetro 200mm): entrada, salida, y reserva para posible ampliación de línea.

8 tubos por para los cables de BT (diámetro 160mm): 4 para un cuadro de BT y 4 para una posible ampliación.

1 tubo para cables de fibra óptica (diámetro 160mm)

Los tubos que no se utilicen se sellarán convenientemente con espumas impermeables y expandibles.

Cuando se disponga de pasamuros estancos para el paso de los cables de redes de MT y BT al exterior del CT, la parte metálica de los mismos se instalará de modo que no esté en contacto con el sistema de puesta a tierra general del CT ni con ningún elemento metálico

conectado a dicho sistema.

Pantallas de protección

A efectos de seguridad, cuando el edificio del CT no esté provisto de tabique separador de salas, será preciso instalar una pantalla que impida el contacto accidental con las partes en tensión, para cumplir lo indicado en la ITC-RAT 14.

En el caso de que las pantallas sean metálicas se conectarán a tierra.

Entre las partes en tensión y las pantallas de protección deberá existir una distancia mínima que cumpla lo indicado en la ITC-RAT 14.

Las pantallas de protección serán de chapa galvanizada y dispondrán de una mirilla transparente de dimensiones mínimas 400x200 mm situada a 1,5 m. del suelo.

23.Instalación eléctrica

La instalación eléctrica del centro de transformación se distribuye en tres zonas diferenciadas: la cámara de Media Tensión, la cámara del transformador o transformadores y la cámara de Baja Tensión. Cada recinto integra el equipamiento necesario para la conexión, protección, maniobra y distribución de la energía eléctrica, manteniendo la separación física y funcional requerida entre los distintos sistemas.

La configuración interior se adapta al modelo de prefabricado empleado en cada ubicación:

- En los centros **PFU-4**, la instalación eléctrica se organiza para albergar **un único transformador de 630 kVA**, con su correspondiente aparamenta de Media Tensión y cuadro general de Baja Tensión.
- En los centros **PFU-5**, la distribución interior permite alojar **dos transformadores de 630 kVA**, disponiendo cada uno de su propia celda de protección, así como de un cuadro de Baja Tensión dimensionado para la potencia total de 1260 kVA.
- En los centros **PFU-7**, utilizados como **centros de abonado**, la disposición eléctrica admite configuraciones específicas para medida, protecciones o

servicios auxiliares, integrando un transformador de 630 kVA y el equipamiento asociado a las necesidades del cliente.

La distribución de las cámaras permite una accesibilidad adecuada para las maniobras habituales, así como para las operaciones de mantenimiento. Todos los equipos se instalan de acuerdo con los criterios técnicos de la compañía distribuidora y las exigencias de seguridad aplicables a instalaciones de Media y Baja Tensión en recintos prefabricados.

interior garantiza la accesibilidad, la seguridad y el mantenimiento de los equipos.

23.1 Líneas de alimentación en Media Tensión

La acometida en Media Tensión se ejecuta mediante cableado subterráneo tipo **RHZ1 12/20 kV**, dimensionado según la potencia del centro y la capacidad de la red. Los cables de MT acceden al prefabricado a través de las canalizaciones embebidas en la losa de cimentación y se conectan directamente a la celda de línea instalada en la cámara de MT.

La celda de línea permite:

- Conexión y desconexión del centro a la red de distribución.
- Seccionamiento en carga mediante interruptor-seccionador.
- Maniobras seguras de mantenimiento sin afectar al resto de equipos.
- Enclavamientos mecánicos y eléctricos que evitan maniobras incorrectas.

23.2 Celdas de distribución secundaria

La aparamenta de Media Tensión instalada en los centros de transformación está formada por celdas modulares compactas con aislamiento integral en gas, diseñadas para operar en recintos prefabricados y garantizar elevadas prestaciones de seguridad, continuidad de servicio y maniobrabilidad. La configuración eléctrica de las celdas varía en función del tipo de centro y del número de transformadores instalados.

23.2.1 Centros PFU-4 (1 transformador)

- 1 celda de línea.
- 1 celda de protección del transformador.

23.2.2 Centros PFU-5

- 1 celda de línea.
- 2 celdas de protección, una para cada transformador.

23.2.3 Centros PFU-7

- 1 celda de línea.
- 1 celda de protección del transformador.
- Configuración adaptable a necesidades de medida o protecciones adicionales del abonado.

Equipamiento común de las celdas

Las celdas de Media Tensión instaladas en los tres modelos de centro disponen de:

- Indicadores mecánicos de posición de seccionador y puesta a tierra.
- Tomas de prueba para comprobación de ausencia de tensión.
- Transformadores de intensidad y tensión para funciones de medida y protección.
- Sistemas de enclavamiento mecánico y eléctrico que impiden maniobras no autorizadas o inseguras.
- Frente metálico con acceso seguro al sistema de mando.
- Bornas accesibles únicamente con herramientas normalizadas, garantizando la seguridad del personal técnico..

23.3 Transformadores

Los centros de transformación incorporan uno o dos transformadores de potencia en función del modelo de edificio prefabricado empleado. Todos los transformadores instalados son de tipo sumergido en aceite, con refrigeración natural ONAN y diseñados para servicio continuo en redes de distribución a 20 kV.

23.3.1 Centros PFU-4

- 1 transformador de **630 kVA**.
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Aislamiento en aceite mineral dieléctrico.
- Refrigeración **ONAN**.
- Instalado sobre **bancada metálica antivibratoria** que garantiza la absorción de vibraciones y su correcta alineación.
- Accesibilidad frontal para sustitución mediante camión-grúa.

23.3.2 Centros PFU-5

- 2 transformadores de **630 kVA** cada uno.
- Potencia total instalada: **1260 kVA**.
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Aislamiento en aceite mineral.
- Refrigeración **ONAN** en ambas máquinas.
- Cámaras independientes para cada transformador, permitiendo su sustitución de forma individual.

- Ventilación natural mediante rejillas opuestas, dimensionadas para disipar el calor generado por las dos máquinas.

Centros PFU-7

- 1 transformador de **630 kVA** (configuración habitual).
- Tensión: **20 kV / 400-230 V**.
- Aislamiento en aceite mineral.
- Refrigeración **ONAN**.
- Ventilación reforzada mediante rejillas enfrentadas.
- Cámara ampliada con bandejas y espacio suficiente para permitir la sustitución del transformador desde el exterior con camión-grúa.
- Preparación para equipos adicionales de abonado: sistema de medida, protecciones específicas o servicios auxiliares.

23.4 Equipamiento común de los transformadores

Todos los transformadores instalados en los tres modelos de centro incorporan:

- **Protección contra sobrecalentamiento**, mediante sondas térmicas o termómetros integrados.
- **Válvula de alivio de presión**, que actúa en caso de sobrepresión interna.
- **Indicador de nivel de aceite**, con lectura visual directa.
- **Termómetro de aceite**, para supervisión de la temperatura del tanque.
- **Bornes accesibles de MT y BT**, adecuados para su conexión mediante cable unipolar aislado.
- **Placas de características** con datos nominales, número de serie y año de fabricación.
- **Bancadas metálicas o guías** para permitir la extracción del transformador con medios mecánicos.

Cables y terminales en MT

Las conexiones entre la celda de protección y el transformador se realizan mediante:

- Cable **RHZ1 12/20 kV 1×95 mm² Al**
- Terminales premoldeados adaptados a celdas compactas
- Bridas, soportes y prensaestopas normalizados

En centros PFU-7 con dos transformadores, cada unidad dispone de su propio par de cables de MT independientes, garantizando la plena selectividad y seguridad de la instalación.

23.5 Puentes de Baja Tensión

La conexión entre el transformador y el cuadro general de BT se ejecuta mediante:

- Cables unipolares de cobre, con aislamiento termoestable
- Sección adecuada a la corriente nominal de 630 kVA
- Sujeción mediante pletinas y soportes normalizados
- Paso a través de prensaestopas con protección mecánica

Las distancias de seguridad se respetan en todo momento, permitiendo una correcta disipación térmica y accesibilidad de mantenimiento.

23.6 Cuadros de Baja Tensión

La distribución en baja tensión se realiza mediante un cuadro **Addibo Urban Enel**, instalado en la cámara de BT del prefabricado. El cuadro dispone de:

- Embarrado principal de **1600 A**
- Interruptor general de baja tensión
- Salidas normalizadas para distribución
- Protecciones mediante fusibles NH o interruptores automáticos
- Espacio para equipos de medida e integración de telecontrol, si corresponde
- Cerramiento metálico con grado de protección adecuado

El cuadro está diseñado para garantizar la continuidad del servicio, la selectividad de protecciones y la seguridad frente a contactos directos e indirectos durante su operación.

24. Protecciones

Las protecciones instaladas en el centro de transformación garantizan la seguridad de las personas, la integridad de los equipos y la correcta actuación frente a defectos en los circuitos de Media y Baja Tensión. La coordinación entre las protecciones de MT, el transformador y el cuadro de BT asegura un funcionamiento fiable, permitiendo la rápida desconexión ante sobreintensidades, cortocircuitos o sobretensiones.

24.1 Protección contra sobreintensidades

La protección contra sobreintensidades se realiza mediante el equipo de corte y protección instalado en la celda de Media Tensión. Este dispositivo incorpora:

- Relé de sobreintensidad ajustable según la potencia del transformador.
- Curvas de actuación adecuadas para proteger el devanado de MT ante sobrecargas prolongadas.

- Detección de defecto fase-fase y fase-tierra.
- Coordinación con las protecciones del cuadro de BT para garantizar la selectividad.

El ajuste del relé se adapta a la corriente nominal del transformador de 630 kVA, evitando disparos intempestivos y garantizando la protección térmica del equipo.

24.2 Protección térmica del transformador

Los transformadores instalados en los centros, de 630 kVA, disponen de sistemas de protección térmica que actúan ante aumentos anómalos de temperatura o fallos internos. Los equipos incorporan:

- Termómetro de aceite con contactos de alarma y disparo.
- Sensor de temperatura para sobrecalentamiento del devanado.
- Válvula de seguridad contra sobrepresión en la cuba.
- Indicador de nivel de aceite.
- Protección interna contra fallos dieléctricos.

La protección térmica permite desconectar el transformador antes de alcanzar temperaturas críticas que puedan dañar el aislamiento o deformar sus componentes internos.

24.3 Protección contra cortocircuitos

La protección frente a cortocircuitos se realiza mediante la celda de protección del transformador y el cuadro general de BT. El sistema combina protecciones en MT y BT para garantizar una actuación rápida y selectiva.

En Media Tensión:

- Relé de cortocircuito con detección instantánea.
- Apertura del interruptor-seccionador ante corrientes de defecto.
- Capacidad de corte adecuada al nivel de cortocircuito del punto de la red.

En Baja Tensión:

- Protecciones mediante fusibles NH o interruptores automáticos.
- Embarrado y derivaciones dimensionadas para soportar el esfuerzo electrodinámico de cortocircuito.
- Selectividad con las protecciones del transformador.

El conjunto garantiza la desconexión inmediata en caso de defecto, limitando el daño a la instalación y evitando sobreesfuerzos térmicos y mecánicos.

24.4 Protección contra sobretensiones en MT

Para proteger la instalación frente a sobretensiones transitorias y permanentes en la red de 20 kV, cada transformador dispone de protección mediante:

- **Pararrayos de óxidos metálicos** instalados en la celda de protección.
- Diseño para clase de tensión adecuada al transformador de 20 kV.
- Capacidad de descarga frente a impulsos atmosféricos y maniobras.
- Conexión directa a la red de tierras del centro.

Estos dispositivos limitan la tensión en los bornes del transformador, evitando descargas internas y preservando la vida útil del aislamiento.

25.Instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del centro de transformación garantiza la seguridad frente a defectos eléctricos, reduciendo las tensiones de paso y contacto y asegurando la correcta evacuación de las corrientes de defecto hacia el terreno. Su diseño se ha realizado siguiendo los criterios establecidos para centros prefabricados de superficie, aplicando las disposiciones técnicas y de seguridad exigidas en este tipo de instalaciones.

25.1 Diseño de la instalación de puesta a tierra

El diseño de la puesta a tierra se ha realizado considerando las características del terreno, el régimen de neutro de la red de MT y los niveles previsibles de corriente de defecto. La instalación se configura de forma que las tensiones de paso y contacto permanezcan dentro de los valores admisibles y que la evacuación de las corrientes de defecto se realice de manera segura.

Para ello se han considerado los siguientes aspectos:

- La resistividad del terreno adoptada en el proyecto, estimada o medida, condiciona la configuración del electrodo y el dimensionamiento de la red de tierras.
- La intensidad de defecto a tierra se determina en función del sistema de puesta a tierra del neutro y del tiempo máximo de actuación de las protecciones de línea.
- La red de tierra se diseña de modo que garantice la continuidad eléctrica entre todos los elementos metálicos accesibles, las masas, el neutro del transformador y la instalación de protección.
- El trazado de la red y los electrodos se dimensionan para que la resistencia total de puesta a tierra cumpla los valores exigidos y permita limitar las tensiones de paso y contacto.
- Se verifican las tensiones transferidas al exterior del centro, comprobando que no se produzcan riesgos para zonas accesibles al público.

- Se realizan las correcciones necesarias en el diseño inicial para asegurar el cumplimiento de los valores máximos admisibles establecidos en la normativa aplicable.

El resultado es un sistema de puesta a tierra que proporciona un nivel adecuado de protección en operación normal y durante fallos eléctricos, garantizando la seguridad de la instalación y del personal.

25.2 Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra del centro de transformación está formada por el conjunto de elementos conductores destinados a garantizar la correcta conducción de las corrientes de defecto y la equipotencialidad de todas las masas metálicas del centro. Cada uno de estos elementos actúa de manera coordinada para asegurar que la resistencia global del sistema se mantenga dentro de los valores exigidos y que las tensiones de paso y contacto sean admisibles.

Los elementos que integran la instalación de puesta a tierra son los siguientes:

- **Electrodos de puesta a tierra**, encargados de la dispersión de las corrientes al terreno.
- **Conductor de tierra perimetral**, que enlaza los distintos electrodos y conforma el anillo de puesta a tierra exterior.
- **Red de conductores interiores**, que conecta todas las masas metálicas, envolventes y equipos eléctricos del centro.
- **Conductor de puesta a tierra del neutro del transformador**, que une el punto estrella del transformador con la red de tierras.
- **Bornes y pletinas de conexión**, utilizados para garantizar uniones fiables y accesibles para inspección.
- **Unión equipotencial entre MT, BT y elementos estructurales**, indispensable para evitar diferencias de potencial peligrosas.
- **Conductor de seguridad de los servicios auxiliares**, conectado igualmente a la red general de tierras.

Todos estos componentes se integran formando un sistema único y continuo, asegurando que cualquier corriente de defecto encuentre un camino de baja impedancia hacia los electrodos y garantizando así la correcta actuación de las protecciones.

25.3 Electrodos de puesta a tierra

Los electrodos de puesta a tierra constituyen el elemento fundamental para la dispersión de las corrientes de defecto en el terreno. Su disposición y características se han definido en función de las dimensiones del centro, de la resistividad del terreno adoptada y de los valores exigidos para garantizar la seguridad frente a tensiones de paso y contacto.

Para la instalación proyectada, los electrodos utilizados son:

- **Electrodo perimetral**, que rodea exteriormente al edificio prefabricado siguiendo su contorno. Este electrodo se ejecuta mediante conductor de cobre desnudo enterrado a la profundidad establecida, asegurando un contacto adecuado con el terreno.
- **Picas verticales**, instaladas en puntos estratégicos del perímetro para reducir la resistencia global de puesta a tierra. Se hincan hasta alcanzar una zona del terreno con menor resistividad, mejorando el comportamiento del sistema ante corrientes de defecto.
- **Uniones equipotenciales**, que conectan el electrodo perimetral con las picas verticales y con el resto de la red de tierras, garantizando la continuidad eléctrica y un comportamiento uniforme del conjunto.
- **Conductor de enlace hacia el interior del centro**, que asegura la conexión entre el sistema de electrodos exterior y los elementos metálicos y equipos ubicados dentro del prefabricado.

La combinación del electrodo perimetral y de las picas de refuerzo permite alcanzar una resistencia de puesta a tierra adecuada, limitando los potenciales en superficie y asegurando la correcta actuación de las protecciones de Media Tensión.

25.4 Líneas de puesta a tierra

Las líneas de puesta a tierra constituyen los conductores encargados de interconectar el electrodo exterior con todos los elementos metálicos y equipos del centro de transformación, garantizando la continuidad eléctrica del sistema de tierras. Su trazado, sección y fijación se han definido de forma que la evacuación de las corrientes de defecto se realice de manera segura, manteniendo las tensiones de paso y contacto dentro de los límites admisibles.

Las líneas de puesta a tierra que forman parte del centro son:

- **Conductor perimetral exterior**, enterrado alrededor del edificio prefabricado y conectado directamente a los electrodos de puesta a tierra. Constituye el anillo principal de dispersión.
- **Conductor principal de enlace al interior**, que une el anillo exterior con la red de tierras de las cámaras de MT, transformador y BT.
- **Conductores de protección interior**, que conectan las envolventes metálicas de la apartada de MT, el transformador, el cuadro de BT, las puertas, rejillas y elementos estructurales.
- **Línea de puesta a tierra del neutro del transformador**, que enlaza el punto estrella del devanado de BT con el electrodo general.
- **Conductor para equipos auxiliares y servicios internos**, asegurando la equipotencialidad de todos los elementos que puedan quedar accesibles.
- **Uniones mecánicas y eléctricas**, realizadas mediante grapas, pletinas y tornillería adecuada, garantizando un contacto fiable y duradero en el tiempo.

Todos los conductores mantienen continuidad eléctrica entre sí, formando una única red de puesta a tierra coordinada, que permite distribuir uniformemente los potenciales y asegurar la correcta actuación de las protecciones tanto en Media como en Baja Tensión.

25.5 Ejecución de la puesta a tierra general

La puesta a tierra general del centro de transformación se ejecuta de forma que garantice la continuidad eléctrica del sistema y la correcta dispersión de las corrientes de defecto. Para ello se combinan los electrodos perimetrales, las picas verticales de refuerzo y los conductores interiores, asegurando que todos los elementos metálicos accesibles queden equipotencialmente unidos.

La ejecución se desarrolla siguiendo los siguientes criterios:

- **Formación del anillo exterior**, mediante un conductor de cobre desnudo enterrado a la profundidad establecida alrededor del prefabricado, constituyendo el electrodo principal del sistema.
- **Instalación de picas de tierra**, hincadas en los puntos definidos del perímetro para disminuir la resistencia de tierra total y mejorar el comportamiento del sistema ante corrientes de defecto a tierra.
- **Unión del anillo exterior con los electrodos verticales**, mediante conexiones adecuadas que aseguran la continuidad eléctrica y facilitan la dispersión en capas de terreno más profundas.
- **Conexión del anillo general con el interior del centro**, a través de los conductores de enlace habilitados en la losa de cimentación.
- **Uniones equipotenciales interiores**, que conectan las masas metálicas del transformador, la aparamenta de MT, el cuadro de BT, estructuras y demás elementos metálicos accesibles.
- **Protección mecánica de los conductores enterrados**, asegurando su correcta instalación y facilitando su inspección futura si fuese necesario.
- **Verificación de continuidad**, realizando el control de las uniones, empalmes y accesos, garantizando que todos los elementos estén incorporados al sistema de tierras.

Esta ejecución garantiza la operación segura del centro de transformación, asegurando que cualquier corriente de defecto encuentra un camino de baja impedancia hacia los electrodos de puesta a tierra, manteniendo la instalación dentro de los valores de tensión de paso y contacto admitidos.

25.6 Ejecución de la puesta a tierra de neutro

La puesta a tierra del neutro del transformador constituye una parte esencial del sistema de protección del centro de transformación, permitiendo la circulación de las corrientes de defecto a tierra y contribuyendo al adecuado funcionamiento de las protecciones. Su ejecución se realiza de forma independiente pero coordinada con

la puesta a tierra general, garantizando una correcta evacuación de corrientes y la equipotencialidad de todos los elementos internos.

La ejecución se lleva a cabo de la siguiente forma:

- **Conexión directa del punto neutro del transformador** al sistema de puesta a tierra mediante un conductor dedicado, dimensionado para soportar las corrientes de defecto previstas.
- **Enlace del neutro al anillo exterior de tierras**, utilizando las canalizaciones previstas en la losa de cimentación y asegurando la continuidad mecánica y eléctrica de las uniones.
- **Separación física adecuada** entre el conductor de neutro y el resto de elementos de BT, evitando trayectos que puedan inducir tensiones peligrosas o interferencias con otros conductores.
- **Equipotencialidad con las masas del transformador**, garantizando la unión entre la cuba, los soportes y el punto neutro para eliminar diferencias de potencial internas.
- **Protección mecánica del conductor**, mediante tubos o canalizaciones que evitan deterioros durante su instalación o futuras intervenciones.
- **Unión permanente y accesible**, mediante bornes y pletinas que permiten la verificación durante los trabajos de mantenimiento.
- **Integración dentro del sistema general de puesta a tierra**, asegurando que el conjunto responde como una red única ante la presencia de corrientes de defecto.

La correcta ejecución de esta puesta a tierra permite que, en caso de defecto monofásico a tierra, la corriente circule por un camino de baja impedancia, facilitando la rápida actuación de las protecciones y manteniendo controladas las tensiones de paso y contacto tanto en el interior como en el exterior del centro.

25.7 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

Para garantizar la seguridad de las personas frente a tensiones de paso y contacto, se incorporan medidas adicionales que complementan la puesta a tierra general y la puesta a tierra del neutro. Estas medidas tienen como objetivo limitar la aparición de potenciales peligrosos en la superficie del terreno y en las zonas accesibles, especialmente durante la circulación de corrientes de defecto a tierra.

Las medidas aplicadas en el centro de transformación son las siguientes:

- **Capa superficial de material aislante**, extendida en la zona exterior del prefabricado, que reduce la conductividad superficial del terreno y limita las tensiones de paso durante un defecto.
- **Equipotencialidad interior completa**, mediante la unión de todas las masas metálicas del centro, incluyendo puertas, rejillas, soportes, envolventes de

MT, cuba del transformador y cuadro de BT, evitando diferencias de potencial accesibles.

- **Continuidad del anillo de tierra exterior**, rodeando el edificio y garantizando una distribución uniforme del potencial en el entorno del centro.
- **Unión entre electrodos y elementos metálicos externos**, tales como conductos, protecciones mecánicas o bandejas, para impedir la aparición de puntos aislados que puedan generar tensiones peligrosas.
- **Control de la resistividad del terreno**, adoptando medidas correctoras si la resistividad es elevada, como la instalación de picas adicionales o el empleo de lechos de mejora.
- **Verificación periódica del sistema de tierras**, permitiendo detectar degradaciones en conexiones, corrosión o pérdida de continuidad.
- **Limitación de accesos**, manteniendo las puertas del centro cerradas y señalizadas para evitar la presencia de personas no autorizadas durante condiciones de fallo.
- **Diseño adecuado del trazado de conductores**, evitando recorridos que puedan inducir tensiones elevadas en zonas exteriores o accesibles.

Con estas actuaciones se asegura que, incluso en presencia de un defecto fase-tierra, las tensiones de paso y contacto se mantengan dentro de los valores admisibles, garantizando la seguridad de las personas y la integridad de la instalación.

26.Sistema de Telegestión

El centro de transformación dispone de un sistema de telegestión destinado a la supervisión remota de los parámetros eléctricos fundamentales de la instalación y al envío de información hacia el sistema de control de la compañía distribuidora. Este sistema permite monitorizar de forma continua el estado del centro, facilitando la detección temprana de incidencias y mejorando la calidad del suministro.

El sistema se integra en el cuadro de Baja Tensión y en la apartamentada de Media Tensión, garantizando la captura de datos y su transmisión en tiempo real hacia el sistema de gestión centralizado.

Las funciones principales del sistema de telegestión son las siguientes:

- **Lectura remota de parámetros eléctricos**, incluyendo tensiones, corrientes, potencias y energía consumida.
- **Detección y registro de eventos**, como sobrecargas, huecos de tensión, interrupciones y actuaciones de las protecciones.
- **Monitorización del estado del transformador**, permitiendo conocer la carga, el comportamiento térmico y la evolución del servicio.
- **Comunicación bidireccional** con los sistemas de supervisión de la compañía distribuidora, facilitando la actualización de parámetros, la consulta de registros y la verificación del estado del centro.

- **Sincronización horaria** con el sistema de control, garantizando la coherencia temporal de los registros y alarmas.
- **Registro histórico de datos**, útil para el análisis de calidad de suministro y el mantenimiento predictivo.

El sistema de telegestión queda alojado en el interior del centro de transformación, protegido frente a agentes externos y accesible únicamente para personal autorizado, garantizando la seguridad de la información y la integridad de los equipos

27. Sistema de Medida

El sistema de medida instalado en el centro de transformación permite el registro preciso de la energía suministrada y de los parámetros eléctricos asociados al servicio. Su configuración cumple los requisitos establecidos por la compañía distribuidora, garantizando la fiabilidad de las lecturas y la correcta integración con los sistemas de supervisión y facturación.

El sistema se aloja en la cámara de Baja Tensión, en el cuadro general, o en el emplazamiento designado dentro del prefabricado según la configuración del centro. Los equipos instalados aseguran la medición directa o indirecta de las variables eléctricas necesarias para el control operativo y económico del suministro.

Los elementos principales del sistema de medida son los siguientes:

- **Contador principal de energía**, con capacidad para registrar energía activa y reactiva, así como los parámetros instantáneos del servicio.
- **Transformadores de tensión y corriente**, instalados en la apartamentada de Media Tensión cuando se requiere medida indirecta.
- **Equipo de registro y comunicaciones**, integrado en el propio contador, que permite la lectura remota y la sincronización con el sistema de telegestión.
- **Protecciones asociadas al circuito de medida**, garantizando la integridad de los equipos y la seguridad del personal durante tareas de mantenimiento.
- **Bornas y dispositivos de prueba**, que facilitan la verificación y calibración del sistema sin necesidad de interrumpir el suministro.
- **Sellados y precintos**, exigidos para impedir manipulaciones no autorizadas y asegurar la validez de las lecturas.

El sistema de medida queda instalado en un punto accesible únicamente para personal autorizado, protegido mediante cerramientos adecuados y con separación física respecto a otros elementos del cuadro, garantizando su fiabilidad y seguridad durante toda la vida útil de la instalación..

28. Sistema de Telemando

El centro de transformación puede incorporar un sistema de telemando destinado a la supervisión y operación remota de la aparamenta de Media Tensión. Este sistema permite realizar maniobras de conexión, desconexión y seccionamiento sin necesidad de presencia física en el centro, mejorando la capacidad de respuesta ante incidencias y reduciendo los tiempos de interrupción del suministro.

El telemando se integra en la celda de MT equipada para tal fin, así como en los equipos de comunicación del centro. Su diseño garantiza la compatibilidad con los sistemas de control de la compañía distribuidora y su funcionamiento seguro en condiciones normales y de defecto.

Las funciones principales del sistema de telemando son:

- **Apertura y cierre a distancia del interruptor o seccionador de la celda**, permitiendo restablecer o aislar el suministro desde el centro de control.
- **Monitorización del estado de la aparamenta**, incluyendo posiciones de interruptor, seccionador, puesta a tierra y estado de las protecciones.
- **Envío de alarmas y eventos**, como disparos por protección, fallos en la celda o pérdida de tensión.
- **Supervisión térmica y eléctrica del transformador y del cuadro de BT**, cuando el sistema de telemando está integrado con el sistema de telegestión.
- **Comunicación bidireccional** mediante el protocolo y canal establecido por la compañía distribuidora.
- **Sincronización con el sistema de control remoto**, asegurando la coherencia de maniobras y registros.
- **Registro de estados y maniobras**, para análisis posterior o resolución de incidencias.

El sistema se instala en el interior del centro de transformación, protegido contra accesos no autorizados y acondicionado para un funcionamiento fiable en ambientes propios de instalaciones eléctricas. Su incorporación permite mejorar los tiempos de actuación ante fallos en la red y optimiza la continuidad de servicio para los usuarios conectados a la instalación.

28.1 Condiciones generales del telemando

El sistema de telemando instalado en el centro de transformación debe garantizar la operación remota segura y fiable de la aparamenta de Media Tensión. Para ello, el equipo incorpora los dispositivos necesarios para supervisar los estados de la celda telemandada y transmitirlos al centro de control. El sistema debe permitir la comunicación bidireccional, manteniendo la integridad de los datos y asegurando la compatibilidad con los protocolos establecidos por la compañía distribuidora.

El telemando se instalará únicamente en celdas preparadas para este fin, dotadas de accionamiento motorizado y dispositivos de enclavamiento adecuados para impedir maniobras incorrectas tanto en operación local como remota. La instalación quedará protegida contra accesos no autorizados y dispuesta para funcionamiento continuo, incluso en situaciones de baja tensión o fallo de alimentación auxiliar.

28.2 Operación en local y remoto

El sistema debe permitir la operación tanto local como remota de los equipos asociados, garantizando en todo momento la coordinación entre ambos modos. La operación local se reserva para tareas de mantenimiento o maniobras puntuales, mientras que la operación remota se utiliza para gestionar el centro desde el sistema de control.

Para ello, la celda telemandada dispone de:

- **Selector local/remoto**, que impide maniobras remotas cuando está seleccionado operativo local.
- **Indicadores de posición** (abierto, cerrado, puesto a tierra), visibles desde el exterior de la celda.
- **Enclavamientos mecánicos y eléctricos**, que evitan la acción simultánea o conflictiva entre maniobras locales y remotas.
- **Apertura prioritaria en caso de defecto**, asegurando la desconexión inmediata del equipo.

El cambio entre modos se realiza de forma segura, garantizando que las maniobras remotas solo sean posibles cuando la celda está correctamente preparada para ello.

28.3 Señalización a distancia

El sistema de telemando incorpora un conjunto de señales enviadas al sistema de control de la compañía distribuidora, permitiendo la supervisión en tiempo real del estado del centro de transformación. Esta señalización constituye un elemento fundamental para garantizar la correcta explotación de la red y detectar de forma temprana cualquier incidencia.

Entre las señales transmitidas se incluyen:

- **Posición del aparato de maniobra** (abierto/cerrado).
- **Estado del seccionador de puesta a tierra.**
- **Actuación del relé de protección** o disparo por defecto.
- **Presencia o ausencia de tensión** en la celda.
- **Alarmas internas**, tales como fallo de motor, fallo de alimentación auxiliar o disparos anómalos.

- **Estado del propio equipo de telemando**, permitiendo supervisión de comunicaciones y disponibilidad del sistema.

La transmisión de señales se realiza mediante el protocolo de comunicación utilizado por la distribuidora, garantizando la integridad, seguridad y disponibilidad de los datos y permitiendo al centro de control ejecutar acciones correctivas de manera inmediata.

29. Seguridad y Salud

Las condiciones de seguridad y salud aplicables en el centro de transformación tienen como objetivo garantizar la protección del personal que realiza operaciones o tareas de mantenimiento en el interior del edificio, así como la seguridad de terceros en el entorno del centro. El diseño, construcción y explotación de la instalación se ajustan a las disposiciones vigentes en materia de prevención de riesgos laborales y a las prácticas establecidas para centros de transformación prefabricados de superficie.

Para ello se han adoptado las siguientes medidas:

- **Limitación de acceso**, mediante puertas con cerraduras normalizadas, garantizando que únicamente personal autorizado pueda acceder al interior del centro.
- **Separación física de cámaras**, aislando las zonas de Media Tensión, transformadores y Baja Tensión, evitando la presencia simultánea en zonas de riesgo durante las operaciones.
- **Ventilación adecuada**, que mantiene condiciones térmicas seguras y reduce la acumulación de gases o vapores potencialmente peligrosos en la cámara del transformador.
- **Iluminación interior**, instalada en todas las cámaras del prefabricado, permitiendo la realización de maniobras y trabajos con visibilidad suficiente.
- **Señalización de advertencia**, con indicaciones de riesgo eléctrico, tensiones peligrosas y procedimientos de actuación, situadas en las puertas y puntos críticos de la instalación.
- **Protección frente a contactos directos e indirectos**, garantizada mediante el grado de protección de los equipos eléctricos, la continuidad del sistema de tierras y la adecuada disposición de las envolventes metálicas.
- **Eliminación de riesgos asociados a las maniobras**, mediante celdas con enclavamientos mecánicos y eléctricos que impiden la apertura o cierre indebido de los aparatos.
- **Condiciones de evacuación**, asegurando accesos libres de obstáculos que permitan abandonar el centro de forma rápida en caso de emergencia.
- **Compatibilidad con equipos de intervención**, manteniendo espacios suficientes para las maniobras del transformador y de los equipos de MT.

- **Protección contra incendios**, mediante materiales no combustibles en la envolvente, ventilación adecuada y separación respecto a elementos susceptibles de ignición.

El cumplimiento de estas medidas proporciona un entorno seguro para el personal y garantiza que el centro de transformación funcione en condiciones adecuadas durante toda su vida útil.

30. Campos magnéticos

Los campos magnéticos generados en el centro de transformación proceden principalmente del transformador y de los conductores de Media y Baja Tensión que lo alimentan y distribuyen la energía. El diseño del centro, así como la disposición de los equipos en su interior, se realiza de forma que los niveles de campo magnético en el exterior se mantengan dentro de los valores establecidos por la normativa vigente y por las recomendaciones internacionales aplicables.

Para ello se han considerado los siguientes aspectos:

- **Ubicación central del transformador** en el interior del prefabricado, garantizando que las paredes del edificio actúan como elemento de separación entre la fuente del campo magnético y el exterior.
- **Concentración de los conductores**, tanto en BT como en MT, minimizando la apertura de los lazos de corriente y reduciendo así la generación de campos adicionales.
- **Disposición adecuada de los embarrados**, situándolos a alturas y distancias que evitan la proximidad a zonas accesibles desde el exterior.
- **Atenuación natural del hormigón**, ya que la envolvente del prefabricado contribuye a reducir la propagación del campo magnético hacia el exterior.
- **Limitación de corrientes de fuga**, gracias al correcto funcionamiento del sistema de puesta a tierra y al equilibrado de cargas en los circuitos de BT.
- **Cumplimiento de los valores establecidos**, verificando que las intensidades de campo en el entorno del centro son inferiores a los límites recomendados por organismos internacionales para exposición del público.

Como resultado de estas medidas, el funcionamiento del centro de transformación garantiza que los campos magnéticos exteriores se mantengan en niveles seguros, muy por debajo de los valores máximos admitidos para instalaciones eléctricas de estas características.

31. Protección contra incendios

La protección contra incendios en el centro de transformación se establece con el objetivo de reducir el riesgo de ignición, limitar la propagación del fuego y garantizar la seguridad del personal y de los equipos. El diseño y construcción del

prefabricado, así como la distribución interior de los elementos eléctricos, cumplen los requisitos establecidos para centros de transformación de superficie.

Las medidas adoptadas son las siguientes:

- **Estructura de hormigón armado**, material no combustible que actúa como barrera natural frente a la propagación del fuego entre cámaras y hacia el exterior del centro.
- **Separación entre cámaras**, disponiendo la celda de Media Tensión, el transformador y el cuadro de Baja Tensión en recintos independientes, reduciendo la posibilidad de que un incendio afecte simultáneamente a varias zonas.
- **Ventilación natural**, que evita la acumulación de gases inflamables o vapores dentro del prefabricado, especialmente en la cámara del transformador.
- **Transformadores con aceite dieléctrico**, equipados con dispositivos de seguridad como válvula de sobrepresión y medidas de control térmico, que reducen el riesgo de ignición.
- **Aparamenta de MT encapsulada**, cuya construcción aislada en gas reduce notablemente el riesgo de fallo interno que pueda producir arcos eléctricos o incendios.
- **Cables de MT y BT con aislamiento termoestable**, que limitan la propagación de la llama y reducen la emisión de humos en caso de incendio.
- **Ausencia de materiales combustibles** en la estructura y acabados interiores del centro.
- **Accesos protegidos y señalizados**, que permiten al personal autorizado identificar zonas de riesgo y actuar de manera segura.
- **Compatibilidad con medios de extinción**, permitiendo la intervención de equipos de emergencia desde el exterior sin necesidad de exposición directa a tensiones peligrosas.

Las medidas adoptadas garantizan que el centro de transformación disponga de una protección pasiva eficaz frente al fuego, reforzada por la propia naturaleza de los equipos eléctricos instalados y por la disposición interior del prefabricado.

31.1 Extintores móviles

El centro de transformación dispone de medios de extinción portátiles destinados a actuar de forma inmediata ante un conato de incendio. Estos equipos se sitúan en puntos accesibles y cumplen con las prescripciones establecidas para instalaciones eléctricas de Media Tensión.

Los extintores instalados presentan las siguientes características:

- **Extintores de dióxido de carbono (CO₂)**, adecuados para fuegos de origen eléctrico y aptos para su utilización en recintos con equipos bajo tensión.

- **Clasificación mínima 34B**, garantizando su eficacia frente a incendios en equipos con aceites dieléctricos o en aparatos eléctricos.
- **Ubicación junto a la entrada del centro**, permitiendo su utilización sin necesidad de acceder completamente al interior en caso de emergencia.
- **Soporte mural metálico**, que asegura la sujeción del extintor y facilita su localización inmediata.
- **Etiquetado y señalización normalizada**, con indicación visible del tipo de extintor y sus instrucciones de uso.
- **Mantenimiento periódico**, conforme a la normativa vigente, verificando presión, integridad del envase, manguera y mecanismo de disparo.
- **Accesibilidad asegurada**, manteniendo la zona del extintor libre de obstáculos que impidan su retirada rápida.

Estos extintores permiten actuar con rapidez ante un pequeño incendio sin comprometer la seguridad del personal ni la integridad de los equipos eléctricos del centro de transformación.

32.Ventilación

La ventilación del centro de transformación garantiza la adecuada disipación del calor generado por el transformador y el resto de equipos eléctricos, manteniendo condiciones térmicas seguras y asegurando la continuidad del servicio. El diseño del prefabricado PFU incorpora un sistema de ventilación natural que permite la circulación de aire sin necesidad de equipos mecánicos, optimizando la evacuación del calor incluso bajo condiciones de carga elevada.

La ventilación se realiza mediante los siguientes elementos:

- **Rejillas de ventilación exteriores**, situadas en las fachadas del prefabricado, diseñadas con lamas en disposición que impide la entrada directa de agua de lluvia.
- **Aberturas superiores e inferiores** en la cámara del transformador, favoreciendo el efecto chimenea y la renovación continua del aire.
- **Cámara del transformador independiente**, cuya configuración permite una ventilación más eficaz y evita el intercambio térmico con la aparamenta de Media Tensión y con la cámara de Baja Tensión.
- **Protecciones anti-intrusión**, con malla interior metálica que impide la entrada de animales o cuerpos extraños sin comprometer el flujo de aire.
- **Diseño del prefabricado libre de obstáculos**, permitiendo que la circulación del aire se realice sin interferencias que puedan reducir su capacidad de refrigeración.
- **Espacios suficientes alrededor del transformador**, favoreciendo la disipación del calor por convección natural y evitando acumulaciones térmicas en zonas puntuales.

- **Ventilación acorde a la potencia instalada**, dimensionada para transformadores de hasta 630 kVA, asegurando que el calor generado en funcionamiento ONAN pueda evacuarse adecuadamente.

El sistema de ventilación natural garantiza condiciones térmicas adecuadas tanto durante el funcionamiento normal del centro como durante periodos de carga elevada, evitando sobrecalentamientos y contribuyendo a prolongar la vida útil de los equipos.

33.Insonorización y medidas antivibraciones

El centro de transformación incorpora soluciones destinadas a limitar tanto la emisión de ruido como la transmisión de vibraciones al entorno. Estas medidas reducen el impacto acústico del funcionamiento del transformador y evitan que las vibraciones generadas por los equipos eléctricos se propaguen a la estructura del edificio o al exterior. El diseño del prefabricado garantiza que los niveles de ruido y vibraciones se mantengan dentro de los límites admisibles establecidos por la normativa vigente y por las recomendaciones de la compañía distribuidora.

33.1 Insonorización

Para controlar el ruido aéreo producido por el transformador y el resto de equipos, se aplican las siguientes medidas:

- **Estructura de hormigón armado**, cuya masa proporciona una elevada atenuación acústica y actúa como barrera frente a la propagación del ruido.
- **Cámara del transformador independiente**, reduciendo la transmisión sonora hacia las cámaras de MT y BT y hacia el exterior del prefabricado.
- **Puertas metálicas estancas**, dotadas de cierres y juntas que minimizan fugas acústicas.
- **Rejillas de ventilación diseñadas para limitar la emisión sonora**, permitiendo el intercambio de aire sin constituir puntos directos de emisión.
- **Ausencia de huecos innecesarios** en la envolvente, evitando caminos adicionales de propagación del ruido.
- **Transformadores con nivel sonoro conforme a especificaciones**, garantizando que la fuente de emisión cumple los valores máximos permitidos.

33.2 Medidas antivibraciones

Para reducir la transmisión de vibraciones mecánicas desde el transformador a la estructura del edificio y al entorno, se aplican las siguientes medidas:

- **Soportes antivibratorios en la bancada del transformador**, que absorben las vibraciones generadas durante su funcionamiento y evitan su transferencia directa al prefabricado.

- **Separación de cámaras**, disminuyendo la transmisión estructural entre recintos y limitando la vibración en los paramentos exteriores.
- **Estructura rígida del prefabricado**, que dispersa y atenúa la energía vibratoria, reduciendo posibles resonancias.
- **Nivelación correcta del transformador**, evitando esfuerzos mecánicos que puedan incrementar vibraciones.
- **Conducciones eléctricas flexibles**, que impiden que los cables actúen como elementos transmisores hacia la estructura.
- **Mantenimiento periódico del transformador**, asegurando que las vibraciones se mantengan dentro de los valores nominales definidos por el fabricante.

Con estas actuaciones, el centro de transformación mantiene un comportamiento acústico y vibratorio adecuado, garantizando un funcionamiento silencioso y estable en su entorno.

34. Protección contra la contaminación

El centro de transformación incorpora medidas destinadas a evitar que agentes contaminantes presentes en el entorno puedan afectar al funcionamiento de la instalación o deteriorar los equipos eléctricos. Asimismo, se contemplan actuaciones para garantizar que el propio centro no genere contaminación hacia el exterior, especialmente en lo relativo a aceites dieléctricos y residuos derivados del mantenimiento. Estas medidas aseguran un funcionamiento fiable y una integración adecuada en el entorno.

34.1 Protección del centro frente a la contaminación exterior

Para evitar que polvo, humedad, partículas en suspensión o agentes corrosivos afecten al interior del centro, se adoptan las siguientes medidas:

- **Envolvente de hormigón armado**, que protege los recintos interiores frente a agentes atmosféricos y garantiza una elevada estanqueidad estructural.
- **Puertas metálicas con cierre estanco**, evitando la entrada de polvo, agua o contaminantes transportados por el viento.
- **Rejillas de ventilación con malla antipartículas**, que permiten el intercambio de aire sin permitir la entrada de cuerpos extraños o animales.
- **Equipos eléctricos protegidos mediante envolventes adecuadas**, con grados de protección frente a polvo y humedad que cumplen los requisitos de MT y BT.
- **Ausencia de infiltraciones desde el exterior**, gracias al sellado correcto entre el prefabricado y la losa de cimentación.
- **Materiales resistentes a la corrosión**, empleados en puertas, cerraduras, rejillas y herrajes expuestos.
- **Altura del prefabricado suficiente**, evitando la entrada de suciedad arrastrada por escorrentías superficiales en episodios de lluvia.

34.2 Protección del entorno frente a la contaminación generada por el centro

El centro de transformación se diseña para impedir que su funcionamiento pueda generar contaminación hacia el entorno, especialmente en relación con los aceites dieléctricos del transformador o con residuos procedentes de operaciones de mantenimiento.

Las medidas aplicadas son:

- **Transformadores estancos**, equipados con cuba hermética que evita fugas de aceite al exterior.
- **Cubetos integrados en la base del transformador**, capaces de retener los aceites en caso de vertido accidental.
- **Materiales no contaminantes** en el interior del centro, evitando el uso de sustancias que puedan generar residuos peligrosos.
- **Gestión adecuada de residuos de mantenimiento**, garantizando la retirada y tratamiento conforme a normativa de aceites usados, fusibles, aparatos eléctricos o restos metálicos.
- **Ventilación natural que evita acumulaciones de gases**, reduciendo el riesgo de emisiones no controladas.
- **Sellado del prefabricado**, evitando que aceites o líquidos puedan filtrarse hacia el terreno.
- **Acceso restringido**, impidiendo vandalismo o vertidos indebidos dentro del centro.

34.3 Mantenimiento preventivo para evitar contaminación

Para asegurar que las medidas de protección se mantengan eficaces a lo largo del tiempo, se establecen actuaciones de mantenimiento periódico:

- **Inspección visual del transformador**, comprobando la ausencia de fugas.
- **Revisión del estado de puertas y juntas**, asegurando su estanqueidad.
- **Limpieza de rejillas y ventilaciones**, manteniendo su capacidad de filtración.
- **Comprobación de corrosión en elementos metálicos externos**, actuando preventivamente cuando sea necesario.
- **Control del sistema de retención de aceites**, asegurando su integridad estructural.

Estas intervenciones garantizan la protección continua tanto del centro como del entorno.

35. Señalización y material de seguridad

El centro de transformación dispone de los elementos de señalización y del material de seguridad necesarios para garantizar la protección del personal autorizado, así como para advertir de los riesgos eléctricos presentes en la instalación. Estos elementos se instalan de forma permanente y visible, cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y los requisitos establecidos para centros de transformación de Media Tensión

35.1 Señalización

La señalización del centro está destinada a advertir de los riesgos eléctricos, indicar zonas de acceso restringido y facilitar la actuación durante las maniobras y el mantenimiento. Se dispone lo siguiente:

- **Placas de señalización de riesgo eléctrico**, situadas en todas las puertas de acceso a las cámaras de MT, transformador y BT.
- **Carteles de “Alta Tensión – Peligro de Muerte”**, visibles desde el exterior y fabricados en material resistente a la intemperie.
- **Indicadores de acceso restringido**, que especifican que únicamente personal autorizado puede entrar al centro.
- **Señalización interior de equipos**, identificando celdas, dispositivos de mando, embarrados y cuadros.
- **Marcado del sentido de apertura de las puertas**, facilitando la evacuación en caso de emergencia.
- **Etiquetas normalizadas en conductores y cables**, permitiendo una identificación rápida y segura de los circuitos.
- **Indicación del punto de puesta a tierra**, claramente identificada para la realización de maniobras de mantenimiento.

35.2 Material de seguridad

Para garantizar la protección del personal que opera o mantiene el centro de transformación, se dispone del siguiente material de seguridad obligatorio:

- **Guantes dieléctricos**, adecuados para trabajos en proximidad a partes activas.
- **Alfombra aislante**, situada en la zona de maniobra de la apartada de MT.
- **Ganchos salva-personas**, para rescate en caso de accidente eléctrico, ubicados en un punto accesible del centro.
- **Carteles de consignación**, para señalar equipos fuera de servicio durante tareas de mantenimiento.
- **Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito**, destinado a garantizar la ausencia de tensión durante trabajos en MT.
- **Extintores móviles**, complementarios a los indicados en el punto 17, situados en puntos estratégicos.

- **Iluminación de emergencia**, que permite efectuar una evacuación segura en caso de fallo de suministro.
- **Botiquín básico**, accesible desde la entrada para primeros auxilios.

La disposición de este material facilita la actuación segura del personal autorizado y cumple las disposiciones de seguridad aplicables en instalaciones de Media Tensión.

36. CONCLUSION

Expuesto el objeto y la utilidad del presente Trabajo Fin de Grado, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la UMA.

Autor de MEMORIA DESCRIPTIVA

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Anejo Calculos justificativos

Anejo Cálculos Justificativos Red de M.T.

ANEXO DE CALCULOS

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

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

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

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

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

$\cos \phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

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

n = N° de conductores por fase.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 120

Red Alta Tensión 1

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 1

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):

- Conductores aislados: 20
- Conductores desnudos: 50

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

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\square$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	1	2	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
2	2	3	82	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
3	3	4	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
4	4	5	172	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30	Unip.	1,64	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 121

						H25					
5	5	6	40	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
6	6	7	152,03	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
7	7	8	100,04	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
8	8	9	124,02	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
9	9	10	74	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
10	10	11	108	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
11	11	12	142	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
12	12	13	76	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
13	13	14	69	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
14	14	15	90	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
15	15	16	72	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
16	16	17	67,01	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
17	17	18	26	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
18	18	19	82	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
19	19	20	44	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30	Unip.	1,64	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 122

						H25					
20	20	21	5	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
21	21	22	51	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
22	22	23	91	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
23	23	24	102	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
24	24	25	100	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
25	25	26	45	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
26	26	27	56	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
27	27	28	98	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
28	28	29	61	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
29	29	30	55	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22- ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2		318/1
30	30	31	61	Al- Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94- AL1/22-	Unip.	1,64	3x116,2		318/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 123

						ST1A)						
31	31	32	174	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2			318/1
32	32	33	84	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2			318/1
33	33	34	102	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2			318/1
34	34	35	116	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	1,64	3x116,2			318/1
35	35	36	5,83	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
36	36	37	13	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
37	37	38	75	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
38	38	39	75,17	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
39	39	40	46	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
40	40	41	56	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
41	41	42	50	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
42	42	43	70	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1
43	43	44	70	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200		320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 124

44	44	45	70	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
45	45	46	70,03	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
46	46	47	70,11	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
47	47	48	70	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
48	48	49	70	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
49	49	50	70	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
50	50	51	75	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
51	51	52	34	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
52	52	53	11	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	1,64	3x240	200	320/1
53	53	54	6	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
54	54	55	32	Al/240	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
55	55	56	31	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
56	56	57	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
57	57	58	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
58	58	59	37	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 125

59	59	60	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
60	60	61	35	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
61	61	62	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
62	62	63	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
63	63	64	44	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
64	64	65	41	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
65	65	66	6	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-34,73	3x240	200	320/1
66	66	67	8	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
67	67	68	35	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
68	68	69	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
69	69	70	37	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
70	70	71	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
71	71	72	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
72	72	73	37	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
73	73	74	37	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 126

74	74	75	11	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
75	75	76	9	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-71,1	3x240	200	320/1
76	76	77	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
77	77	78	40	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
78	78	79	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
79	79	80	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
80	80	81	41	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
81	81	82	37	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
82	82	83	26	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
83	83	84	9	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	-89,29	3x240	200	320/1
84	84	85	8	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
85	85	86	35	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
86	86	87	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
87	87	88	35	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
88	88	89	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,66	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 127

89	89	90	36	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
90	90	91	37	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
91	91	92	70	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,66	3x240	200	320/1
92	92	93	74	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
93	93	94	35	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,66	3x240	200	320/1
94	94	95	67	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
95	95	96	32	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
96	96	97	8	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 125,67	3x240	200	320/1
97	97	98	10	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 162,04	3x240	200	320/1
98	98	99	50	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 162,04	3x240	200	320/1
99	99	100	8	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 162,04	3x240	200	320/1
100	100	101	10	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 180,23	3x240	200	320/1
101	101	102	24	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 180,23	3x240	200	320/1
102	102	103	29	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 180,23	3x240	200	320/1
103	103	104	40	AI/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	- 180,23	3x240	200	320/1

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 128

104	104	105	75	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	0	3x240	200	320/1
105	105	106	75	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	0	3x240	200	320/1
106	106	107	75	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H25	Unip.	0	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
1	0	20.000	0	1,644 A(56,963 kVA)
2	-0,007	19.999,992	0	0 A(0 kVA)
3	-0,051	19.999,949	0	0 A(0 kVA)
4	-0,071	19.999,93	0	0 A(0 kVA)
5	-0,162	19.999,838	0,001	0 A(0 kVA)
6	-0,183	19.999,816	0,001	0 A(0 kVA)
7	-0,263	19.999,736	0,001	0 A(0 kVA)
8	-0,316	19.999,684	0,002	0 A(0 kVA)
9	-0,381	19.999,619	0,002	0 A(0 kVA)
10	-0,421	19.999,58	0,002	0 A(0 kVA)
11	-0,478	19.999,523	0,002	0 A(0 kVA)
12	-0,552	19.999,447	0,003	0 A(0 kVA)

13	-0,593	19.999,408	0,003	0 A(0 kVA)
14	-0,629	19.999,371	0,003	0 A(0 kVA)
15	-0,676	19.999,324	0,003	0 A(0 kVA)
16	-0,714	19.999,285	0,004	0 A(0 kVA)
17	-0,75	19.999,25	0,004	0 A(0 kVA)
18	-0,763	19.999,236	0,004	0 A(0 kVA)
19	-0,807	19.999,193	0,004	0 A(0 kVA)
20	-0,83	19.999,17	0,004	0 A(0 kVA)
21	-0,833	19.999,168	0,004	0 A(0 kVA)
22	-0,901	19.999,098	0,005	0 A(0 kVA)
23	-1,024	19.998,977	0,005	0 A(0 kVA)
24	-1,162	19.998,838	0,006	0 A(0 kVA)
25	-1,297	19.998,703	0,006	0 A(0 kVA)
26	-1,357	19.998,643	0,007	0 A(0 kVA)
27	-1,433	19.998,566	0,007	0 A(0 kVA)
28	-1,565	19.998,436	0,008	0 A(0 kVA)
29	-1,647	19.998,354	0,008	0 A(0 kVA)
30	-1,722	19.998,279	0,009	0 A(0 kVA)
31	-1,804	19.998,195	0,009	0 A(0 kVA)
32	-2,039	19.997,961	0,01	0 A(0 kVA)
33	-2,152	19.997,848	0,011	0 A(0 kVA)
34	-2,289	19.997,711	0,011	0 A(0 kVA)
35	-2,446	19.997,555	0,012	0 A(0 kVA)
36	-2,449	19.997,551	0,012	0 A(0 kVA)

37	-2,456	19.997,545	0,012	0 A(0 kVA)
38	-33,236	19.966,764	0,166	0 A(0 kVA)
39	-64,085	19.935,916	0,32	0 A(0 kVA)
40	-82,963	19.917,037	0,415	0 A(0 kVA)
41	- 105,946	19.894,055	0,53	0 A(0 kVA)
42	- 126,466	19.873,533	0,632	0 A(0 kVA)
43	- 155,194	19.844,807	0,776	0 A(0 kVA)
44	- 183,923	19.816,078	0,92	0 A(0 kVA)
45	- 212,651	19.787,35	1,063	0 A(0 kVA)
46	- 241,391	19.758,609	1,207	0 A(0 kVA)
47	- 270,166	19.729,834	1,351	0 A(0 kVA)
48	- 270,203	19.729,797	1,351	0 A(0 kVA)
49	- 298,931	19.701,068	1,495	0 A(0 kVA)
50	- 327,659	19.672,34	1,638	0 A(0 kVA)
51	-358,44	19.641,561	1,792	0 A(0 kVA)
52	- 372,393	19.627,607	1,862	0 A(0 kVA)
53	- 376,908	19.623,092	1,885*	-36,374 A(-1.260 KVA)

54	- 324,902	19.675,098	1,625	0 A(0 kVA)
55	-47,539	19.952,461	0,238	0 A(0 kVA)
56	-47,194	19.952,807	0,236	0 A(0 kVA)
57	-46,77	19.953,23	0,234	0 A(0 kVA)
58	-46,369	19.953,631	0,232	0 A(0 kVA)
59	-45,957	19.954,043	0,23	0 A(0 kVA)
60	-45,556	19.954,443	0,228	0 A(0 kVA)
61	-45,166	19.954,834	0,226	0 A(0 kVA)
62	-44,765	19.955,236	0,224	0 A(0 kVA)
63	-44,364	19.955,637	0,222	0 A(0 kVA)
64	-43,873	19.956,127	0,219	0 A(0 kVA)
65	-43,416	19.956,584	0,217	0 A(0 kVA)
66	-43,35	19.956,65	0,217	-36,374 A(-1.260 KVA)
67	-43,167	19.956,832	0,216	0 A(0 kVA)
68	-42,369	19.957,631	0,212	0 A(0 kVA)
69	-41,547	19.958,453	0,208	0 A(0 kVA)
70	-40,703	19.959,297	0,204	0 A(0 kVA)
71	-39,882	19.960,117	0,199	0 A(0 kVA)
72	-39,061	19.960,939	0,195	0 A(0 kVA)
73	-38,217	19.961,783	0,191	0 A(0 kVA)
74	-37,373	19.962,627	0,187	0 A(0 kVA)
75	-37,122	19.962,879	0,186	0 A(0 kVA)
76	-36,916	19.963,084	0,185	-18,187 A(-630

				KVA)
77	-36,63	19.963,369	0,183	0 A(0 kVA)
78	-35,484	19.964,516	0,177	0 A(0 kVA)
79	-34,367	19.965,633	0,172	0 A(0 kVA)
80	-33,25	19.966,75	0,166	0 A(0 kVA)
81	-32,075	19.967,926	0,16	0 A(0 kVA)
82	-31,015	19.968,984	0,155	0 A(0 kVA)
83	-30,27	19.969,73	0,151	0 A(0 kVA)
84	-30,012	19.969,988	0,15	-36,374 A(-1.260 KVA)
85	-29,69	19.970,311	0,148	0 A(0 kVA)
86	-28,279	19.971,721	0,141	0 A(0 kVA)
87	-26,827	19.973,172	0,134	0 A(0 kVA)
88	-25,416	19.974,584	0,127	0 A(0 kVA)
89	-23,965	19.976,035	0,12	0 A(0 kVA)
90	-22,513	19.977,486	0,113	0 A(0 kVA)
91	-21,022	19.978,979	0,105	0 A(0 kVA)
92	-18,199	19.981,801	0,091	0 A(0 kVA)
93	-15,216	19.984,783	0,076	0 A(0 kVA)
94	-13,805	19.986,195	0,069	0 A(0 kVA)
95	-11,104	19.988,896	0,056	0 A(0 kVA)
96	-9,813	19.990,188	0,049	0 A(0 kVA)
97	-9,491	19.990,51	0,047	-36,374 A(-1.260 KVA)
98	-8,971	19.991,029	0,045	0 A(0 kVA)

99	-6,372	19.993,629	0,032	0 A(0 kVA)
100	-5,956	19.994,045	0,03	-18,187 A(-630 KVA)
101	-5,377	19.994,623	0,027	0 A(0 kVA)
102	-3,99	19.996,01	0,02	0 A(0 kVA)
103	-2,313	19.997,688	0,012	0 A(0 kVA)
104	0	20.000	0	180,226 A(6.243,037 kVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

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

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario. $3RI^2(kW)$
1	1	2	0	
2	2	3	0	
3	3	4	0	
4	4	5	0	
5	5	6	0	

6	6	7	0	
7	7	8	0	
8	8	9	0	
9	9	10	0	
10	10	11	0	
11	11	12	0	
12	12	13	0	
13	13	14	0	
14	14	15	0	
15	15	16	0	
16	16	17	0	
17	17	18	0	
18	18	19	0	
19	19	20	0	
20	20	21	0	
21	21	22	0	
22	22	23	0	
23	23	24	0	
24	24	25	0	
25	25	26	0	
26	26	27	0	
27	27	28	0	
28	28	29	0	
29	29	30	0	

30	30	31	0	
31	31	32	0	
32	32	33	0	
33	33	34	0	
34	34	35	0	
35	35	36	0	
36	36	37	0	
37	37	38	0	
38	38	39	0	
39	39	40	0	
40	40	41	0	
41	41	42	0	
42	42	43	0	
43	43	44	0	
44	44	45	0	
45	45	46	0	
46	46	47	0	
47	47	48	0	
48	48	49	0	
49	49	50	0	
50	50	51	0	
51	51	52	0	
52	52	53	0	
53	53	54	0,003	

54	54	55	0,014	
55	55	56	0,013	
56	56	57	0,016	
57	57	58	0,016	
58	58	59	0,016	
59	59	60	0,016	
60	60	61	0,015	
61	61	62	0,016	
62	62	63	0,016	
63	63	64	0,019	
64	64	65	0,018	
65	65	66	0,003	
66	66	67	0,014	
67	67	68	0,063	
68	68	69	0,065	
69	69	70	0,067	
70	70	71	0,065	
71	71	72	0,065	
72	72	73	0,067	
73	73	74	0,067	
74	74	75	0,02	
75	75	76	0,016	
76	76	77	0,028	
77	77	78	0,114	

78	78	79	0,111	
79	79	80	0,111	
80	80	81	0,117	
81	81	82	0,105	
82	82	83	0,074	
83	83	84	0,026	
84	84	85	0,045	
85	85	86	0,197	
86	86	87	0,203	
87	87	88	0,197	
88	88	89	0,203	
89	89	90	0,203	
90	90	91	0,209	
91	91	92	0,395	
92	92	93	0,417	
93	93	94	0,197	
94	94	95	0,378	
95	95	96	0,18	
96	96	97	0,045	
97	97	98	0,094	
98	98	99	0,469	
99	99	100	0,075	
100	100	101	0,116	
101	101	102	0,278	

102	102	103	0,336	
103	103	104	0,464	
104	104	105	0	
105	105	106	0	
106	106	107	0	

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 139

Anejo justificativo calculo mecanico red aerea

DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase	Protección
TENSIÓN (KV)	20	
CONDUCTOR	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	
NÚMERO FASES	3	
NÚMERO COND/FASE	1	
LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN (	0,57	
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,57	
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,57	
TEMPERATURA MAX. TENDIDO (°C)	50	
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120	

DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase	Protección 1	Protección 2
DIÁMETRO (MM)	14		
PESO (KG/M)	0,433		
CARGA DE ROTURA (Kg):	4400		
SECCIÓN (MM2)	116,2		
COEFICIENTE DE DILATACIÓN	1,78E-5		
MÓDULO ELASTICIDAD (Kg/mm2)	8200		
EDS Max. Zona A (%)	15		
EDS Max. Zona B (%)	15		
EDS Max. Zona C (%)	15		
SOBRECARGA VIENTO 120 Km/h (Kg/m)	0,857		
SOBRECARGA VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,428		
ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)	63,18		
PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)	0,960		
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,609		
PESO HIELO ZONA B (Kg/m)	1,120		
PESO HIELO ZONA C (Kg/m)	1,807		
COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO	30+7		
RESISTENCIA A 20°C (Ohmios/Km)	0,3066		

DATOS TOPOGRAFICOS

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						
1	FL	0	113,84	0	1142	3,09		8,37	A	Normal	NO
2	AN-AM	113,84	79,16	1142	1086	3,54	174	8,37	A	Normal	NO
3	AL-AM	79,16	121,42	1086	1153	3,08		9,01	A	Normal	NO
4	AN-AM	121,42	85,49	1153	1097	3,23	173	9,01	A	Normal	NO
5	AN-AM	85,49	158,1	1097	1203	3,21	150	9,69	A	Normal	NO
6	AN-AM	158,1	98,54	1203	1118	3,23	163	9,69	A	Normal	NO
7	AN-AM	98,54	106,03	1118	1129	3,53	151	8,48	A	Normal	NO
8	AN-AM	106,03	72,8	1129	1076	4,4	166	8,48	A	Normal	NO
9	AN-AM	72,8	55,4	1076	1049	4,33	170	7,75	A	Normal	NO
10	AN-AM	55,4	78,99	1049	1086	3,94	153	7,45	A	Normal	NO
11	AN-AM	78,99	188,72	1086	1239	4,25	154	10,96	A	Normal	NO
12	AN-AM	188,72	141,42	1239	1181	6,1	166	10,96	A	Normal	NO
13	AN-AM	141,42	99,61	1181	1104	6,36	168	8,97	A	Normal	NO
14	AL-AM	99,61	135,25	1104	1162	9,65		9,92	A	Normal	NO
15	AN-AM	135,25	163,36	1162	1210	6,58	170	9,9	A	Normal	NO
16	AN-AM	163,36	169,1	1210	1217	8,3	177	9,9	A	Normal	NO

DATOS TOPOGRAFICOS

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						
17	AN-AM	169,1	97,18	1217	1115	11,69	176	9,63	A	Normal	NO
18	FL	97,18	0	1115	0	16,1		7,05	A	Normal	NO



RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 27516 €

Precio total cimentación: 9707,1 €

Peso total: 13758 Kg.

Volumen excavación: 54,16 m3 Volumen hormigón: 59,52 m3

Número apoyo	Función apoyo	Tipo torre	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Armados N y S				Armados T y B		Ahorcam. h real	Comprob. Esf. Vertical	Denominacion Torre	Código armado	Peso torre (Kg)
					Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"	Cruceta (m) "a"-"d"	Cruceta (m) "b"					
1	FL	HAR	S	HAR-5000	2	2	2				OK	OK	HAR-5000-11	S1110	1239
2	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-14	S1220	622
3	AL-AM	R.U.	S	C-500	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-500-14	S1220	410
4	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-14	S1220	622
5	AN-AM	R.U.	S	C-3000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-3000-16	S1220	886
6	AN-AM	MI	S	MI-2500	1,5	1,5	1,5				OK	OK	MI-2500-12	S1110	850
7	AN-AM	R.U.	S	C-3000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-3000-14	S1220	759
8	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-14	S1220	622
9	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-14	S1220	622
10	AN-AM	MI	S	MI-2500	1,5	1,5	1,5				OK	OK	MI-2500-10	S1110	746
11	AN-AM	R.U.	S	C-3000	1,8	1,25	1,25				OK	OK	C-3000-18	S2220	1031
12	AN-AM	MI	S	MI-2500	1,5	1,5	1,5				OK	OK	MI-2500-14	S1110	982
13	AN-AM	MI	S	MI-2000	1,5	1,5	1,5				OK	OK	MI-2000-12	S1110	796
14	AL-AM	R.U.	S	C-500	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-500-16	S1220	467

Línea de A.T.



RESULTADOS

Precio total hierro (2 €/Kg): 27516 €

Precio total cimentación: 9707,1 €

Peso total: 13758 Kg.

Volumen excavación: 54,16 m3 Volumen hormigón: 59,52 m3

Número apoyo	Función apoyo	Tipo torre	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Armados N y S				Armados T y B		Ahorcam. h real	Comprob. Esf. Vertical	Denominacion Torre	Código armado	Peso torre (Kg)
					Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"	Cruceta (m) "a"-"d"	Cruceta (m) "b"					
15	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-16	S1220	715
16	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-16	S1220	715
17	AN-AM	R.U.	S	C-2000	1,2	1,25	1,25				OK	OK	C-2000-16	S1220	715
18	FL	HA	S	HA-4500	1,4	1,5	1,5				OK	OK	HA-4500-10	S1110	959



DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"

Tensión de la línea [kV]: 20

Configuración Simplex.

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 0,22

Altura puente [m]: 0,57

Oscilación puente [°]: 20

Oscilación puente [m]: 0,19

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 0,57

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 0,57

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 5,21

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 5,21

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 1,75

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 1,75

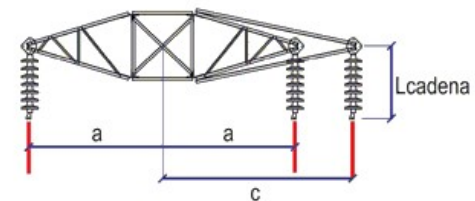
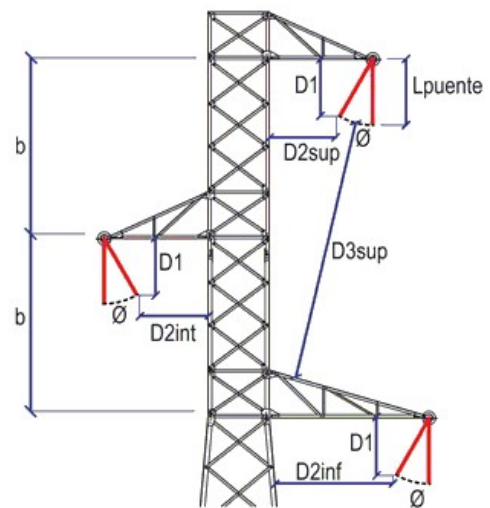
Diámetro conductor [mm]: 14

Peso conductor [Kg/m]: 0,43

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,43

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	(°)	(°) 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	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
1	FL	HAR-5000-11	S	8,37	8,92	2	2	2	---				0,95	4	---	---	---	0,95	---	0,57	0,54	1,26	1,26	1,25	2,74	---	
18	FL	HA-4500-10	S	7,05	7,62	1,4	1,5	1,5	---				0,86	2,8	---	0,86	---	---	---	0,57	0,54	0,74	0,74	0,73	1,7	---	

DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"



Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	HAR-5000	24		73	54	1142			162	3426	3588	2284
2	AN-AM	S	C-2000	46		139	543	52			1630	155	1785	65
3	AL-AM	S	C-500	47		142	96	67			289	201	490	84
4	AN-AM	S	C-2000	45		135	571	52			1712	155	1866	64
5	AN-AM	S	C-3000	60		180	987	86			2961	258	3219	108
6	AN-AM	S	MI-2500	64		191	781	74			2342	222	2565	111
7	AN-AM	S	C-3000	39		117	935	9			2806	27	2833	11
8	AN-AM	S	C-2000	52		155	666	47			1998	142	2141	59
9	AN-AM	S	C-2000	32		95	560	25			1680	74	1753	31
10	AN-AM	S	MI-2500	3		9	834	31			2503	93	2596	46
11	AN-AM	S	C-3000	80		239	940	127			2819	380	3198	158
12	AN-AM	S	MI-2500	87		261	785	51			2356	152	2508	76
13	AN-AM	S	MI-2000	28		84	679	70			2036	210	2247	105
14	AL-AM	S	C-500	88		263	111	58			333	174	507	72
15	AN-AM	S	C-2000	50		151	689	44			2066	132	2197	55
16	AN-AM	S	C-2000	71		213	587	6			1760	19	1779	8

Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AN-AM	S	C-2000	62		185	559	94			1678	283	1962	118
18	FL	S	HA-4500	32		97	47	1115			141	3345	3486	1672

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-110

Diámetro (mm): 14

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,433

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 116,2

Carga Rotura (Kg): 4400

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	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)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
1-2	A	114	0,45	114	1142	15	---	---	20,4	977	---	---	1142	---	---	---	---	412	1,7	957	1,63			0,78	1,7				
2-3	A	79	0,18	79	1086	15	---	---	21,46	987	---	---	1086	---	---	---	---	347	0,98	862	0,87			0,36	0,98				
3-4	A	121	0,15	121	1153	15	---	---	20,16	975	---	---	1153	---	---	---	---	424	1,88	975	1,81			0,9	1,88				
4-5	A	85	0,66	85	1097	15	---	---	21,28	985	---	---	1097	---	---	---	---	360	1,1	880	1			0,42	1,1				
5-6	A	158	0,02	158	1203	15	---	---	19,03	966	---	---	1203	---	---	---	---	473	2,86	1055	2,84			1,62	2,86				
6-7	A	99	-0,91	99	1118	15	---	---	20,88	982	---	---	1118	---	---	---	---	386	1,36	917	1,27			0,57	1,36				
7-8	A	106	0,87	106	1129	15	---	---	20,65	980	---	---	1129	---	---	---	---	399	1,52	937	1,44			0,67	1,52				
8-9	A	73	-0,8	73	1076	15	---	---	21,64	989	---	---	1076	---	---	---	---	333	0,86	843	0,75			0,3	0,86				
9-10	A	55	-0,69	55	1049	15	---	---	22,07	993	---	---	1049	---	---	---	---	288	0,58	788	0,47			0,17	0,58				
10-11	A	79	3,82	79	1086	15	---	---	21,47	987	---	---	1086	---	---	---	---	347	0,98	861	0,87			0,36	0,98				
11-12	A	189	1,85	189	1239	15	---	---	18,24	960	---	---	1239	---	---	---	---	504	3,83	1110	3,85			2,4	3,85				
12-13	A	141	-1,73	141	1181	15	---	---	19,53	970	---	---	1181	---	---	---	---	452	2,39	1021	2,35			1,26	2,39				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-110

Diámetro (mm): 14

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,433

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 116,2

Carga Rotura (Kg): 4400

						Zona A	Zona B	Zona C		Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B		Zona C		Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)							
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	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)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)		
13-14	A	100	4,25	100	1104	14,65	---	---	20,41	964	---	---	1104	---	---	---	---	381	1,41	908	1,31			0,6	1,41				
14-15	A	135	-3,1	135	1162	14,77	---	---	19,41	960	---	---	1162	---	---	---	---	439	2,25	999	2,2			1,16	2,25				
15-16	A	163	1,72	163	1210	15	---	---	18,88	965	---	---	1210	---	---	---	---	478	3,02	1065	3,01			1,74	3,02				
16-17	A	169	3,12	169	1217	15	---	---	18,73	964	---	---	1217	---	---	---	---	484	3,2	1076	3,19			1,88	3,2				
17-18	A	97	1,83	97	1115	15	---	---	20,93	982	---	---	1115	---	---	---	---	383	1,33	913	1,24			0,56	1,33				

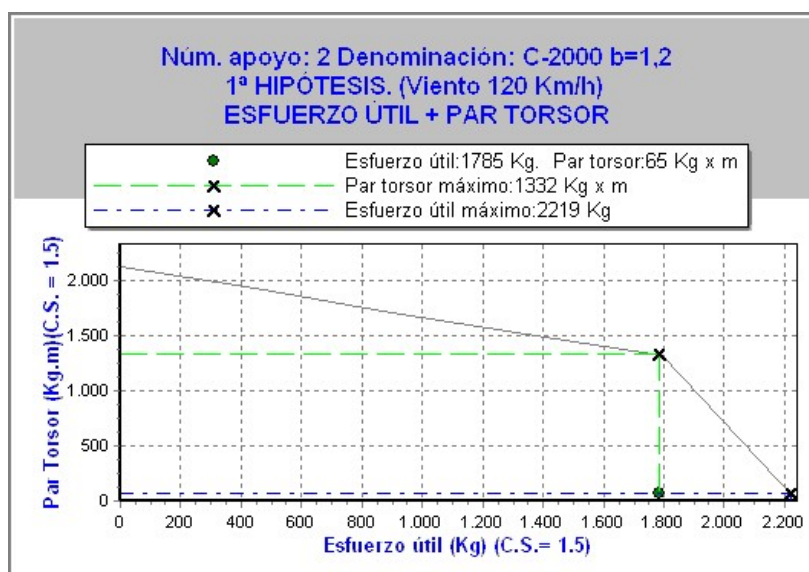
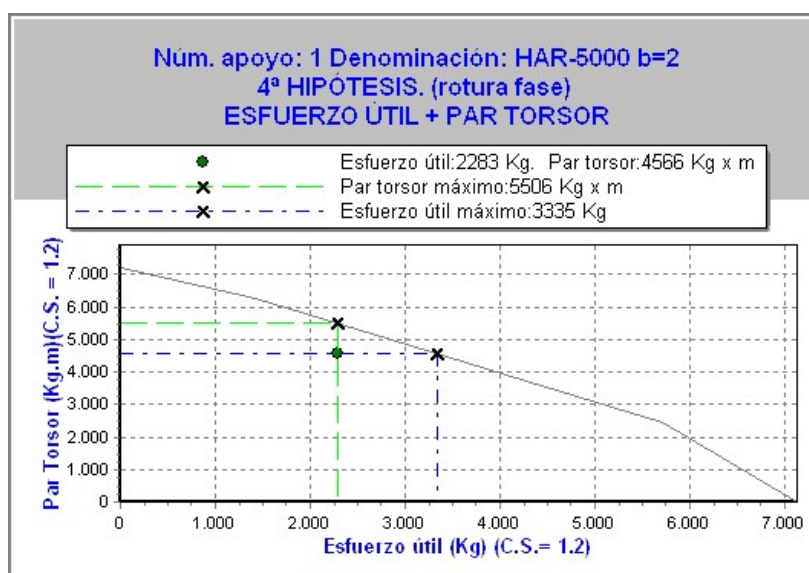
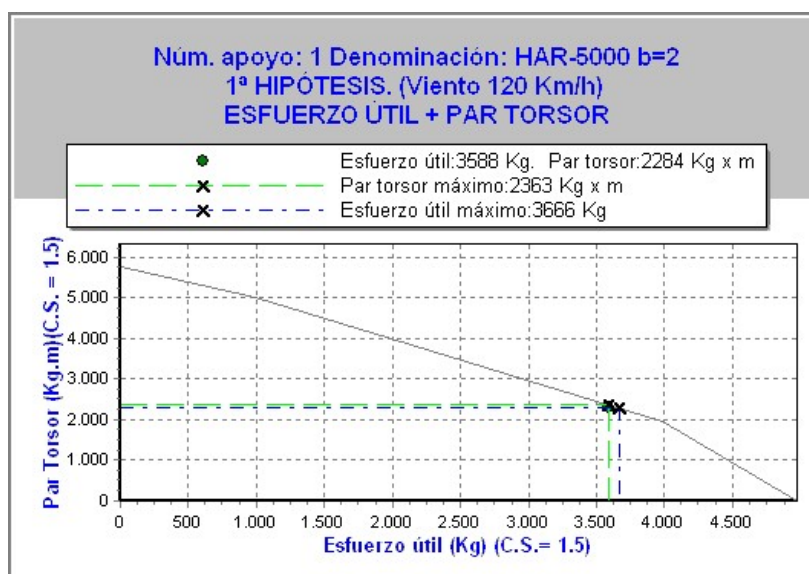
COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)						Hipótesis 4ª (Rotura Protección)					
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple			Torsión compuesta (Áng y FL)			Rotura simple			Rotura compuesta (Ángulos)		
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
1	FL	HAR-5000	NORM	3588	2284		Ver gráfi	0	---			0	---						2283	4566	Ver gráfi						
2	AN-AM	C-2000	NORM	1785	65		Ver gráfi	0	---			1788	---	2580	2,16												
3	AL-AM	C-500	NORM	490	84		Ver gráfi	0	---			519	---	780	2,26												
4	AN-AM	C-2000	NORM	1866	64		Ver gráfi	0	---			1854	---	2580	2,09												
5	AN-AM	C-3000	NORM	3219	108		Ver gráfi	0	---			3056	---	3750	1,84												
6	AN-AM	MI-2500	NORM	2565	111		Ver gráfi	0	---			2432	---	3045	1,88												
7	AN-AM	C-3000	NORM	2833	11		Ver gráfi	0	---			2824	---	3750	1,99												
8	AN-AM	C-2000	NORM	2141	59		Ver gráfi	0	---			2144	---	2580	1,8												
9	AN-AM	C-2000	NORM	1753	31		Ver gráfi	0	---			1865	---	2580	2,08												
10	AN-AM	MI-2500	NORM	2596	46		Ver gráfi	0	---			2631	---	3045	1,74												
11	AN-AM	C-3000	NORM	3198	158		Ver gráfi	0	---			2952	---	3915	1,99												
12	AN-AM	MI-2500	NORM	2508	76		Ver gráfi	0	---			2352	---	3045	1,94												
13	AN-AM	MI-2000	NORM	2247	105		Ver gráfi	0	---			2146	---	2645	1,85												
14	AL-AM	C-500	NORM	507	72		Ver gráfi	0	---			523	---	780	2,24												
15	AN-AM	C-2000	NORM	2197	55		Ver gráfi	0	---			2097	---	2580	1,85												
16	AN-AM	C-2000	NORM	1779	8		Ver gráfi	0	---			1752	---	2580	2,21												

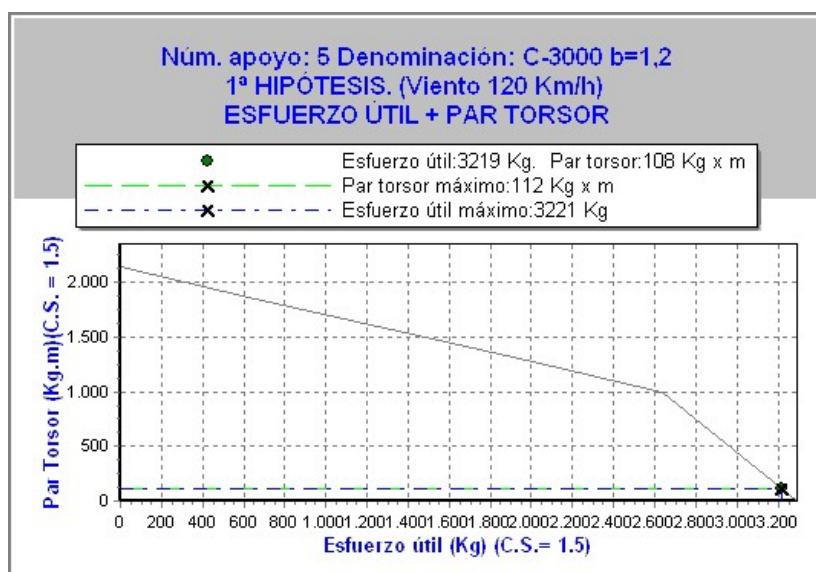
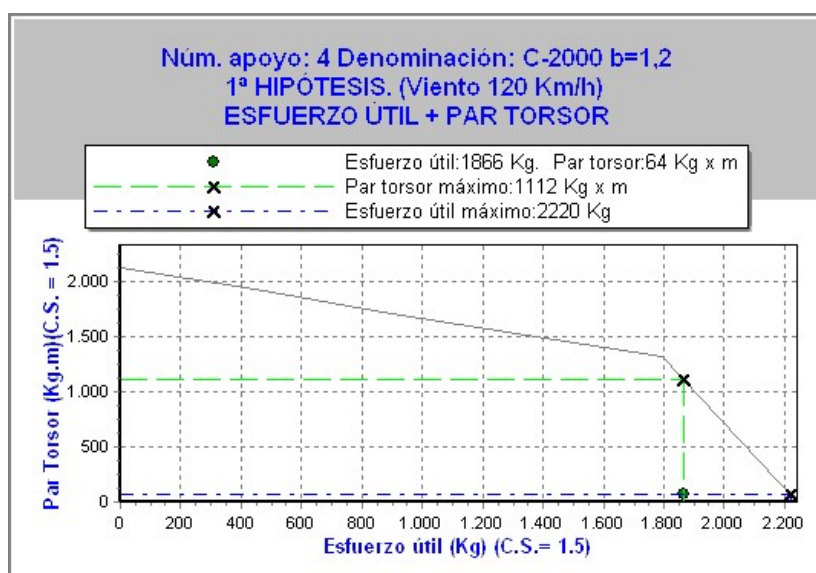
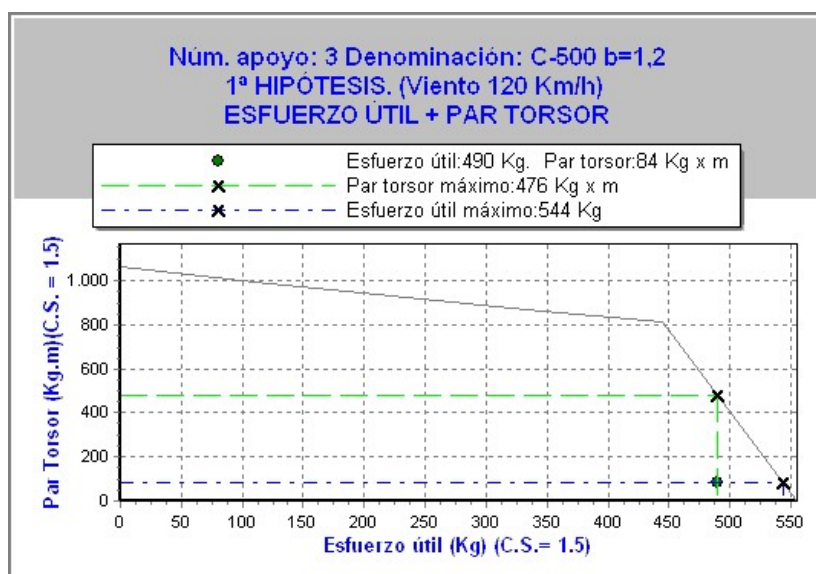
COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Número apoyo	Func. apoyo	Tipo de torre	Tipo de seg.	1ª HIPÓTESIS (Viento 120 K)				2ª HIPÓTESIS (Hielo)				Hipótesis 3ª (Desequilibrio)				Hipótesis 4ª (Rotura Fase)						Hipótesis 4ª (Rotura Protección)					
				Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esfuerzo equiv. incidente (Kg)	Momento torsor incidente (Kg x m)	Esfuerzo máximo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Torsión simple			Torsión compuesta (Áng y FL)			Rotura simple			Rotura compuesta (Ángulos)		
																Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Mom. Tor. incidente (Kg x m)	COEF. SEG.	Esfuerzo incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.	Esf. Eq. incidente (Kg)	Esfuerzo admisible (Kg)	COEF. SEG.
17	AN-AM	C-2000	NORM	1962	118		Ver gráfi	0	---			1803	---	2580	2,15												
18	FL	HA-4500	NORM	3486	1672		Ver gráfi	0	---			0	---						2231	3346	Ver gráfi						

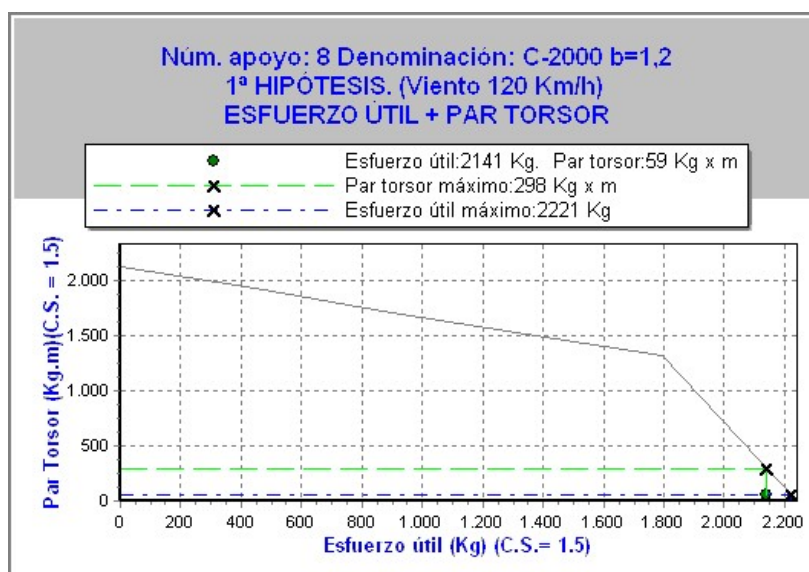
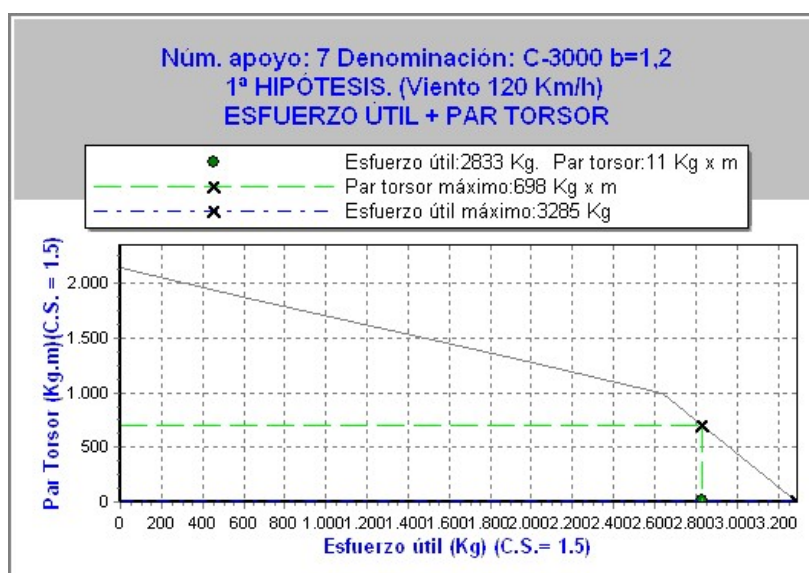
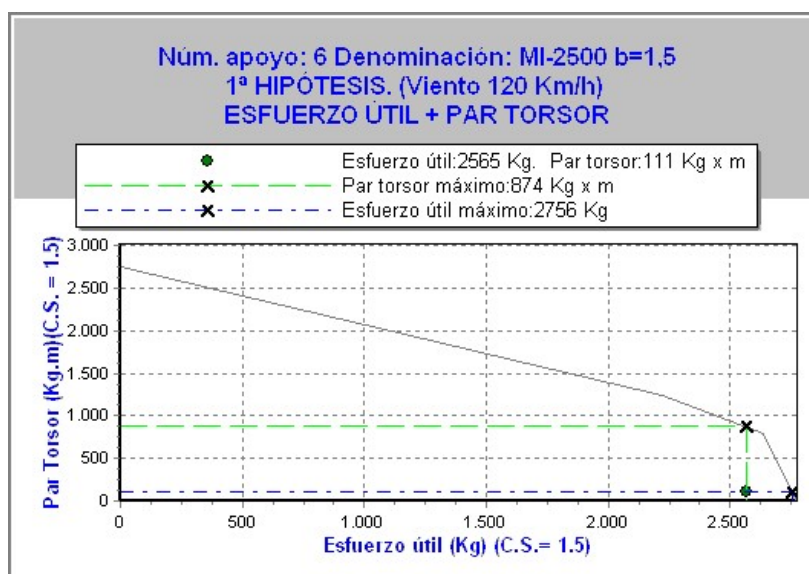
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



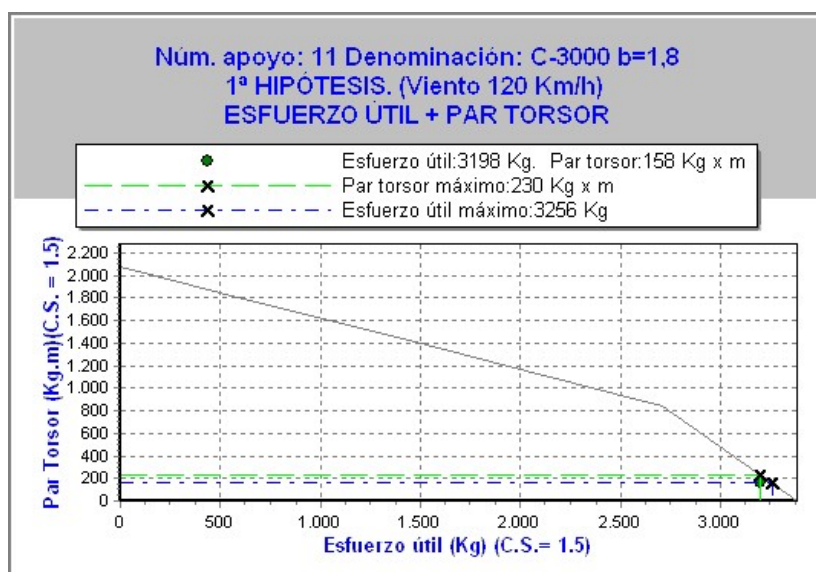
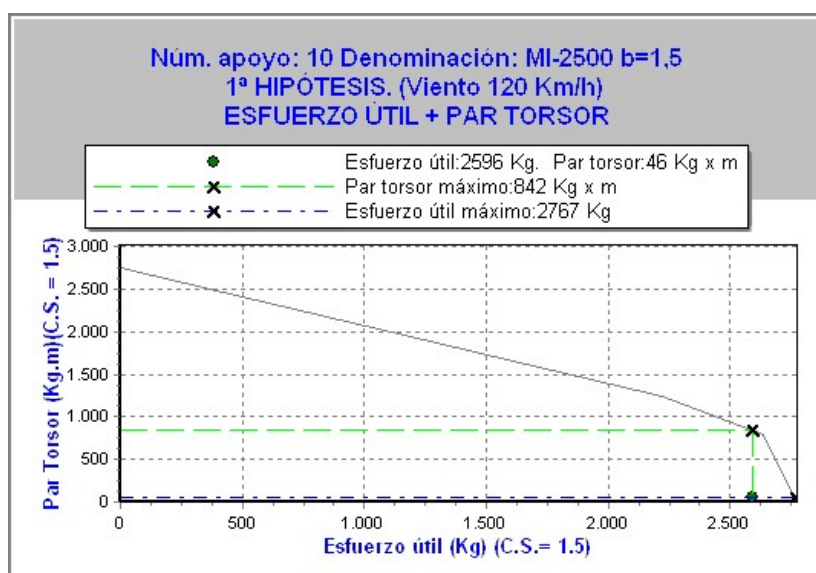
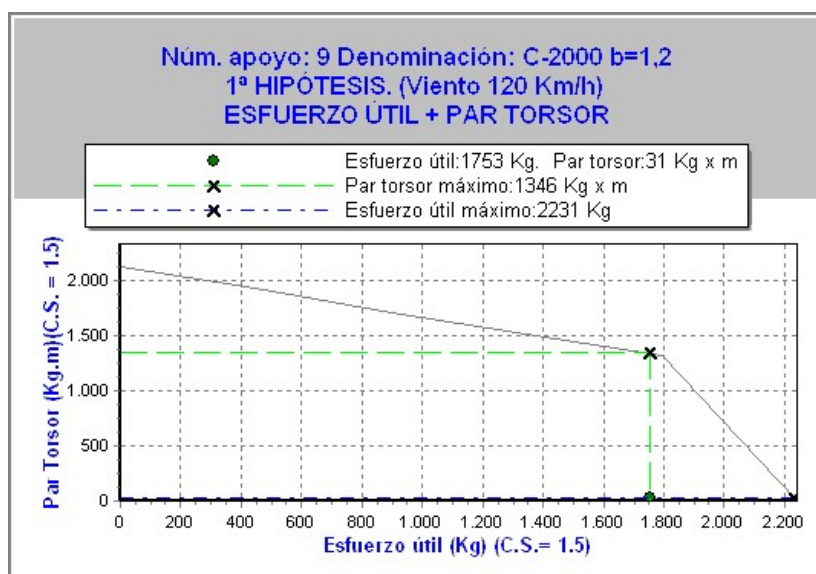
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



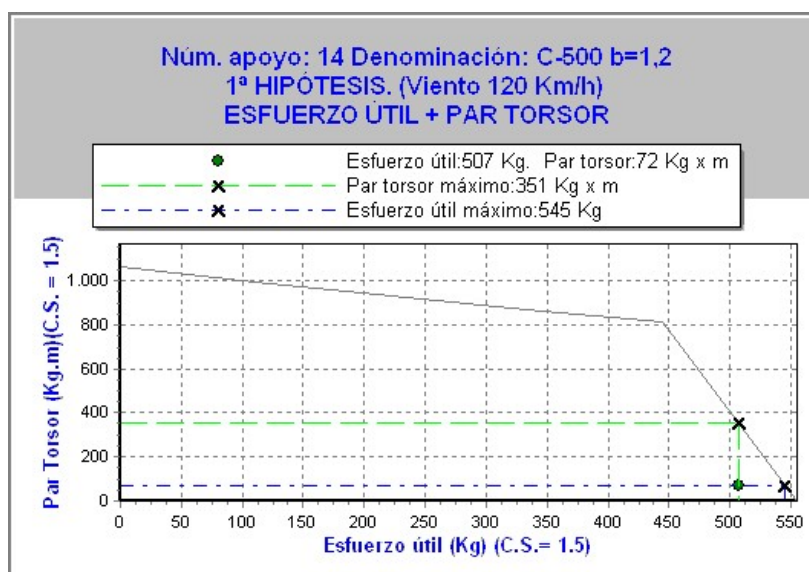
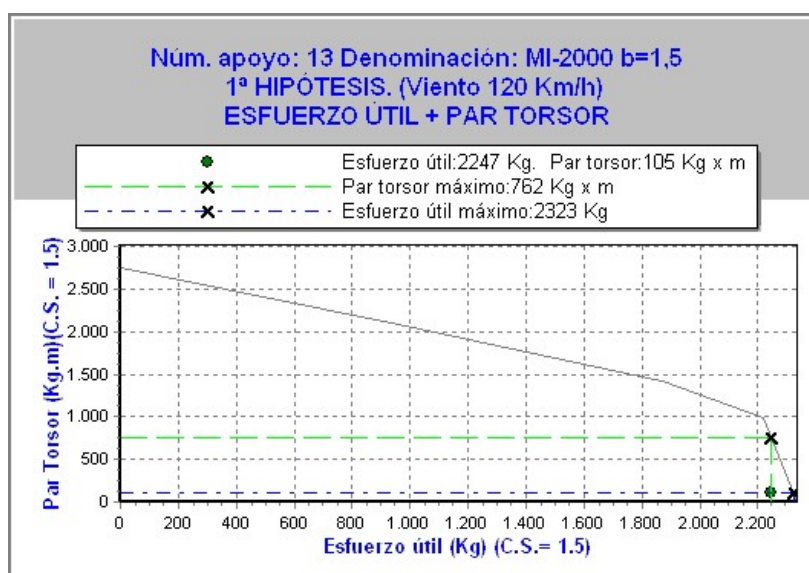
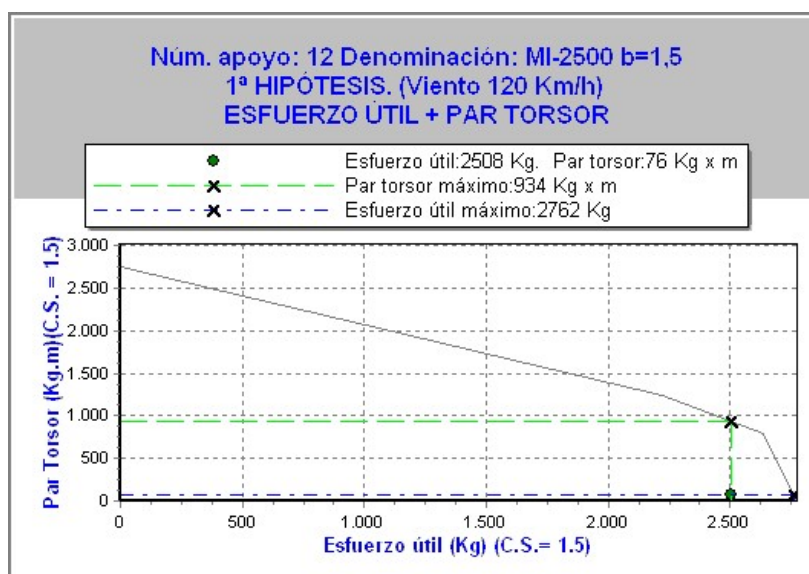
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



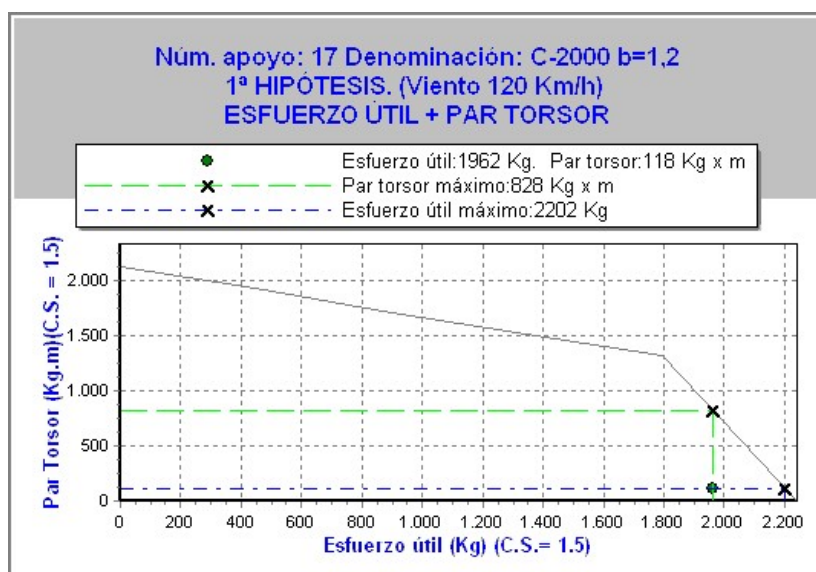
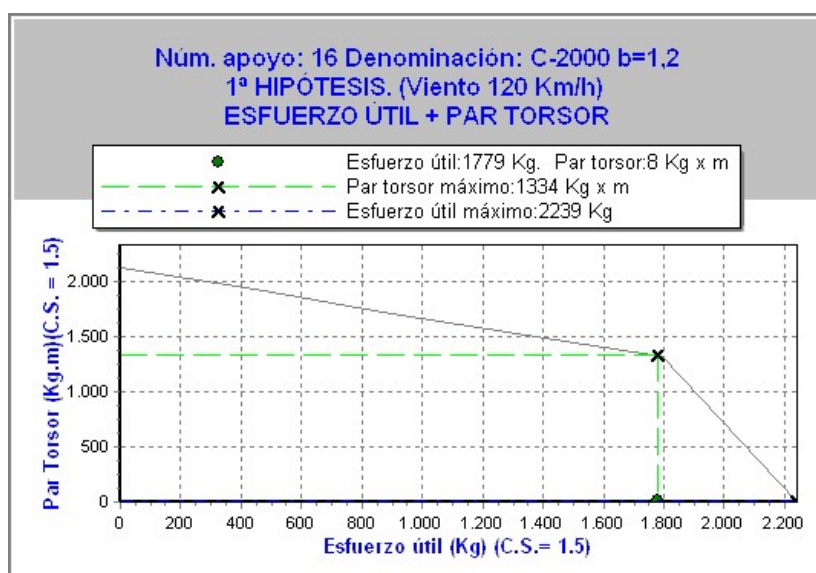
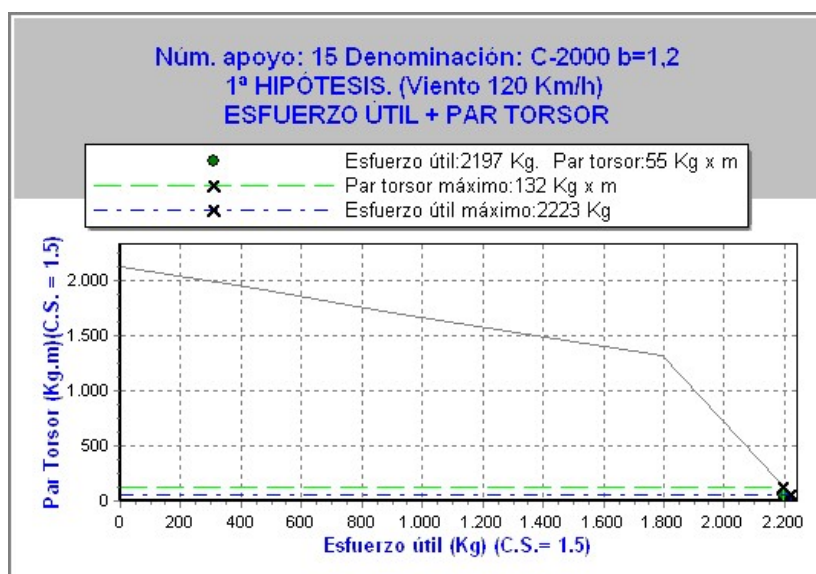
COEFICIENTES DE SEGURIDAD



COEFICIENTES DE SEGURIDAD



COEFICIENTES DE SEGURIDAD



COEFICIENTES DE SEGURIDAD

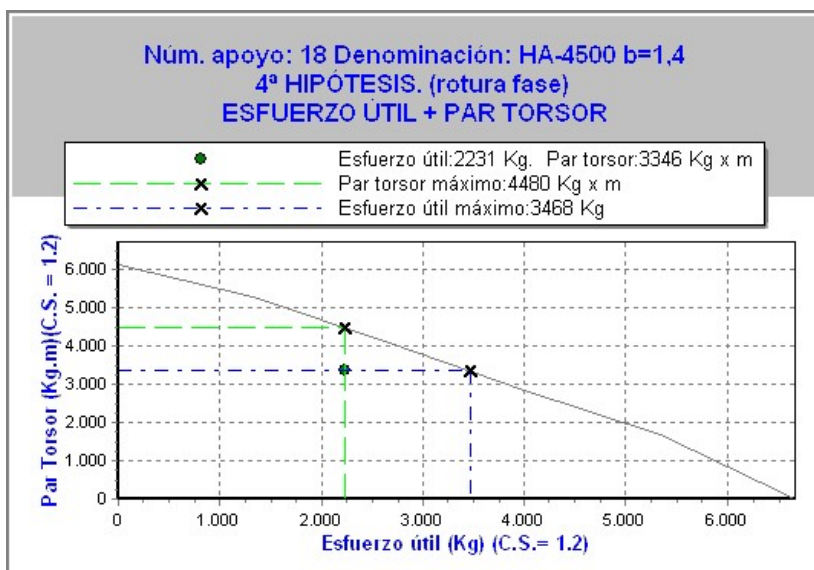
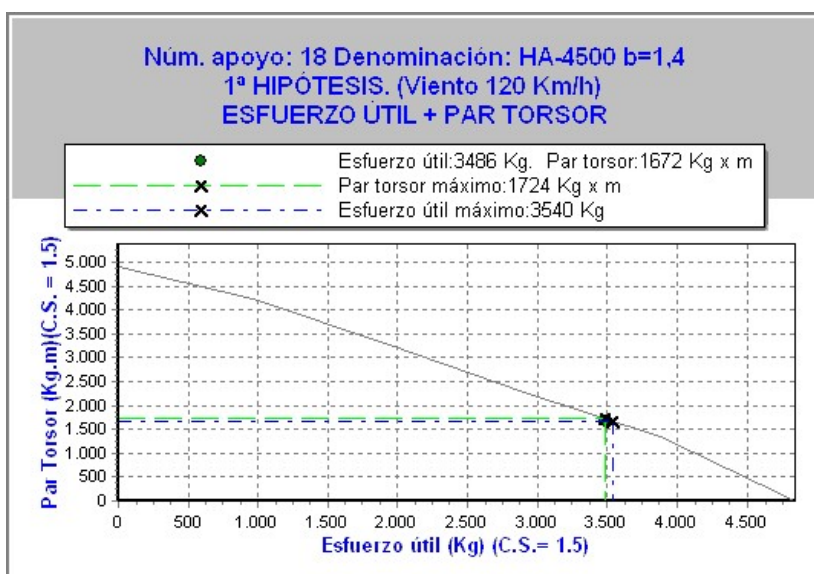


TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-110

Diámetro (mm): 14

Peso (Kg/m): 0,433

Sección (mm²): 116,2

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 8200

Carga Rotura (Kg): 4400

					-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (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)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	A	114	0,45	114	898	0,78	832	0,84	771	0,91	713	0,98	660	1,06	612	1,15	568	1,24	529	1,33	494	1,42	464	1,51	436	1,61	412	1,7
2-3	A	79	0,18	79	944	0,36	869	0,39	796	0,43	726	0,47	660	0,51	598	0,57	542	0,63	492	0,69	447	0,76	408	0,83	375	0,9	347	0,98
3-4	A	121	0,15	121	887	0,9	824	0,97	765	1,04	710	1,12	660	1,21	614	1,3	573	1,39	536	1,49	503	1,59	474	1,69	447	1,78	424	1,88
4-5	A	85	0,66	85	936	0,42	863	0,46	792	0,5	724	0,55	660	0,6	601	0,66	547	0,72	499	0,79	457	0,87	420	0,94	388	1,02	360	1,1
5-6	A	158	0,02	158	837	1,62	787	1,72	741	1,83	699	1,94	660	2,05	625	2,17	593	2,28	564	2,4	538	2,52	514	2,63	492	2,75	473	2,86
6-7	A	99	-0,91	99	919	0,57	849	0,62	782	0,67	719	0,73	660	0,8	606	0,87	557	0,94	514	1,02	475	1,11	441	1,19	412	1,28	386	1,36
7-8	A	106	0,87	106	908	0,67	841	0,72	776	0,78	716	0,85	660	0,92	609	1	563	1,08	521	1,17	485	1,26	453	1,34	424	1,43	399	1,52
8-9	A	73	-0,8	73	952	0,3	875	0,33	801	0,36	729	0,39	660	0,43	596	0,48	537	0,53	484	0,59	437	0,66	396	0,72	362	0,79	333	0,86
9-10	A	55	-0,69	55	971	0,17	891	0,19	812	0,2	735	0,23	660	0,25	589	0,28	522	0,32	461	0,36	407	0,41	360	0,46	321	0,52	288	0,58
10-11	A	79	3,82	79	945	0,36	869	0,39	796	0,42	726	0,47	660	0,51	598	0,57	542	0,62	491	0,69	447	0,76	408	0,83	375	0,9	347	0,98
11-12	A	189	1,85	189	802	2,4	762	2,53	725	2,66	691	2,79	660	2,92	631	3,05	605	3,19	581	3,32	559	3,45	539	3,58	521	3,7	504	3,83
12-13	A	141	-1,73	141	859	1,26	803	1,35	751	1,44	704	1,54	660	1,64	620	1,75	584	1,85	552	1,96	523	2,07	497	2,18	473	2,29	452	2,39
13-14	A	100	4,25	100	898	0,6	829	0,65	763	0,7	702	0,77	645	0,83	593	0,91	546	0,99	504	1,07	467	1,15	434	1,24	406	1,32	381	1,41

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-110

Diámetro (mm): 14

Coef. Dilatación (°C): 1,78E-5

Peso (Kg/m): 0,433

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 8200

Sección (mm2): 116,2

Carga Rotura (Kg): 4400

					-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (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)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
14-15	A	135	-3,1	135	854	1,16	797	1,24	744	1,33	695	1,43	650	1,52	610	1,63	573	1,73	540	1,83	511	1,94	484	2,05	461	2,15	439	2,25
15-16	A	163	1,72	163	831	1,74	783	1,85	738	1,96	697	2,07	660	2,19	626	2,31	595	2,43	567	2,55	542	2,67	519	2,79	498	2,9	478	3,02
16-17	A	169	3,12	169	824	1,88	778	1,99	735	2,11	696	2,23	660	2,35	627	2,47	598	2,59	571	2,71	546	2,84	524	2,96	503	3,08	484	3,2
17-18	A	97	1,83	97	921	0,56	850	0,6	783	0,65	719	0,71	660	0,77	606	0,84	556	0,92	512	1	473	1,08	439	1,16	409	1,25	383	1,33

DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 54,16 m³

Volumen total de cimentación: 59,52 m³

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m ³)	V (Horm.) (m ³)
1	HAR-5000-11	Normal	Monobloque	1,54	2,2				5,22	5,69
2	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
3	C-500-14	Normal	Monobloque	1,01	1,49				1,52	1,72
4	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
5	C-3000-16	Normal	Monobloque	1,16	2,24				3,01	3,28
6	MI-2500-12	Normal	Monobloque	1,39	1,98				3,83	4,22
7	C-3000-14	Normal	Monobloque	1,06	2,2				2,47	2,69
8	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
9	C-2000-14	Normal	Monobloque	1,05	2,01				2,22	2,44
10	MI-2500-10	Normal	Monobloque	1,29	1,95				3,24	3,57
11	C-3000-18	Normal	Monobloque	1,23	2,27				3,43	3,73
12	MI-2500-14	Normal	Monobloque	1,49	2,02				4,48	4,92
13	MI-2000-12	Normal	Monobloque	1,39	1,9				3,67	4,06
14	C-500-16	Normal	Monobloque	1,08	1,53				1,78	2,01

Línea de A.T.



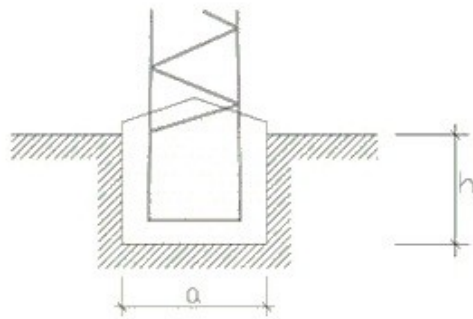
DATOS DE LAS CIMENTACIONES

Volumen total de excavación: 54,16 m³

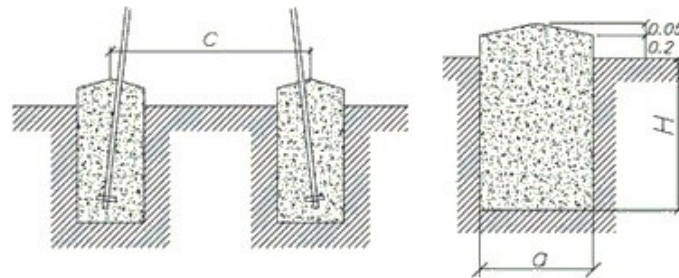
Volumen total de cimentación: 59,52 m³

Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m ³)	V (Horm.) (m ³)
15	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,88
16	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,88
17	C-2000-16	Normal	Monobloque	1,13	2,05				2,62	2,88
18	HA-4500-10	Normal	Monobloque	1,5	2,12				4,77	5,22

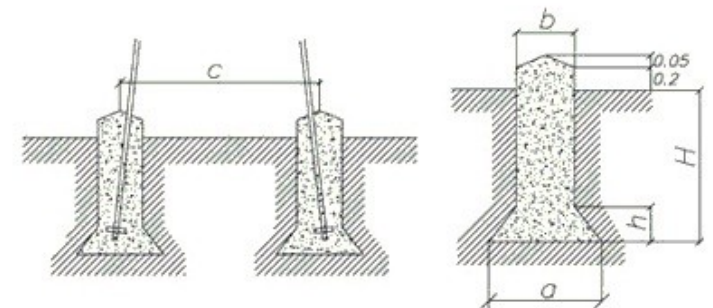
Cimentación monobloque

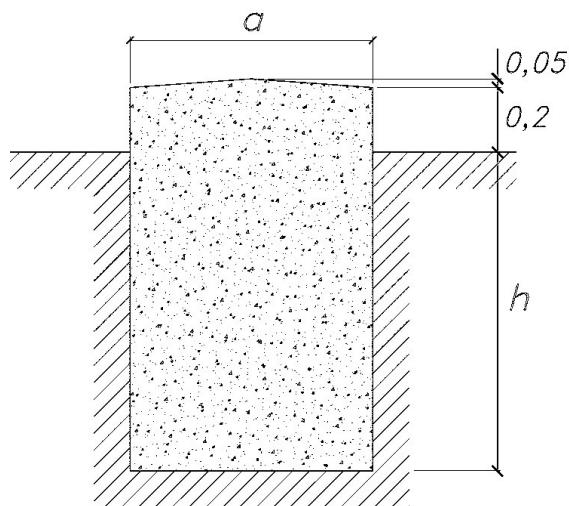


Cimentación tetrabloque cuadrada recta

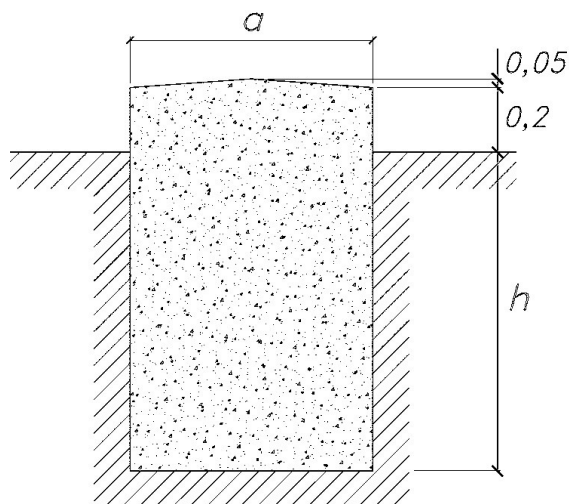


Cimentación tetrabloque circular o cuadrada con cueva

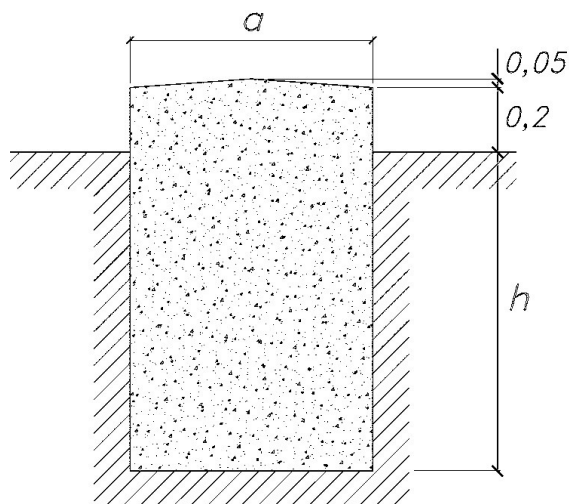


CIMENTACIONES


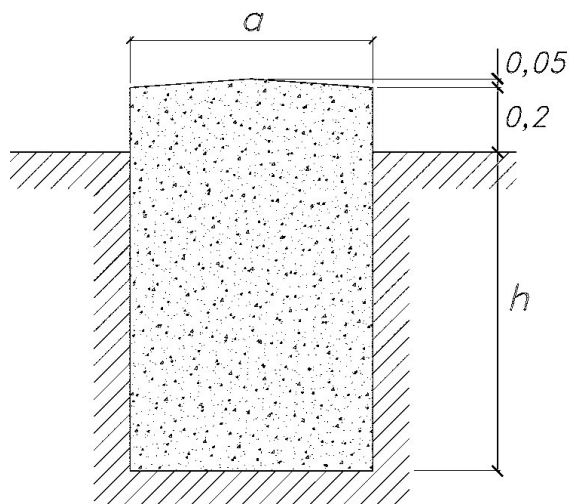
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,54	1,54	1,54
H (m)	2,43	2,2	2,06
V ex Total (m ³)	5,76	5,22	4,89

CIMENTACIONES


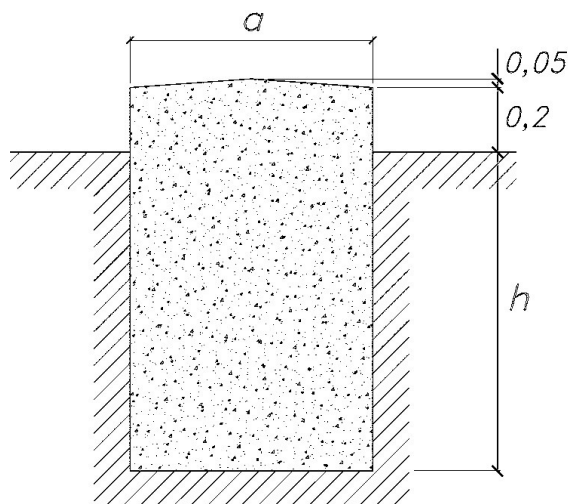
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,05	1,05	1,05
H (m)	2,22	2,01	1,88
V ex Total (m ³)	2,45	2,22	2,07

CIMENTACIONES


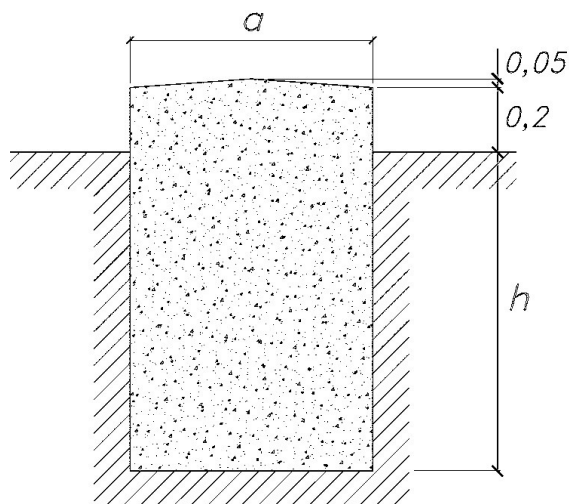
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,01	1,01	1,01
H (m)	1,64	1,49	1,39
V ex Total (m ³)	1,67	1,52	1,42

CIMENTACIONES


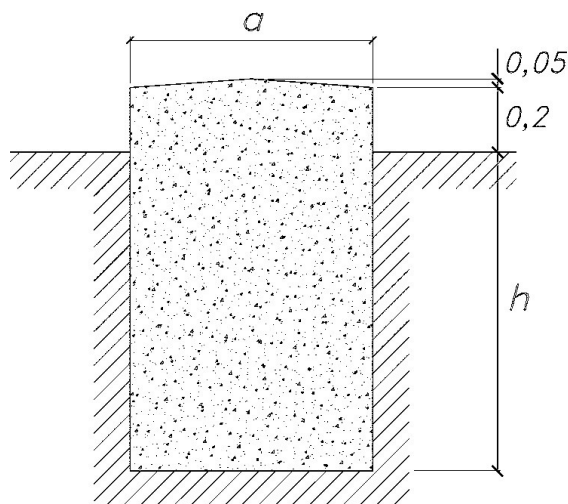
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,05	1,05	1,05
H (m)	2,22	2,01	1,88
V ex Total (m ³)	2,45	2,22	2,07

CIMENTACIONES


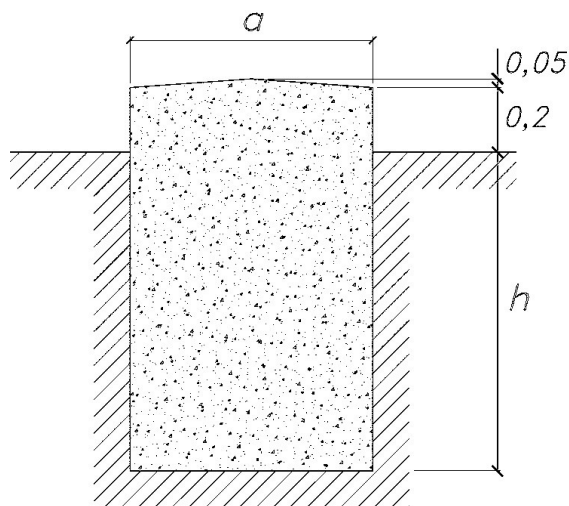
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,16	1,16	1,16
H (m)	2,47	2,24	2,08
V ex Total (m ³)	3,32	3,01	2,8

CIMENTACIONES


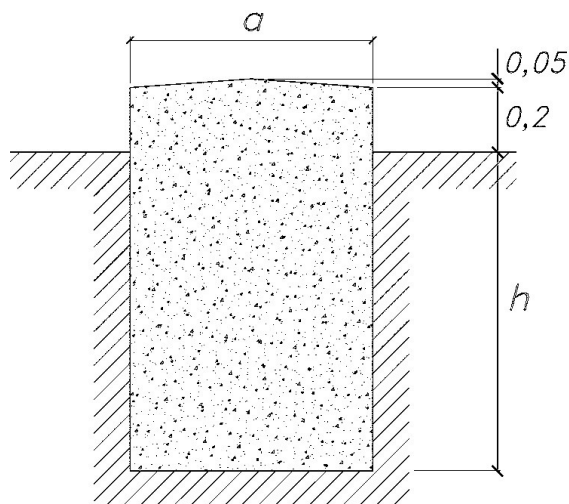
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,39	1,39	1,39
H (m)	2,19	1,98	1,85
V ex Total (m ³)	4,23	3,83	3,57

CIMENTACIONES


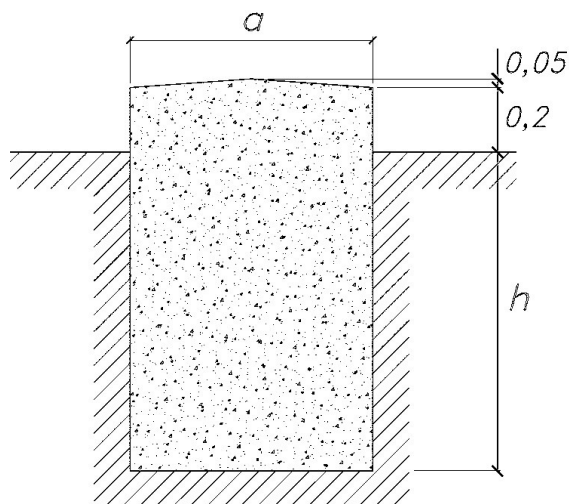
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,06	1,06	1,06
H (m)	2,43	2,2	2,05
V ex Total (m ³)	2,73	2,47	2,3

CIMENTACIONES


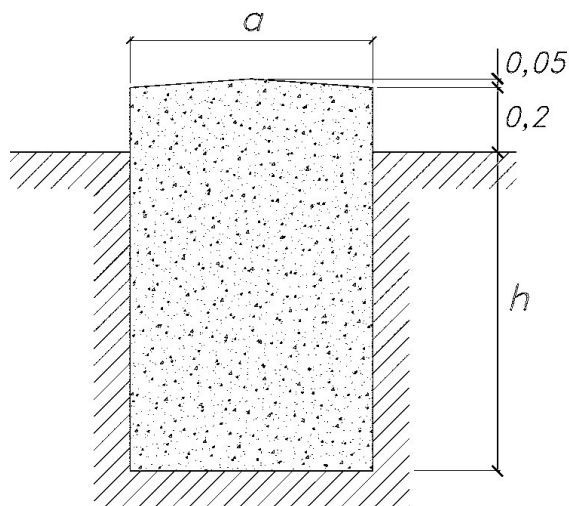
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,05	1,05	1,05
H (m)	2,22	2,01	1,88
V ex Total (m ³)	2,45	2,22	2,07

CIMENTACIONES


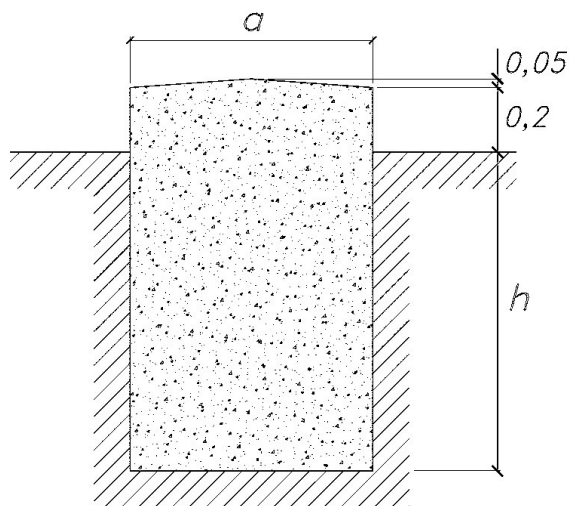
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,05	1,05	1,05
H (m)	2,22	2,01	1,88
V ex Total (m ³)	2,45	2,22	2,07

CIMENTACIONES


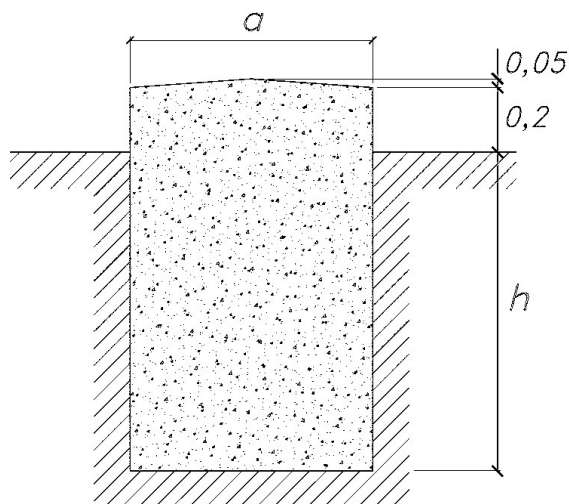
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,29	1,29	1,29
H (m)	2,14	1,95	1,82
V ex Total (m ³)	3,56	3,24	3,03

CIMENTACIONES


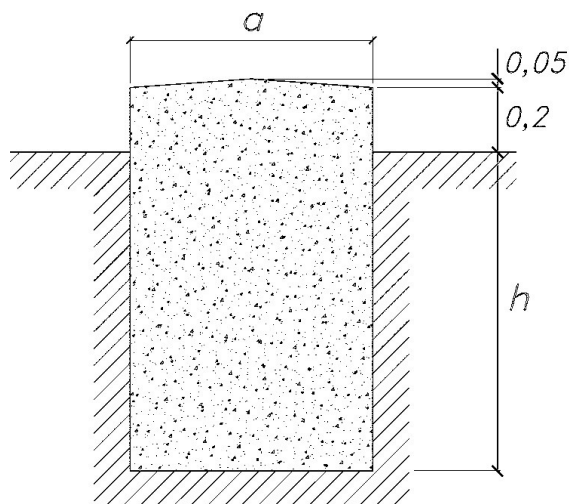
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,23	1,23	1,23
H (m)	2,51	2,27	2,12
V ex Total (m ³)	3,8	3,43	3,21

CIMENTACIONES


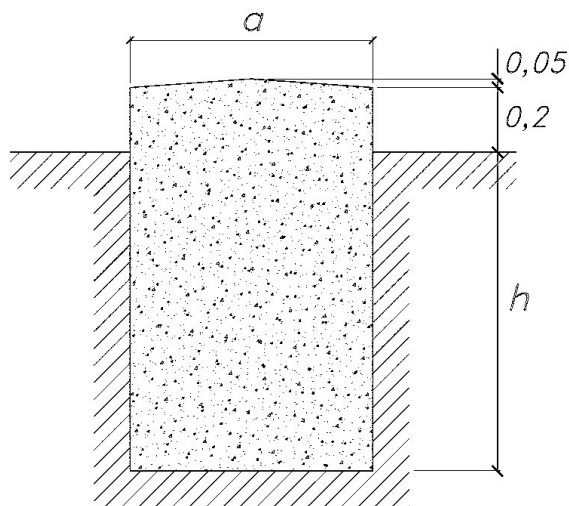
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,49	1,49	1,49
H (m)	2,23	2,02	1,88
V ex Total (m ³)	4,95	4,48	4,17

CIMENTACIONES


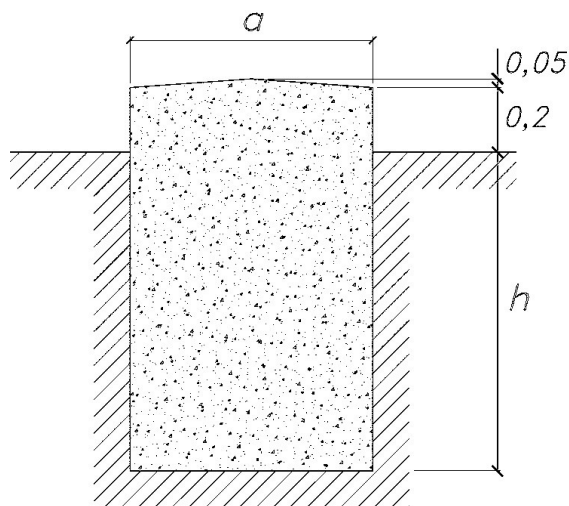
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,39	1,39	1,39
H (m)	2,1	1,9	1,78
V ex Total (m ³)	4,06	3,67	3,44

CIMENTACIONES


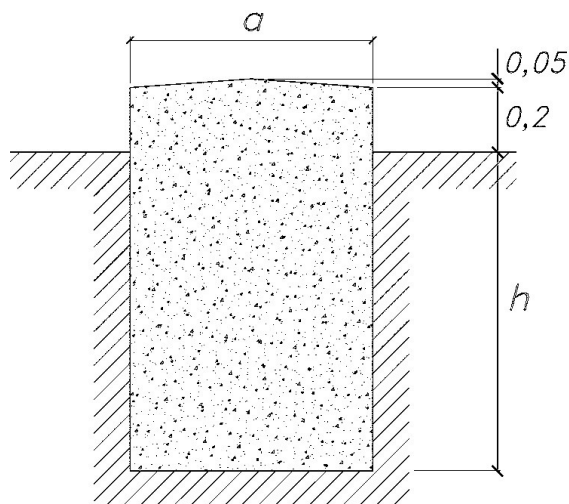
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,08	1,08	1,08
H (m)	1,68	1,53	1,42
V ex Total (m ³)	1,96	1,78	1,66

CIMENTACIONES


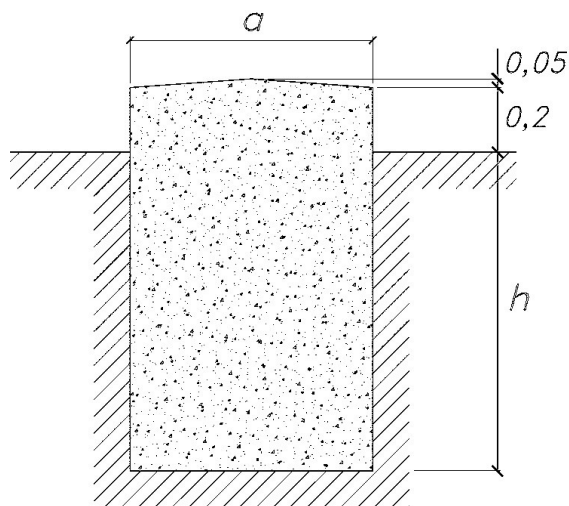
CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,13	1,13	1,13
H (m)	2,26	2,05	1,91
V ex Total (m ³)	2,89	2,62	2,44

CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,13	1,13	1,13
H (m)	2,26	2,05	1,91
V ex Total (m ³)	2,89	2,62	2,44

CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,13	1,13	1,13
H (m)	2,26	2,05	1,91
V ex Total (m ³)	2,89	2,62	2,44

CIMENTACIONES


CIMENTACIÓN MONOBLOQUE			
	TERRENO BLANDO K= 8 Kg/cm ³	TERRENO NORMAL K = 12 Kg/cm ³	TERRENO DURO K = 16 Kg/cm ³
a (m)	1,5	1,5	1,5
H (m)	2,34	2,12	1,98
V ex Total (m ³)	5,27	4,77	4,46

CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)	20
RESISTENCIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,6023
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA (Ohmios/Km)	0,3949
REACTANCIA INDUCTIVA MEDIA DE LA LÍNEA (Ohmios)	0,7758
CAPACIDAD MEDIA	0,0092
TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA A 15 °C Y AMBIENTE HÚMEDO (kV)	63
PÉRDIDAS DE POTENCIA POR EFECTO CORONA (kW/km fase)	---
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm ²)	2,7302
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	317,2443
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	8792
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	520,5324
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	2,6027
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	181,8500
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (%)	2,0684
RENDIMIENTO DE LA LÍNEA (%)	97,9316

Anejo justificativo calculo transformadores

Calculos centro de transformación doble 630 kVA

Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Up tensión primaria [kV]

Ip intensidad primaria [A]

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

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA.

· $I_p = 18,187 \text{ A}$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA.

· $I_p = 18,187 \text{ A}$

Por tanto la intensidad total de MT que hay es:

· $I_{\text{tot}} = 36,373 \text{ A}$

Intensidad de Baja Tensión

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, y las tensiones secundarias de 230 V y 420 V en vacío respectivamente.

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

· $I_s = 866,025 \text{ A.}$

La intensidad en las salidas de 230 V en vacío puede alcanzar el valor

· $I_s = 1581,438 \text{ A.}$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

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

· $I_s = 866,025 \text{ A.}$

Cortocircuitos

Observaciones

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

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot F}{\sqrt{3} \cdot E_{...}}$$

(2.3.2.b)

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

· $I_{ccp} = 14,434 \text{ kA}$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el transformador 1, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 230 V y 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

· $I_{ccs} = 21,651 \text{ kA}$

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 230 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 39,536 \text{ kA}$$

Para el transformador 2, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$I_{ccs} = 21,651 \text{ kA}$$

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

· $I_{cc}(din) = 36,085 \text{ kA}$

Comprobación por sollicitación térmica

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

· $I_{cc}(ter) = 14,434 \text{ kA}$.

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Transformador 1

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Termómetro

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

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Transformador 2

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

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

Termómetro

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

- Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

Dimensionado de los puentes de MT

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

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,187 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

Transformador 2

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,187 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA

- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

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

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el

examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en $150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$.

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\max\text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d\max\text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d\max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d\max\text{ cal.}} = 240,564 \text{ A}$$

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

$$I_{d\max} = 200 \text{ A}$$

Diseño preliminar de la instalación de tierra

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

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

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

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n = 48 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro $X_n = 0 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 200 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_o = 150 \text{ Ohm} \cdot \text{m}$
- Resistencia del hormigón $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R + R_n)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]

R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

· $I_d = 32,229 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

· $R_t = 310,2796 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el

requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R}{R} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

· $K_r \leq 2,0685$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 5/42

· Geometría del sistema: Picas alineadas

· Distancia entre picas: 3 metros

· Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m

- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,104$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0184$
- De la tensión de contacto $K_c = 0$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 15,6 \text{ Ohm}$$

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

$$\cdot I'_d = 181,557 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Como medida de seguridad adicional, se incorporará una acera perimetral de hormigón alrededor del centro de anchura 1m. Gracias a esta medida no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

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

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'd = 2832,285 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

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

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

· $V_p = 501,097 \text{ V}$ en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

· $t = 1 \text{ s}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_0 resistividad del terreno en $[\text{Ohm} \cdot \text{m}]$

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. $[\text{Ohm}]$

por lo que, para este caso

· $V_p = 6313 \text{ V}$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o^r}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

Vca valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R'_o resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 15.461 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 501,097 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 0 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 15.461 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 2832,285 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 100 \text{ A} < I_d = 181,557 \text{ A} < I_{dm} = 200 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

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

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

$$D = \frac{R_o \cdot I}{2000} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 4,321 \text{ m}$$

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

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

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

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

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

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

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

Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

Calculos centros de transformación 630 kVA

Intensidad de Media Tensión

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

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

Up tensión primaria [kV]

Ip intensidad primaria [A]

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

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

· $I_p = 18,187 \text{ A}$

Intensidad de Baja Tensión

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

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

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]

U_s tensión en el secundario [kV]

I_s intensidad en el secundario [A]

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

· $I_s = 866,025 \text{ A.}$

Cortocircuitos

Observaciones

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

Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

S_{cc} potencia de cortocircuito de la red [MVA]

U_p tensión de servicio [kV]

I_{ccp} corriente de cortocircuito [kA]

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

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

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc}} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P potencia de transformador [kVA]

E_{cc} tensión de cortocircuito del transformador [%]

U_s tensión en el secundario [V]

I_{ccs} corriente de cortocircuito [kA]

Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

· $I_{ccp} = 14,434 \text{ kA}$

Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

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

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

· $I_{ccs} = 21,651 \text{ kA}$

Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

Comprobación por sollicitación electrodinámica

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

· $I_{cc}(din) = 36,085 \text{ kA}$

Comprobación por sollicitación térmica

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

· $I_{cc}(ter) = 14,434 \text{ kA.}$

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

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

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

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

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

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

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

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorRPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

Termómetro

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

Dimensionado de los puentes de MT

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

Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 18,187 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA

· 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

Investigación de las características del suelo

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

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

Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

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

De la red:

· Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de

la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

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

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

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

U_n Tensión de servicio [kV]

R_n Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

X_n Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

$I_{d \max \text{ cal.}}$ Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d \max}$ en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a :

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 240,564 \text{ A}$$

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

$$I_d \max = 200 \text{ A}$$

Diseño preliminar de la instalación de tierra

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

Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

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

Puesta a tierra del neutro:

· Resistencia del neutro $R_n = 48 \text{ Ohm}$

· Reactancia del neutro $X_n = 0 \text{ Ohm}$

· Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm} = 200 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Características del terreno:

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

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

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

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

I_d intensidad de falta a tierra [A]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

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

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

U_n tensión de servicio [V]

R_n resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

X_n reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]

I_d intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

· $I_d = 32,229 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

· $R_t = 310,2796 \text{ Ohm}$

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

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R}{R} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

R_t resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

K_r coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

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

· $K_r \leq 2,0685$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

K_r coeficiente del electrodo

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

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

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

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

$$\cdot I'd = 190,545 \text{ A}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Como medida de seguridad adicional, se incorporará una acera perimetral de hormigón alrededor del centro de anchura 1m. Gracias a esta medida no se precisa el cálculo de las tensiones de paso y de contacto, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

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

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_d tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 2400,862 \text{ V}$$

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

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

K_c coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_c tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 1.168 \text{ V}$$

Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

K_p coeficiente

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

V'_p tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

· $V'_p = 531,619 \text{ V}$ en el Centro de Transformación

Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación

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

· $t = 1 \text{ s}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

U_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 6313 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o'}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

V_{ca} valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

R_o' resistividad del hormigón en [Ohm·m]

R_{a1} Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(acc) = 15.461 \text{ V}$$

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

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 531,619 \text{ V} < V_p = 6313 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'_p(\text{acc}) = 1.168 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 15.461 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'_d = 2400,862 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot I_a = 100 \text{ A} < I_d = 190,545 \text{ A} < I_{dm} = 200 \text{ A}$$

Investigación de las tensiones transferibles al exterior

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

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

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

$$D = \frac{R_o \cdot I}{20000} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

R_o resistividad del terreno en [Ohm·m]

I'_d intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

· $D = 4,536 \text{ m}$

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

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

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

· $K_r = 0,201$

$$\cdot K_c = 0,0392$$

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

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

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

Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

Anejo estudio de campos magnéticos

Objeto

El objeto de este estudio es estimar las emisiones de campo magnético en el exterior del centro de transformación objeto del presente PT con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

A los efectos del estudio de campos, el presente PT engloba centros de transformación de superficie en edificio prefabricado con una distribución similar a la calculada, con celdas blindadas de simple barra en MT, y niveles de tensión 15, 20, 25 y 30 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.

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 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 micro teslas (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:

1. 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".
2. 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".
3. 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.

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/Octane. 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. La misma metodología ha sido empleada con buenos resultados en otros estudios publicados [1], [2], [3].

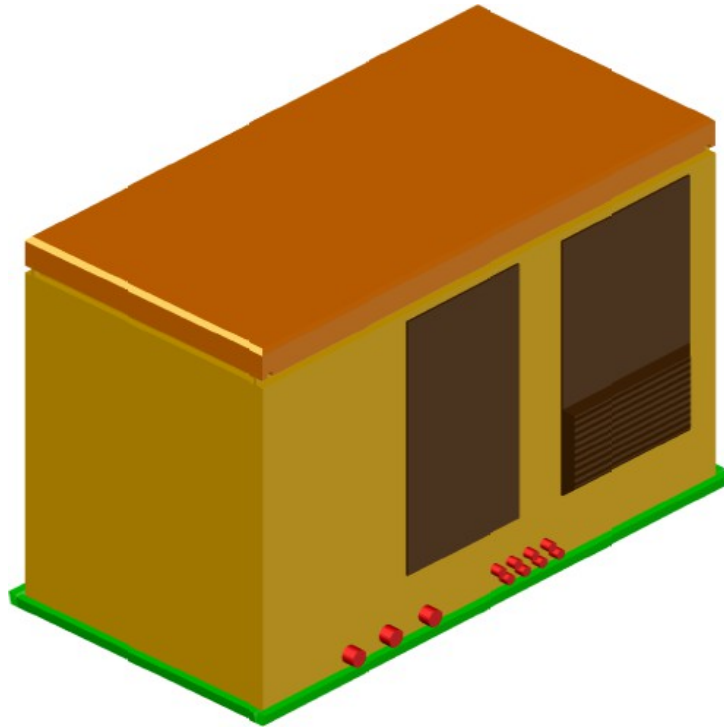
El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE-CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o

envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

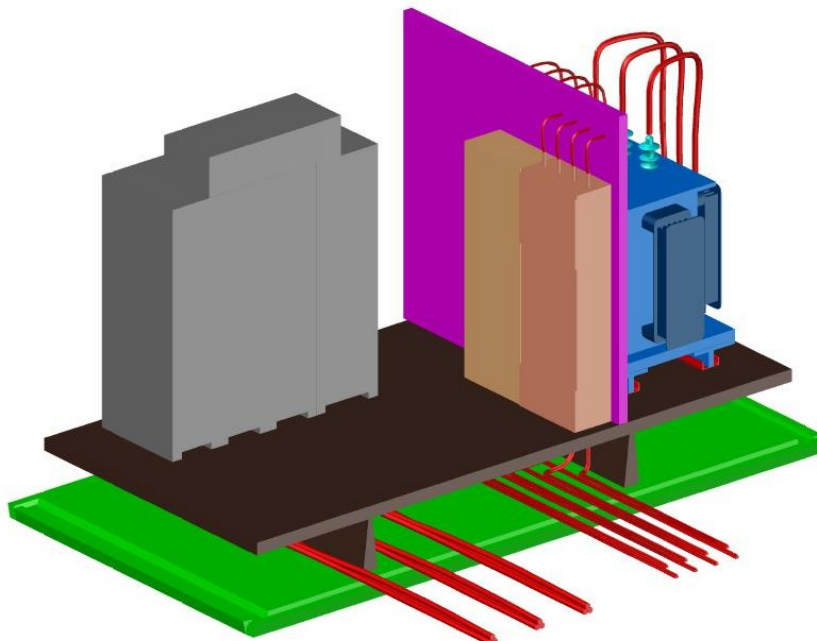
La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la instalación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, 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 de las paredes del CT 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.



Centro de Transformación Interior en Edificio Prefabricado



en Superficie, de un Transformador Figura 1. Vistas 3D del
centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado, 24
kV. un transformador

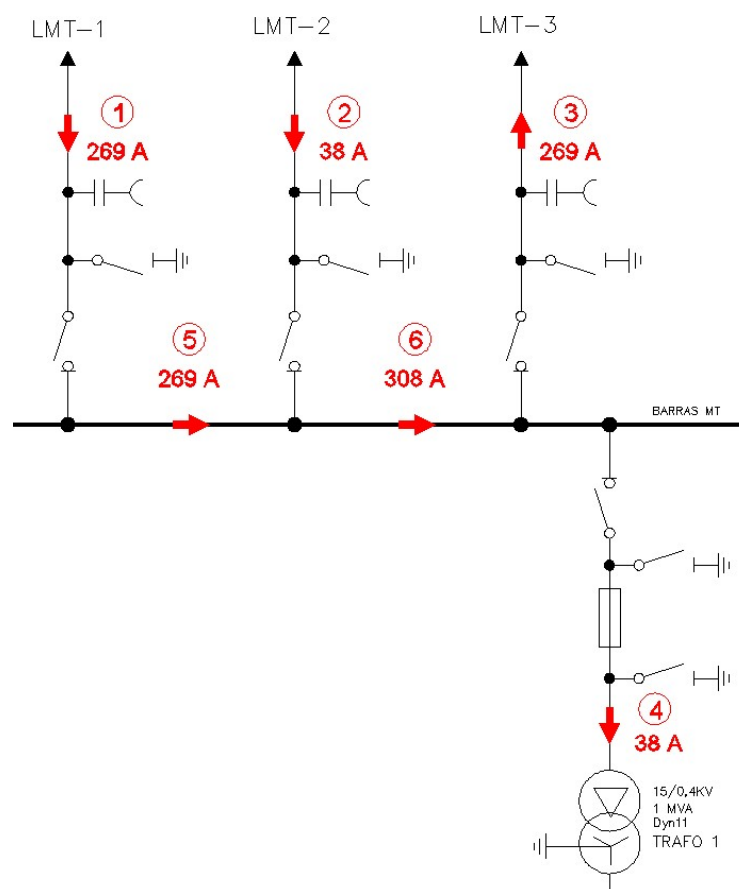
Características de la instalación y datos de cálculo

El centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV. un transformador calculado, consta de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y una unidad de transformación de 1 MVA.

Nivel de 15 kV.

- Tipo: Blindado, aislado en SF6
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 1

Figura 2. Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas



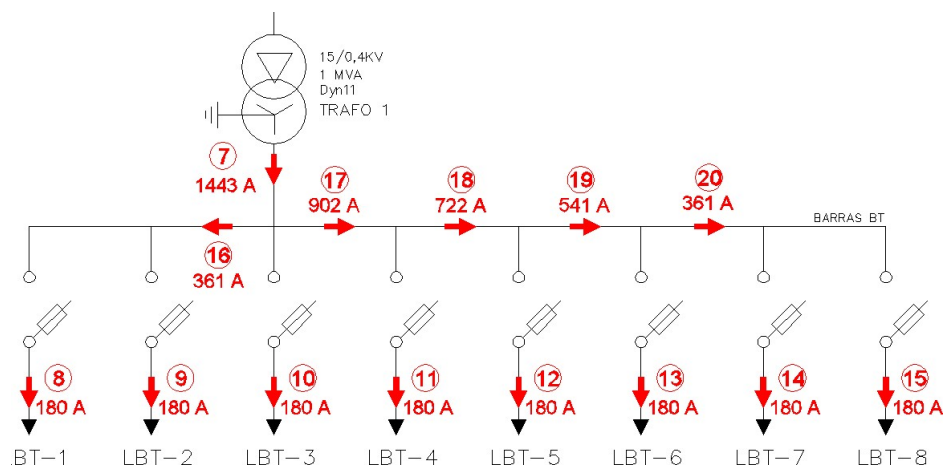
Nivel de 0.4 kV.

- Tipo: Interior
- Topología Simple barra.
- Posiciones de línea: 8
- Posiciones de transformador : 1
- Posiciones de barras: 1

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que EDE ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permite reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye el campo magnético en el exterior.
3. 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.

Figura 3. Unifilar nivel de tensión 0.4 kV con intensidades consideradas



Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

Tabla 1. Intensidades para el cálculo del campo magnético

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	38	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38(2)	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	5	269	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	6	308	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	7	1443(2)	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	8 -15	180	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	16	361	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	17	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 4- Línea 5	18	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 5- Línea 6	19	541	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 6- Línea 7	20	361	30	Trifásica equilibrada

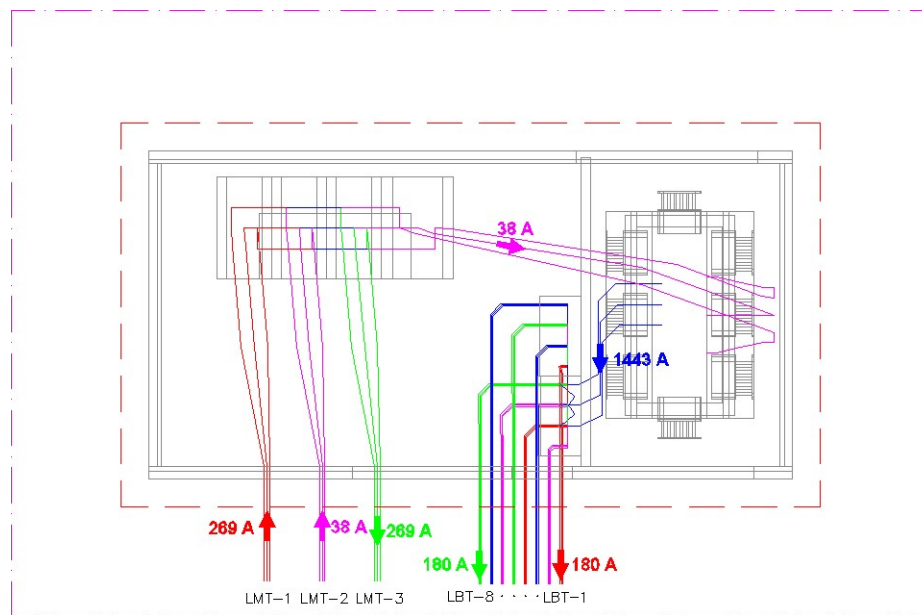
(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 7 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 1 MVA.

El estado de carga considerado supone el transformador entregando su máxima potencia. En el lado de 15 kV, la línea 1 aporta su potencia máxima, la línea 3 evacua su potencia máxima y la línea 2 aporta la potencia consumida por el transformador.

En el lado de BT, la potencia aportada por el transformador se reparte equitativamente por las ocho líneas a las que alimenta.

Figura 4. Intensidades para cálculo de campo magnético



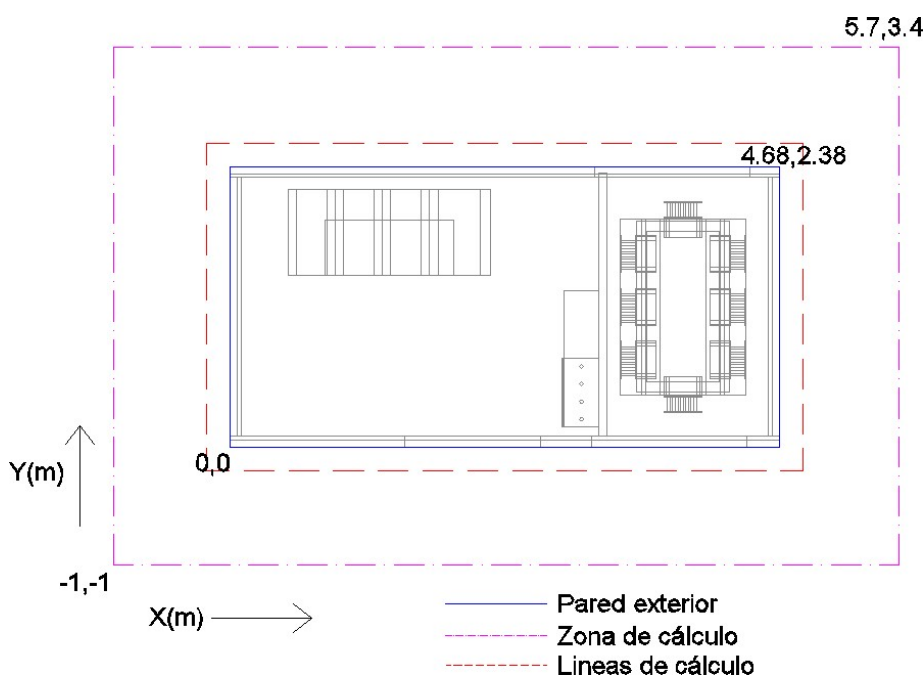
Resultados

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 5.

Figura 5. Pared exterior y zonas límite del cálculo



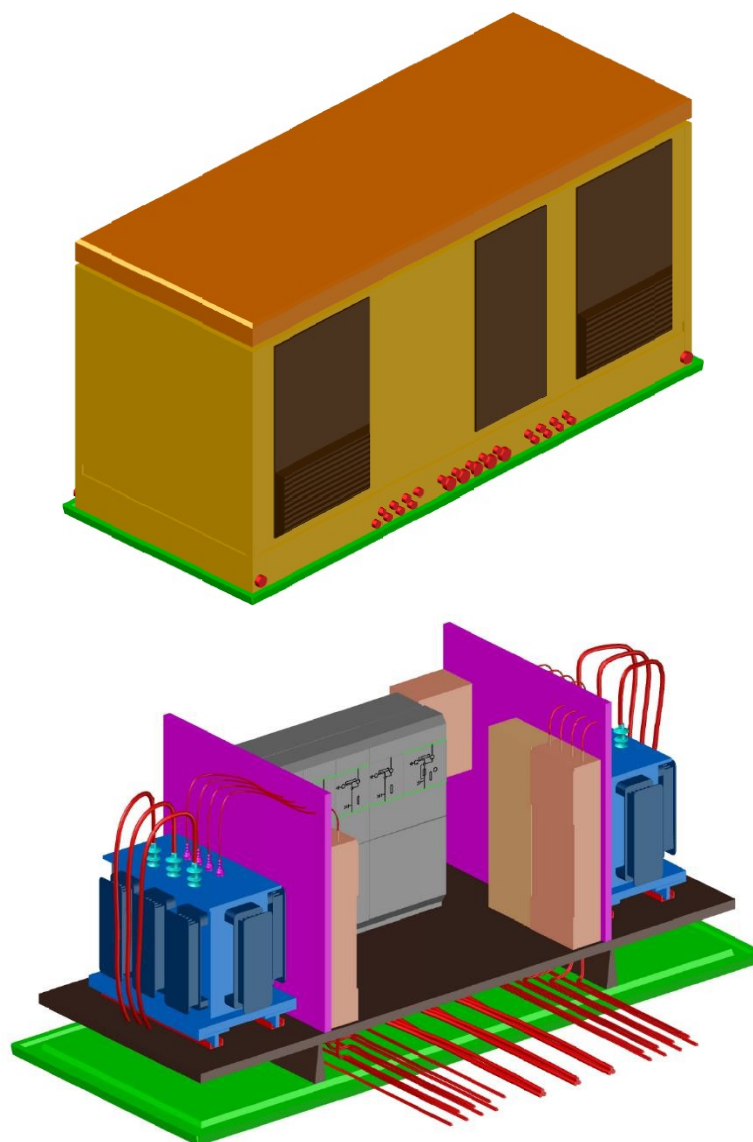
Los valores más elevados de campo en el exterior se producen en la zona de cercana al cuadro de BT, siendo de $55,36 \mu\text{T}$.

Los resultados se incluyen en el anexo de planos.

Conclusiones

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado debido a la actividad del centro de transformación tipo superficie en edificio prefabricado 24 kV un transformador, propiedad de EDE, 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, $100 \mu\text{T}$ para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

Centro de Transformación interior en Edificio Prefabricado de Superficie 2 transformadores



A continuación, se detallan la disposición de la aparamenta y de los cables eléctricos del CT en Edificio Prefabricado de Superficie 2 transformadores (figura 6).Figura 6. Vistas 3D del centro de transformación tipo prefabricado superficie con dos transformadores 24 kV en configuración máxima

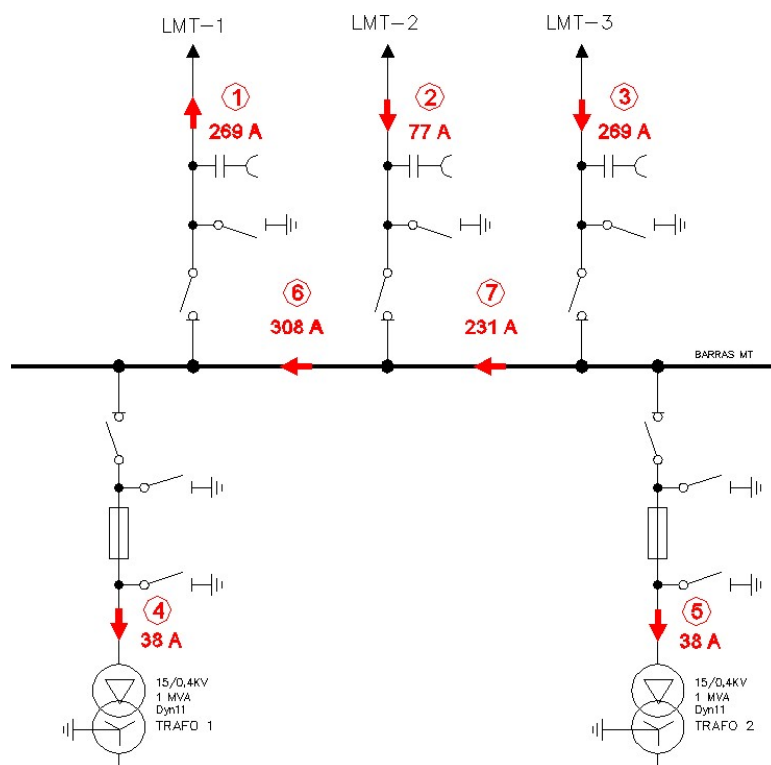
Características de la instalación y datos de cálculo

El centro de transformación tipo prefabricado superficie con dos transformadores calculado consta de 2 niveles de tensión, 15 y 0.4 kV, y 2 unidades de transformación de 1 MVA.

Nivel de 15 kV.

- Tipo: Blindado, aislado en SF6
- Topología: Simple barra
- Posiciones de línea: 3
- Posiciones de transformador : 2
- Posiciones de barras: 1

Figura 7. Unifilar nivel de tensión 15 kV con intensidades consideradas



Nivel de 0.4 kV.

- Tipo: Interior
- Topología Simple barra.
- Posiciones de línea: 16
- Posiciones de transformador : 2
- Posiciones de barras: 2

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limiten las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos las medidas que EDE ha considerado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el Real Decreto:

1. Las distancias existentes entre los equipos eléctricos y el cierre de la instalación permite reducir los niveles de exposición al público en general fruto de la disminución del campo magnético con la distancia.
2. Las posiciones del nivel de tensión 15 kV se ubican en el interior de un edificio, en celdas blindadas, cuya carcasa disminuye el campo magnético en el exterior.
3. 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.

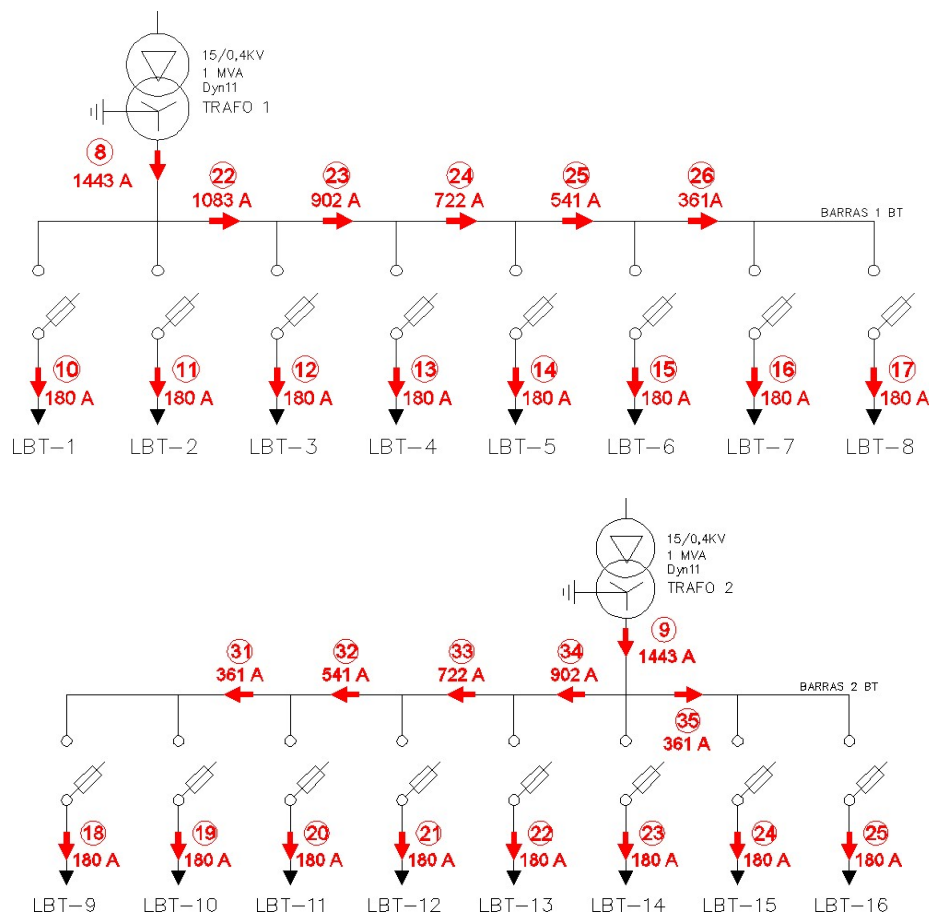


Figura 8. Unifilar nivel de tensión 0.4 kV con intensidades consideradas

Las intensidades consideradas para el cálculo del campo magnético son las siguientes:

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 240

Tabla 2. Intensidades para el cálculo del campo magnético

POSICIÓN O TRAMO	REF.	INTENSIDAD (A)	FASE (°)	TIPO
Línea 1 15 kV	1	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Línea 2 15 kV	2	77	0	Trifásica equilibrada.
Línea 3 15 kV	3	269(1)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 15 kV	4	38(2)	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 15 kV	5	38(2)	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L1-L2	6	308	0	Trifásica equilibrada.
Barras 1 L2-L3	7	231	0	Trifásica equilibrada.
Trafo 1 Lado 0,4 kV	8	1443(2)	30	Trifásica equilibrada.
Trafo 2 Lado 0,4 kV	9	1443(2)	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	10 - 17	180	30	Trifásica equilibrada.
Líneas 0,4 kV	18 - 21	361	30	Trifásica equilibrada.
B1 0,4 kV : Línea 2- Línea 3	22	1083	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 3- Línea 4	23	902	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV : Línea 4- Línea 5	24	722	30	Trifásica equilibrada
B1 0,4 kV: Línea 5- Línea 6	25	541	30	Trifásica equilibrada

B1 0,4 kV: Línea 6- Línea 7	26	361	30	Trifásica equilibrada
B2 0,4 kV: Línea 10- Línea 11	722	361	30	Trifásica equilibrada

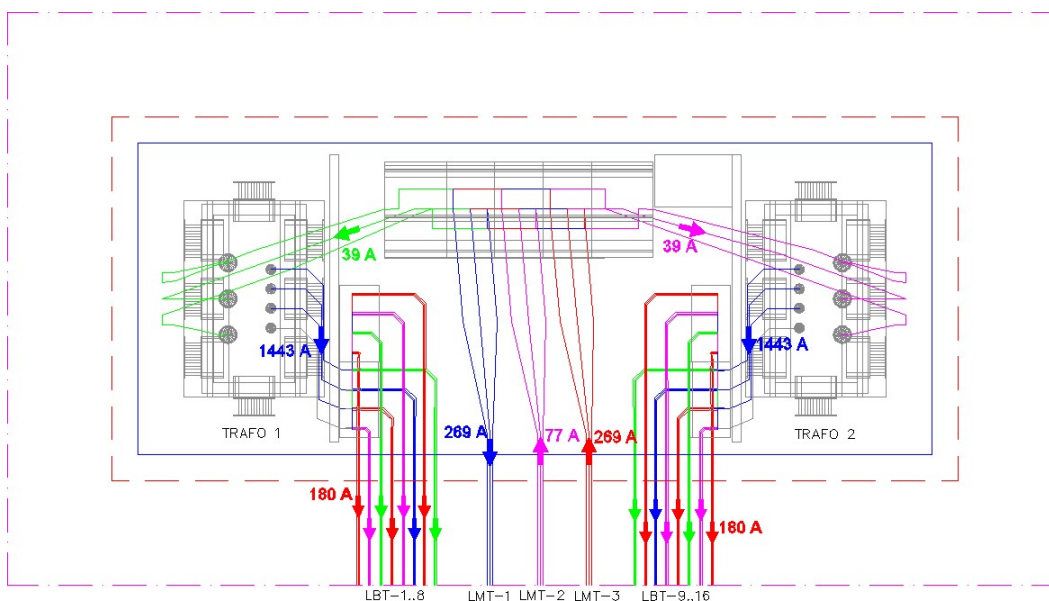
(1) Intensidad correspondiente a la potencia máxima de línea, 7 MVA.

(2) Intensidad correspondiente a la potencia máxima transformador, 1 MVA.

El estado de carga considerado supone los transformadores entregando su máxima potencia. En el lado de 15 kV, la línea 3 aporta su potencia máxima, la línea 1 evacua su potencia máxima y la línea 2 aporta la potencia consumida por los transformadores.

En el lado de BT, cada transformador alimenta a un embarrado independiente. La potencia aportada por cada transformador se reparte equitativamente entre las ocho líneas a las que alimenta, en el caso del transformador 1, y entre cuatro líneas en el caso del transformador 2.

Figura 9. Intensidades estimadas para cálculo de campo magnético



JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 1	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 242

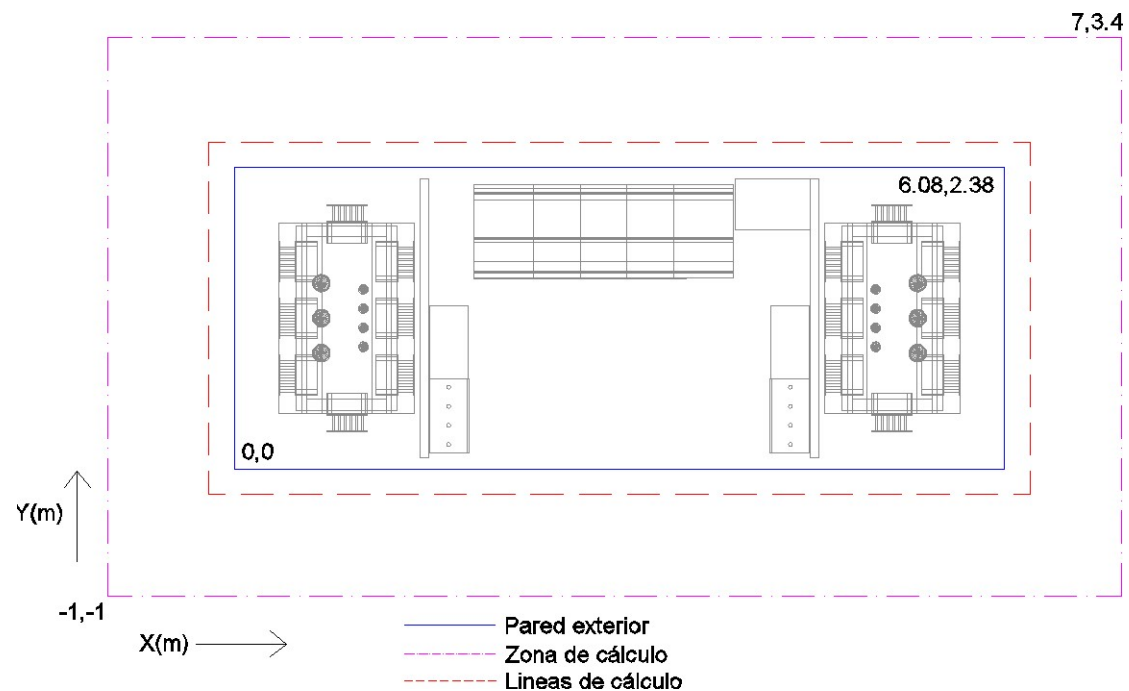
Resultados

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual del centro de transformación.

Se ha obtenido el campo magnético en el conjunto de la instalación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro de transformación (requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

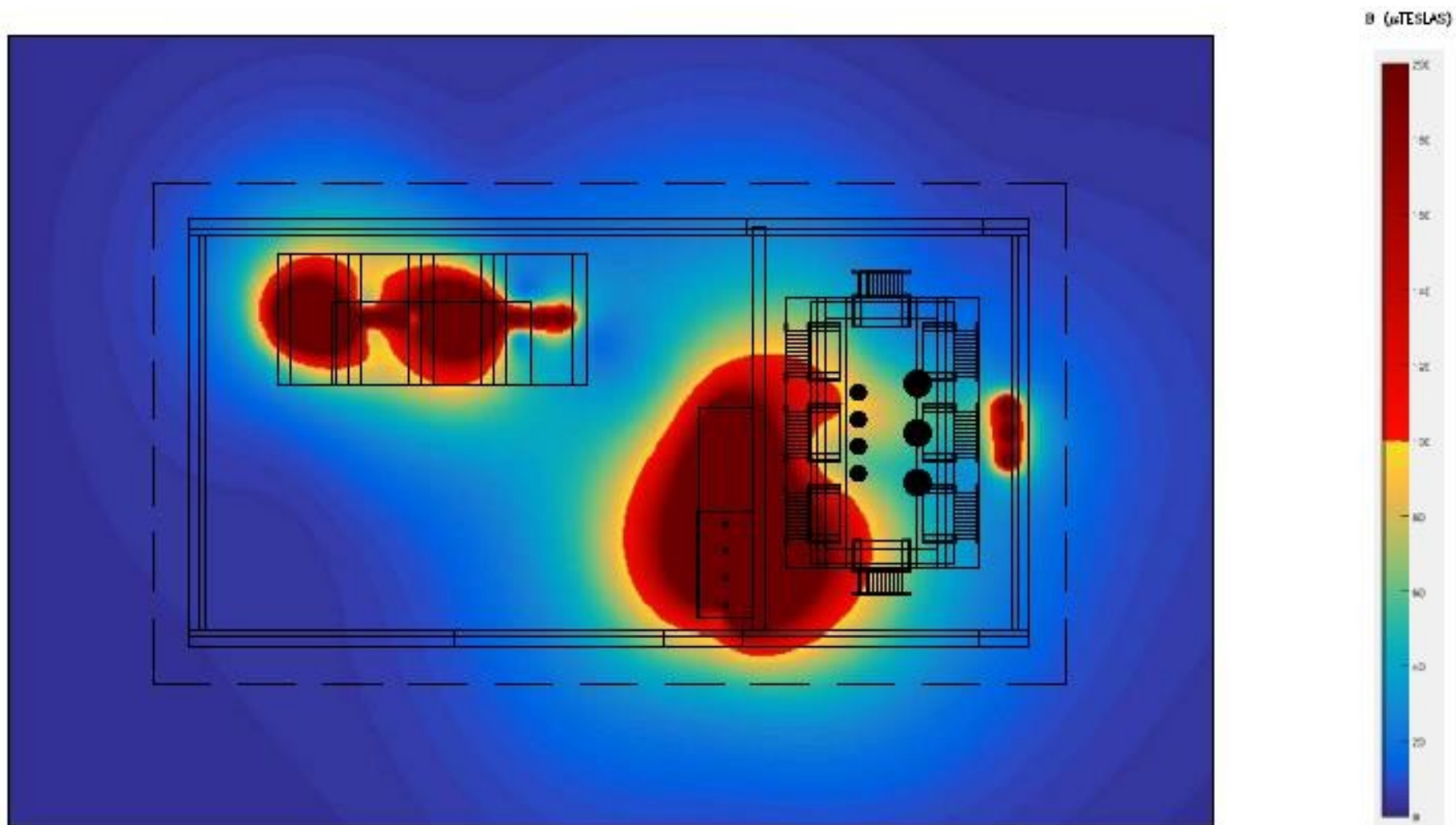
Se han presentado los resultados del campo magnético en el exterior de la pared del centro de transformación, a una distancia de 0,2 m del mismo, según las líneas de cálculo de la figura 10.

Figura 10. Pared exterior y zonas límite del cálculo



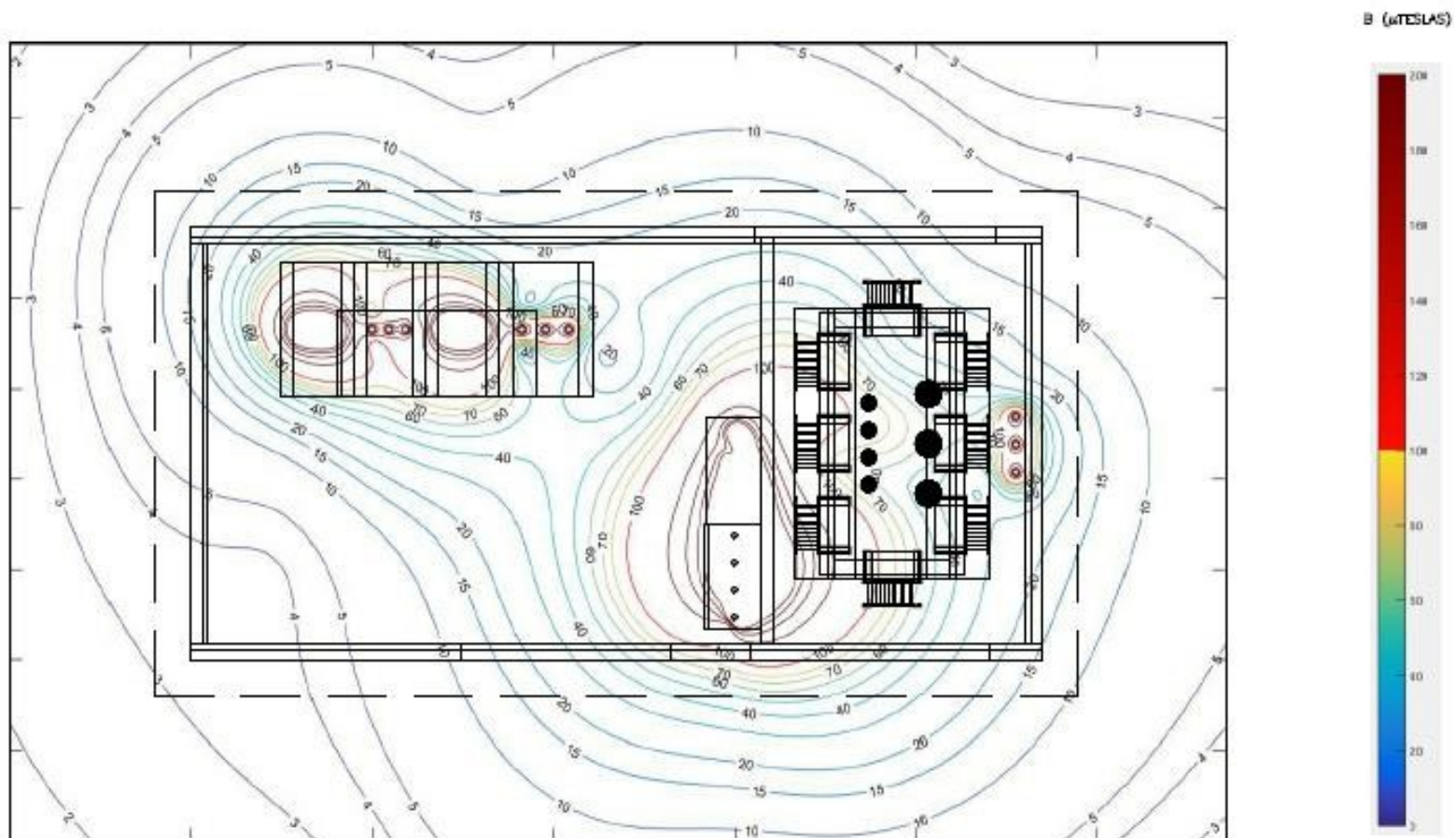
Los valores más elevados de campo en el exterior se producen sobre la zona del trafo 1, siendo de 89.89 μ T.

Los resultados se incluyen en el anexo de planos.



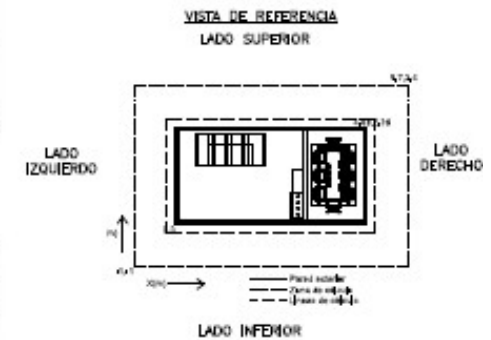
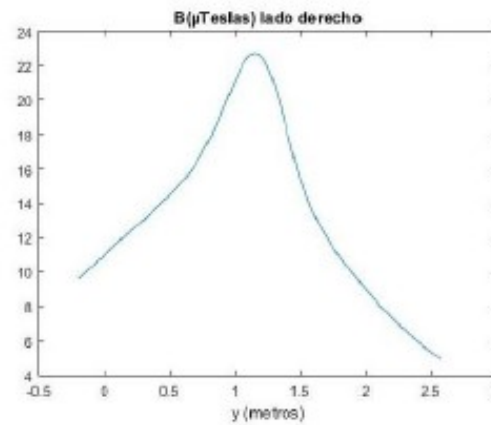
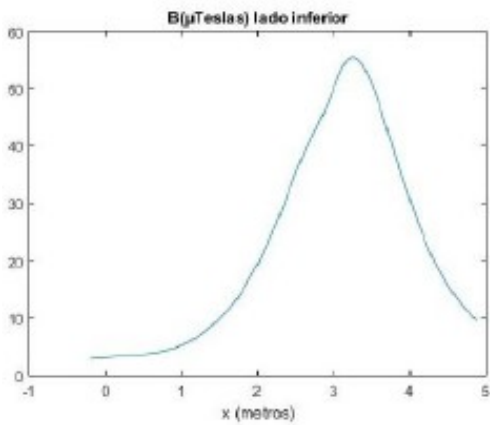
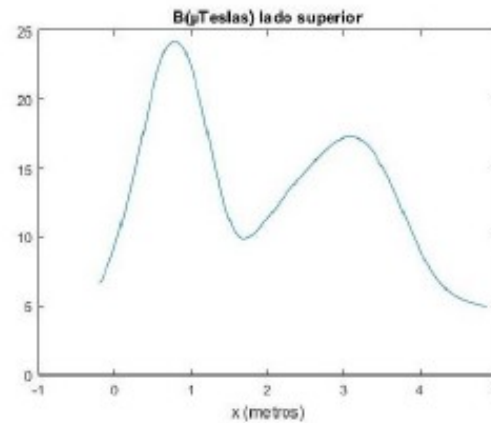
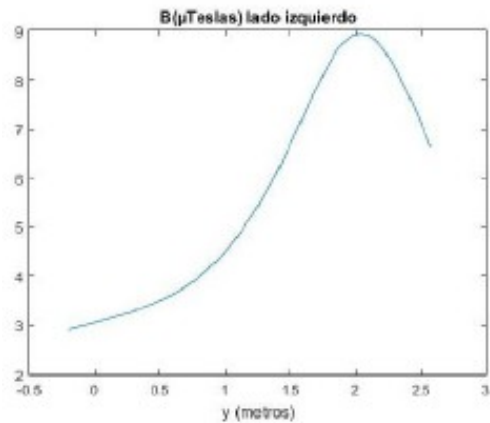
Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT.

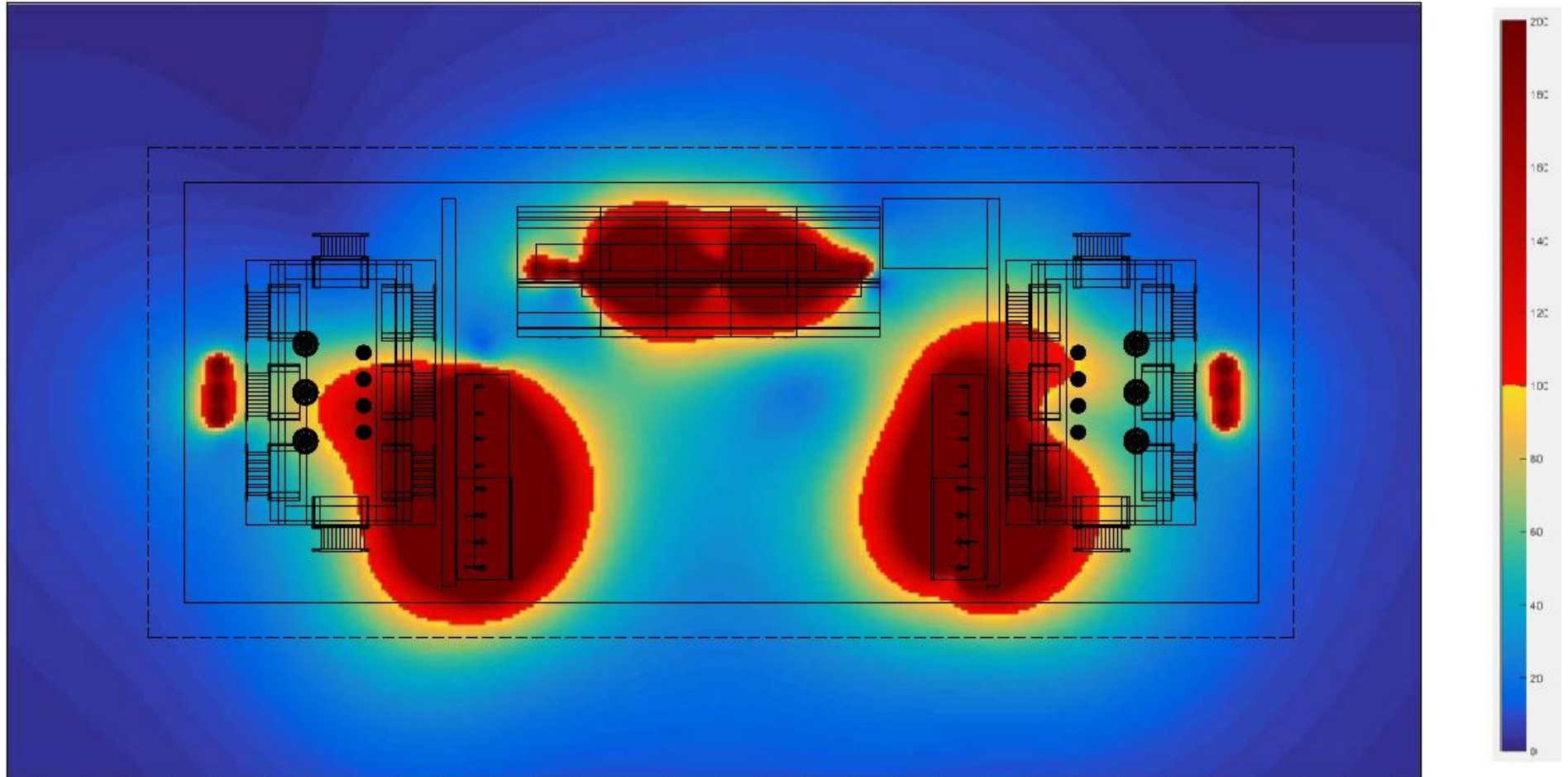
Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT. Isolíneas.



Campo magnético exterior 1 m sobre el suelo del CT y 0,2 m de la pared.

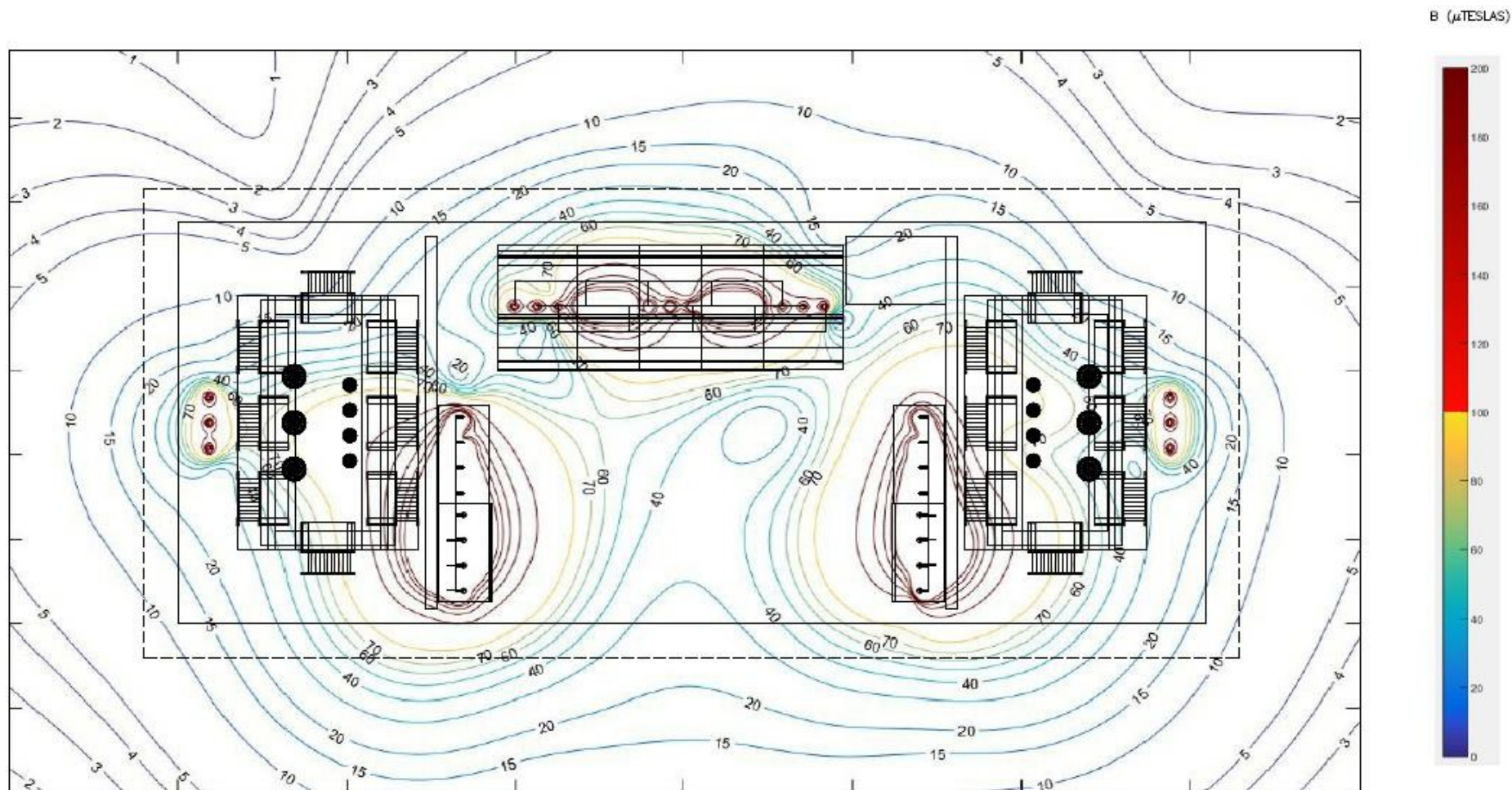
CAMPO MAGNÉTICO (μ TESLAS) A 0.2 METROS EXTERIOR A LA PARED
(LINEAS DISCONTINUAS EN VISTA DE REFERENCIA) Y UN METRO SOBRE EL SUELO





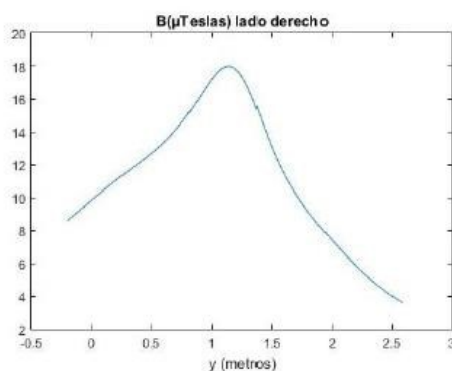
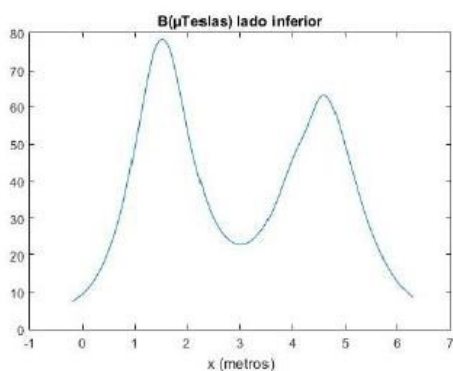
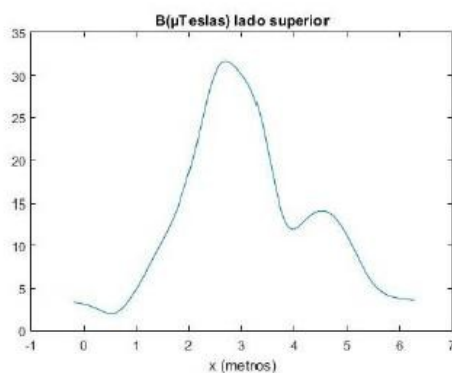
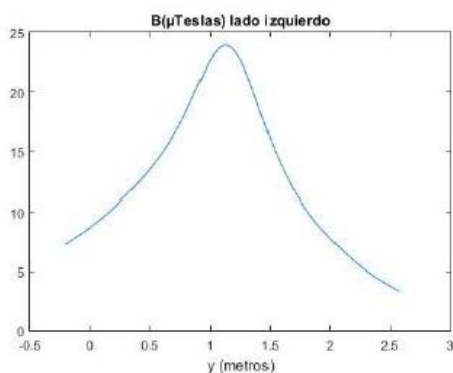
Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT.

Campo magnético 1 m sobre el suelo del CT. Isolíneas



Campo magnético exterior 1 m sobre el suelo del CT y 0,2 m de la pared.

CAMPO MAGNÉTICO (μ TESLAS) A 0.2 METROS EXTERIOR A LA PARED
(LINEAS DISCONTINUAS EN VISTA DE REFERENCIA) Y UN METRO SOBRE EL SUELO



Anejo separatas

SEPARATA TÉCNICA PARA EL Ayuntamiento de Motril

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN – CRUZAMIENTO EN ROTONDA

AVENIDA NUESTRA SEÑORA DE LA CABEZA (MOTRIL)

1. OBJETO DE LA SEPARATA

La presente separata tiene por objeto definir y justificar técnicamente la **afección de la línea aérea de media tensión a 20 kV**, proyectada para el suministro eléctrico del **P.P.S.U.S. MOT-8**, sobre el **dominio público municipal**, en el entorno de la **rotonda situada en la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, en el término municipal de Motril (Granada).

La separata se limita **exclusivamente** a los **dos tramos aéreos** que constituyen un **cruceamiento con carretera municipal**, correspondientes a:

- **Vano nº 12:** tramo de **entrada a la rotonda**
- **Vano nº 13:** tramo de **salida de la rotonda**

2. EMPLAZAMIENTO Y ALCANCE DE LA ACTUACIÓN

La actuación se localiza íntegramente dentro del término municipal de Motril, afectando a la **rotonda de la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza**, infraestructura viaria de titularidad municipal.

El ámbito de la separata comprende únicamente:

- Dos apoyos de la línea aérea de media tensión.
- El vano correspondiente al acceso a la rotonda (vano nº 12).
- El vano correspondiente a la salida de la rotonda (vano nº 13).

La implantación de los apoyos se ha definido fuera de la calzada, evitando interferencias con el tráfico rodado, zonas peatonales, señalización vial y servicios urbanos existentes.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA AÉREA

La línea aérea de media tensión objeto de esta separata presenta las siguientes características técnicas:

- **Tensión nominal:** 20 kV
- **Frecuencia:** 50 Hz
- **Tipo de conductor:** LA-110
- **Configuración:** Trifásica en triángulo compacto
- **Tipo de apoyos:** Metálicos galvanizados
- **Aislamiento:** Cadenas de aisladores poliméricos homologados
- **Puesta a tierra:** Individual en cada apoyo

Los apoyos y armados han sido seleccionados para soportar las solicitaciones mecánicas derivadas del peso propio del conductor, viento, desequilibrios de vano y condiciones de servicio más desfavorables, conforme al Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS VANOS AFECTADOS

4.1 Vano nº 12 – Entrada a la rotonda

El vano nº 12 corresponde al tramo aéreo de la línea de media tensión situado en el acceso a la rotonda desde la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza.

Sus características geométricas y mecánicas se ajustan a lo reflejado en el plano de separata correspondiente, garantizando:

- La correcta alineación del conductor.
- El cumplimiento de las flechas máximas admisibles.
- La ausencia de interferencias con la calzada y su entorno.

4.2 Vano nº 13 – Salida de la rotonda

El vano nº 13 corresponde al tramo aéreo situado a la salida de la rotonda hacia la continuación de la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza.

La geometría del vano se ha adaptado al trazado curvo del vial, manteniendo en todo momento las distancias de seguridad reglamentarias y una correcta transición mecánica respecto al vano anterior.

5. DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y CRUZAMIENTO CON CARRETERA

Dado que los vanos nº 12 y nº 13 constituyen un **cruce de la línea aérea de media tensión sobre carretera municipal**, se ha verificado el cumplimiento de las **alturas mínimas reglamentarias exigidas para este tipo de cruces**.

En ambos vanos, la **altura mínima del conductor sobre la rasante de la calzada**, considerada en las condiciones más desfavorables de flecha (temperatura máxima de servicio y carga permanente), es **superior a 9,00 m**, cumpliendo holgadamente lo establecido en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Esta disposición garantiza:

- La seguridad del tráfico rodado, incluidos vehículos pesados y de emergencia.
- La compatibilidad de la infraestructura eléctrica con el uso viario existente.
- La inexistencia de limitaciones funcionales para la explotación de la carretera.

Las comprobaciones de gálibo y flecha quedan reflejadas gráficamente en los planos de separata de los vanos nº 12 y nº 13.

6. MEDIDAS DE SEGURIDAD

La línea aérea proyectada se ha diseñado de forma que:

- No interfiera con la circulación de vehículos ni peatones.
- Cumpla las distancias reglamentarias a terreno y elementos urbanos.
- Disponga de apoyos correctamente puestos a tierra.
- Mantenga la estabilidad mecánica en condiciones normales y extraordinarias.

Durante la ejecución de las obras se adoptarán las medidas de señalización y balizamiento necesarias, coordinadas con los servicios municipales cuando proceda.

7. PLANOS DE LA SEPARATA

Forman parte integrante de la presente separata los siguientes planos:

- **Plano de Separata del Vano nº 12** – Cruzamiento de entrada a la rotonda
- **Plano de Separata del Vano nº 13** – Cruzamiento de salida de la rotonda

En dichos planos se representan los apoyos, longitudes de vano, flechas, ángulos y distancias al terreno.

8. CONCLUSIONES

La línea aérea de media tensión proyectada en los **vanos nº 12 y nº 13**, situados en la rotonda de la Avenida Nuestra Señora de la Cabeza, resulta **técnicamente compatible** con el dominio público municipal.

El diseño adoptado garantiza:

- El cumplimiento de las distancias reglamentarias.
- Una **altura mínima sobre calzada superior a 9,00 m.**
- La seguridad de los usuarios de la vía.
- La correcta integración de la infraestructura eléctrica en el entorno urbano.

Por todo lo anterior, se considera viable la ejecución de los tramos aéreos descritos, solicitándose al Ayuntamiento de Motril el **informe favorable y la autorización correspondiente.**

Anejo gestión residuos

1. INTRODUCCION

1.1. OBJETO

El presente apartado tiene por objeto la redacción de un Estudio de Gestión de Residuos, según requisitos establecidos en el RD 105/08 de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, durante la ejecución del proyecto las obras de electrificación del Suelo Urbanizable Sectorizado Mot 8 (SUS Mot 8).

1.2. ANTECEDENTES

En las actividades de construcción y demolición, los residuos generados no suelen tener características de peligrosidad, pero si no se recogen de manera selectiva, su mezcla puede provocar residuos contaminados en su conjunto y esto impediría someterlos a un adecuado aprovechamiento o el enviarlos a vertederos que no cuenten con las barreras de protección adecuadas al tipo de residuos que reciben.

En nuestro caso, se pretende dar una correcta gestión de los RCD's mediante actividades encaminadas a darles un destino más adecuado, según sus características, para proteger la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

De acuerdo con la jerarquía de residuos dispuesta en el art. 4 de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo, por la que se derogan determinadas Directivas:

- Prevención,
- Preparación para la reutilización,
- Reciclado,
- Otro tipo de valoración, como por ejemplo la valoración energética.
- Eliminación

2. IDENTIFICACION DE PERSONAL INTERVIENE EN PROCESO Y GESTION DE LOS RESIDUOS.

Durante el proceso de Gestión de Residuos a desarrollar en una obra, son distintos los

agentes que intervienen en la misma, quedando correctamente reflejados en el presente proyecto aquellos de referencia, según las definiciones resumidas y simplificadas en la Directiva 2008/98/CE, RD 105/2008 y la Ley 10/2000.

- **Residuo:** cualquier sustancia y objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención o la obligación de desprenderse.
- **Residuos peligrosos:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas que se enumeran en el Anexo III de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- **Productor de residuos:** cualquier persona cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos.
- **Poseedor de residuos:** el productor de residuos o la persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.
- **Negociante:** toda empresa que disponga la valoración o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que no tomen posesión físicamente de los residuos.
- **Agente:** toda empresa que disponga la valoración o la eliminación de residuos por encargo de terceros, incluidos los agentes que nos tomen posesión físicamente de los residuos.
- **Gestión de residuos:** la recogida, el transporte, la valoración y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como, el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.
- **Recogida:** operación consistente en juntar residuos, incluida su clasificación y almacenamiento inicial con el objeto de transportarlos a una instalación de tratamiento de residuos.
- **Recogida separada:** la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza para facilitar un tratamiento específico.
- **Prevención:** medidas adoptadas antes de que una sustancia, material o producto se haya convertido en residuos.
- **RCD, Residuo de la Construcción y la Demolición,** es cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “residuos” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, se genere en una obra de construcción o demolición.
- **Residuos inertes:** son los que se producen en la obra fundamentalmente por la actividad de excavación y movimiento de tierras, son materiales sobrantes que de no utilizarse en la formación de terraplenes o rellenos es necesario depositar en vertedero autorizado. No presentan ningún riesgo de polución de las aguas, de los suelos y del aire, son compatibles con el medio ambiente. En el caso de los

materiales procedentes de excavaciones (tierras), dadas sus características podrán ser utilizados como rellenos en zonas localizadas.

- Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal y como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

2.1. IDENTIFICACION DE PERSONAL INTERVINIENTE EN EL PROCESO DE GESTION DE RESIDUOS

- Productor de residuos:

Es el promotor de las obras: Junta de Compensación SUS Mot 8

- Poseedor de residuos:

Es la empresa contratista que sea adjudicataria de las obras de construcción.

- Gestor de Residuos:

Empresa Autorizada para la gestión de los residuos.

- Dirección facultativa:

Será la designada por el promotor para las obras objeto del presente proyecto.

2.2. NORMATIVA APLICABLE

- Real Decreto 105/08 de Producción y Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos.
- Real Decreto 833/88 de 20 de Julio por el que se aprueba el Reglamento para ejecución de la Ley 20/86, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 952/97 de 20 de Junio, por el que se modifica el Reglamento anterior.
- Real Decreto 1481/2001 de 27 de Diciembre, por el que se regula la eliminación de Residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 1304/2009, de 31 de julio, por el que se modifica el Real Decreto anterior. (B.O.E. nº 185 de 01/08/09).
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la Gestión de los Aceites Industriales usados.
- Decreto 283/1995, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de residuos de la comunidad autónoma de Andalucía.
- Ley 11/1.997 de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases y Real Decreto 782/1.998 de 30 de abril, que la desarrolla.

3. IDENTIFICACION Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION

Los residuos de construcción y demolición se caracterizan por ser un grupo de residuos muy heterogéneo. La obra trata de la ejecución de las obras de infraestructura de abastecimiento y Saneamiento de, la estimación de los residuos será acorde al II Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (II PNRCD) 2007-2015, texto aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 26 de diciembre de 2008.

De acuerdo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 08 de febrero, y la corrección de errores de dicha Orden, publicada en el "BOE" nº 61, de 12 de marzo de 2002, se enumeran los residuos generados en la obra atendiendo al Capítulo 17 "Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)" de dicha lista. A continuación se relacionan los principales residuos generados durante el desarrollo de la obra y su fase previa de demolición o desmontado de obra existente.

Se establecen las siguientes acciones de proyecto generadoras de residuos:

Excavación de la capa de material en las zonas de nuevo trazado de la red de saneamiento y pluviales e incluso excavación para arqueta de arranque y pozos hasta la profundidad requerida. Estas acciones de desmonte darán lugar a residuos formados por tierra y piedras, cuyo código según la Orden MAM 304/02 corresponde a 17.05.04.

Ejecuciónn de rozas para la instalación de instalaciones interiores proyectadas.

A su vez durante la ejecución de la obra son susceptibles de aparecer otro tipo de residuos industriales, tales como: cartón (19.12.01) procedentes del embalaje de materiales, tanto su posible aparición como la cantidad en la que se presenten no se evidenciarán hasta el desarrollo de la obra, por lo que la estimación de estos residuos se hará en base a promedios establecidos en función de tipo de obra.

3.1. IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS

RCD's de nivel I: Residuos inertes.	
TIERRAS Y PETREOS DE LA EXCAVACION DE ZANAJA PARA REDES DE M.T.	
17.05.04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03

RCD's susceptibles de aparecer durante la ejecución de cuantificación indeterminada	
Naturaleza no pétreo	
17,04,06	Metales mezclados
20.01.01.	Papel procedente de embalajes
17.02.03	Plásticos procedentes de embalajes
Naturaleza pétreo	
17.01.01	Hormigón
17.01.07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código
17.05.04	Tierras y áridos limpios, Gravas, Zahorras, rocas y materiales naturales
17.03.02	Mezclas bituminosas no alquitranadas

OTROS RCD's susceptibles de aparecer durante la ejecución de
cuantificación indeterminada

13.02. 99	aceite usado de maquinaria
08.01. 11	Sobrantes de pintura o barnices

3.2. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS

Residuos inertes no peligrosos

17.05. 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17.05.03

Residuos no peligrosos

No se detectan a priori.

Residuos peligrosos

17.03. 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.

Potenciales residuos que pueden aparecer durante la obra

Potenciales residuos no peligrosos que pueden aparecer durante la obra

Naturaleza no pétreo

17.02. 01	Madera
17.04.	Metales mezclados

06	
20.01. 01	Papel procedente de embalajes
17.02. 03	Plásticos procedentes de embalajes
17.02. 02	Vidrio
17.08. 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17.08.01
	Naturaleza pétreo
01.04. 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01.04.07
17.01. 01	Hormigón
17.01. 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas
	en el código 17.01.06

Potenciales residuos peligrosos que pueden aparecer durante la obra

13.02. 99	aceite usado de maquinaria

4. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS

Durante los trabajos de demoliciones previas y movimiento de tierras se generan los siguientes residuos:

4.1. RESIDUOS MEDIDOS CUYA GESTION SE INCLUYE EN PRESUPUESTO DE PROYECTO (Movimiento de Tierras)

Tierras y piedras (distintas de las especificadas en el código 17.05.03)

	Medición	Unidad	Densidad	Unidad	Peso (tn)	Cof. Espojam.	Volumen (m ³)
Excavación Tramo1	300	m ³	2	Tn/m ³	600	1.2	360
Excavación Cim. Apoy	16.2	m ³	2	Tn/m ³	32.4	1.2	19.44
Excavación Tramo2	150	m ³	2	Tn/m ³	300	1.2	180

mezclas bituminosas

	Medición	Unidad	Densidad	Unidad	Peso (tn)	Cof. Espojam.	Volumen (m ³)
Excavación Tramo1	150	m ³	2	Tn/m ³	300	1.2	180
Excavación Cim. Apoy	8.1	m ³	2	Tn/m ³	16.2	1.2	9.72
Excavación Tramo2	75	m ³	2	Tn/m ³	150	1.2	90

4.2. RESIDUOS CUYA GESTION PUEDE APARECER DURANTE LA OBRA

Para la estimación de la suma total de los residuos generados durante la fase de ejecución de la urbanización se ha estimado, por un lado, el volumen generado por el movimiento de tierras y la demolición de elementos existentes y, por otro lado,

los residuos generados durante el resto de la obra a realizar para lo que se considera una estimación en función de los m² proyectados a construir en la urbanización (se considera una superficie menor que la real al no ser urbano) y de edificación. Los residuos se resumen en la siguiente tabla:

Volumen estimado de residuos durante ejecución de Infraestructuras y Pavimentación

	Densi dad	Ud	Peso(Tn)	Volum en m ³
Madera	0,6	Tn/m ³	0,77	0
Metales	1,5	Tn/m ³	0,46	0,6
Papel	0,9	Tn/m ³	0,08	0,1
Plasticos	0,9	Tn/m ³	0,08	0,1
Vidrio	1,5	Tn/m ³	0,38	0,5
Yeso	1,2	Tn/m ³	0,38	0,5
Arena Grava y Aridos	1,5	Tn/m ³	15	10
Hormigón	1,5	Tn/m ³	30	20
Ladrillosy Ceramicos	1,5	Tn/m ³	0.5	0.75
Piedra	1,5	Tn/m ³	1.5	1
Potencialmente Peligrosos	0,5	Tn/m ³	0,00	0

5. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

Según el artículo 3 de la Directiva 2008/98/CEE y el artículo 3 “Definiciones de la Ley

10/1998, de 21 de abril, de Residuos”, se entiende por:

- **Reutilización:** cualquier operación mediante la cual productos o componentes que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.
- **Tratamiento:** la operación de valoración o eliminación incluida la preparación anterior a la valoración o eliminación.
- **Valoración:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función, en la instalación o en la economía en general.
- **Plantas de valorización:** son instalaciones de tratamiento de los residuos de la construcción en las que se depositan, seleccionan, clasifican y valorizan las diferentes fracciones que contienen estos residuos, con el objeto de obtener productos finales aptos para su utilización. Pueden ser fijas o móviles.
- **Plantas fijas:** son las instalaciones de reciclaje ubicadas en un emplazamiento cerrado, con autorización administrativa para el reciclaje de RCD, cuya maquinaria de reciclaje (fundamentalmente los equipos de trituración) son fijos y no operan fuera del emplazamiento donde están ubicados.
- **Plantas móviles:** están constituidas por maquinaria y equipos de reciclaje móviles que, aún disponiendo de una ubicación de referencia como almacén, suelen desplazarse a las obras para reciclar en origen.
- **Eliminación:** cualquier operación que no sea la valoración, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía.
- **Vertederos controlados:** son instalaciones para el vertido de residuos inertes de la construcción que, de forma controlada, van a estar depositados por un tiempo superior a un año.
- **Preparación para la reutilización:** la operación de valoración consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación.
- **Reciclado:** toda operación de valoración la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancia, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valoración energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operación de relleno.

- **Plantas de transferencia:** son instalaciones para el depósito temporal de residuos de la construcción que han de ser tratados o eliminados en instalaciones localizadas a grandes distancias. A veces es posible realizar la separación y clasificación de las fracciones de los residuos con los que se mejora la gestión en las plantas de valorización y depósitos controlados que incluyen su destino final.

No se prevé en obra la posibilidad de realizar ninguna de las operaciones de reutilización, valoración ni eliminación. Por lo tanto, se propone la contratación de

Gestores de Residuos autorizados, para la correspondiente retirada y posterior tratamiento.

Para aquellos residuos no peligrosos que no puedan ponerse en valor mediante el reciclado o recuperación como son las tierras y piedras de granito, serán gestionados por una empresa autorizada a tal fin por la Comunidad Autónoma de Andalucía. En este caso se transportarán a la Planta de R.S.U. de Vélez de Benaudalla (Carretera de Lagos), por la proximidad a la obra.

5.1. TRATAMIENTO DE LOS RCD

RESIDUOS MEDIDOS EN PRESUPUESTO DE PROYECTO

	Peso (tn)	Volumen (m ³)	Tratamiento	Transporte
Excavación	932.4	559	Vertedero Autorizado	Camión
Pavimento calzada	466.2	279.5	Planta Reciclaje R.C.D.	Camión

RESIDUOS CUYA GESTION PUEDE APARECER DURANTE LA OBRA

	Tipo de Gestión	Contenedor/bi don	Peso(Tn)	Volum en m ³
Asfalto	Planta RCD	Contenedor 7m ³	14,69	1
Madera	Gestor autorizado RNP _s	Contenedor 7m ³	0,77	0
Metales	Gestor autorizado RNP _s	Contenedor 7m ³	0,46	0,6
Papel	Gestor autorizado RNP _s	Contenedor 7m ³	0,8	1
Plasticos	Gestor autorizado RNP _s	Contenedor 7m ³	0,08	0,1
Vidrio	Gestor autorizado RNP _s	Contenedor 7m ³	0,38	0,5
Fibrocemento	R.E.R.A	Contenedor 0.3m ³	0,38	0,5
Arena Grava y Aridos	Planta RCD	Contenedor 7m ³	9	3
Hormigón	Planta RCD	Contenedor 7m ³	2	1
Ladrillos y Ceramicos	Planta RCD	Contenedor 7m ³	0.5	0.5
Piedra	Planta RCD	Contenedor 7m ³	1.5	1
Potencialmente Peligrosos	Gestor autorizado RNP _s	Bidón0,3 m ³	0,00	0

6. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

La separación de los residuos en fracciones se lleva a cabo por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra, donde se generan. Aunque cabe mencionar que si existe falta de espacio físico en la obra y no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor puede encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa la obra.

En este caso y debido a las dimensiones del espacio de obra se considera viable el acopio de material en una zona próxima a la obra, y de forma individualizada, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

El aceite procedente del mantenimiento de vehículos será almacenado en las instalaciones de mantenimiento, por otro lado los restos de embalaje de papel y cartón, así como los trapos usados, serán ubicados en su contenedor correspondiente, para la posterior entrega a un gestor autorizado.

7. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Se deben tener en cuenta en la ejecución de la obra una serie de acciones que minimicen la aparición de otro tipo de residuos tales como: aerosoles vacíos; aceite usado; agua con hidrocarburos; baterías de plomo usadas; filtros de aceite en bidones metálicos; trapos y absorbentes contaminados; filtros de aceite en bidones metálicos, tales como:

En el caso de los motores de combustión de la maquinaria de obra:

- Prever el uso de maquinaria de bajo consumo, es decir, utilizar maquinaria más eficiente.
- Consultar al fabricante si dispone de equipos avalados con algún tipo de ecoetiqueta que garantice un mejor comportamiento ambiental.
- Usar combustible biodiesel o gasolina sin plomo.
- Supervisar que los motores de los vehículos no estén en funcionamiento durante periodos de espera.

En el caso del mantenimiento de la maquinaria, y para minimizar la aparición de aceites, líquidos de frenos, combustibles, propios de esta actividad:

- Realizar mantenimientos periódicos de los vehículos y del resto del equipo de obra para alargar su vida útil.
- Realizar en taller las operaciones de mantenimiento de la flota de vehículos y maquinaria.

- Cuando no sea viable la recomendación anterior se procede a la impermeabilización de la superficie de trabajo con plásticos o lonas, y posteriormente se gestiona como residuo peligroso.

En el caso de los residuos de envases, que generalmente representan un volumen considerable:

- Dar preferencia a los proveedores que envasan sus productos con un sistema de embalaje que tienden a minimizar los residuos o que utilizan recipientes fabricados con materiales reciclados, biodegradables, retornables, reutilizables, etc.
- Negociar con los fabricantes o distribuidores la devolución de envases y de embalajes.
- En caso contrario, operación de valorización; R5 reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.

En el caso de adquisición de productos peligrosos, tales como combustibles, disolventes, se busca:

- Evitar, en la medida de lo posible, el abuso de estos productos y adquirir aquellos que tengan un menor impacto ambiental.
- Solicitar a los fabricantes fichas que contengan datos de seguridad de los productos que comercializan para poder prever las medidas de seguridad oportunas para su almacenamiento, manipulación y gestión de los residuos.

8. PRESUPUESTOS

Todos los residuos generados en la obra que han sido calculados en los apartados anteriores son llevados a vertedero, por lo que la estimación del coste de tratamiento de los RCDs están incluidos en presupuesto de proyecto.

9. PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores 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.

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra....), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la 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. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera.....) 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 los registros correspondientes. Asimismo se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final. La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D. 952/1997 y Orden MAM /304/2002), la legislación autonómica (Ley 5/2003, Decreto 4/1991...) y los requisitos de las ordenanzas locales.

Así mismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos "escombro".

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 puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

10. DOCUMENTACIÓN A SOLICITAR

El productor de residuos debe estar en posesión de los siguientes documentos:

- Remisión de Libros de Registros de Residuos.
 - Habilitación del Libro Registro de Residuos Peligrosos.
 - Hoja de control de recogida de residuos peligrosos. Pequeñas cantidades.
- Justificante de entrega.
- Hoja de control de recogida de residuos inertes-pétreos. (Hormigón).

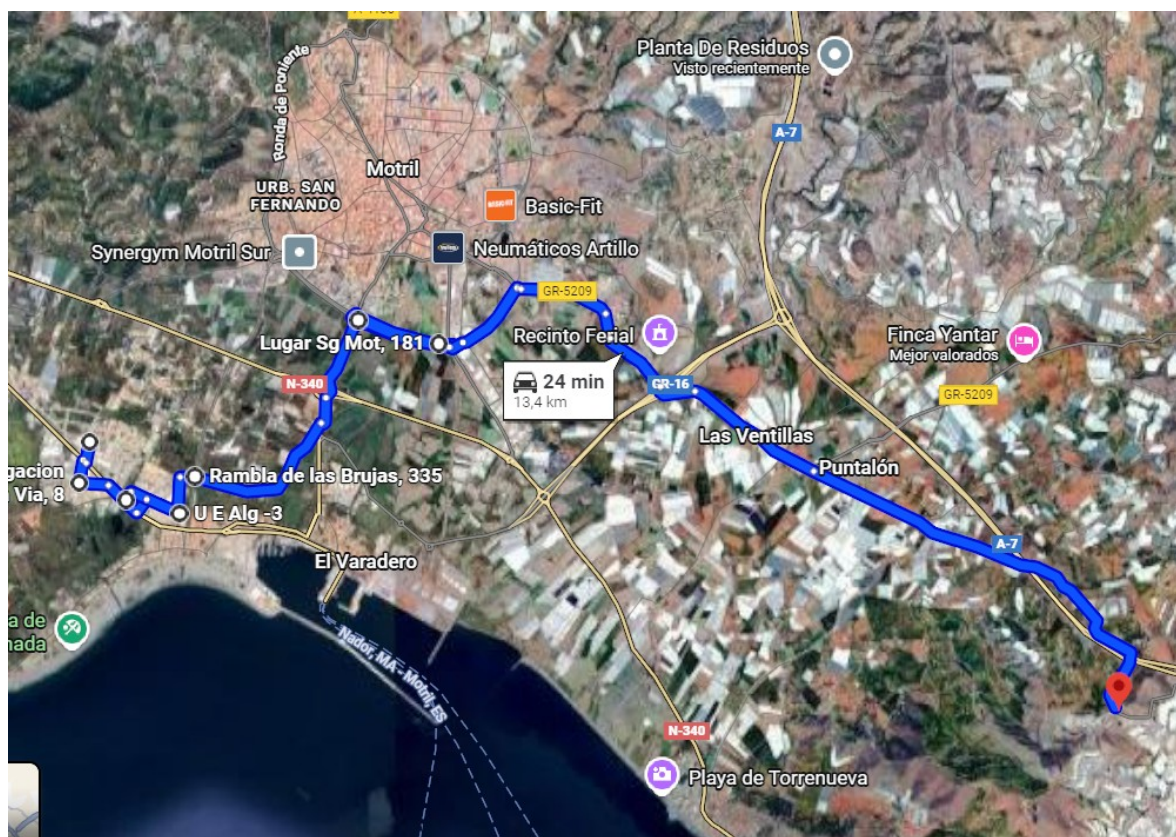
En el caso de que el productor de residuos delegue la gestión de estos a una empresa gestora, deberá acreditarlo con la siguiente documentación:

- Documento de aceptación de residuos industriales.

11. PLANO DE RECORRIDO DE OBRA A PLANTA DE RESIDUOS.
PUNTO LIMPIO MAS CERCANO DE PLAYA GRANADA – Planta de residuos la
trinchera

Paraje "La Trinchera"
Ctra GR-5209 Motril-Calahonda,
Punto Kilométrico 6
Motril (Granada)
info@recicladoslatrinchera.com

Teléfonos
Planta:
676 231 332 / 958 043 044
Oficina:
610 27 65 69



1. FIRMAS DE LOS TÉCNICOS REDACTORES DEL PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Sirva el presente apartado para realizar firmas de los autores del Plan de Gestión de Residuos del Proyecto Línea aéreo/subterránea 20 kV S/C para electrificación P.P.S.U.S. MOT8 en término municipal de Motril (Granada).

Autor del P.G.R.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Anejo documento evaluación ambiental simplificado

a) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

a.1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El presente Documento de Evaluación Ambiental Simplificada se elabora al amparo de lo dispuesto en el Anexo II (grupo 4 B "Líneas eléctricas aéreas de transporte de energía eléctrica con una tensión igual o superior a 15 kV y una longitud superior a 3 km)Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

La elaboración de este documento responde, por tanto, a la obligación de analizar las características del proyecto, su localización y las posibles interacciones con los elementos ambientales existentes. Asimismo, incluye la identificación de los impactos previsibles y la propuesta de medidas destinadas a evitar, reducir o compensar aquellos efectos que pudieran resultar significativos.

Titular

El Titular de las Instalaciones proyectadas es JUNTA DE COMPENSACION SUS (SUELO URBANIZABLE SECTORIZADO) MOT-8, con CIF: V42855692, y dirección en calle Nueva, número 1, 3A, 18600 Motril, Granada

a.1.2 Uso de las instalaciones

La Instalación objeto del Proyecto es la Nueva Línea de Media Tensión, de 20 KV, para suministro residencial y comercial SUS MOT 8.

a.1.3.Emplazamiento

El presente Proyecto tiene por objeto establecer y justificar todos los datos constructivos y de diseño que permitan la ejecución de la Obra de la Nueva LAMT, de 20 KV, para dar suministro al SUS MOT 8

La obra se va a llevar a cabo por parcelas públicas, todas ellas dentro del término municipal de Motril, en la provincia de Granada.

a.1.4. Documentos

Según la Ley 16/2015, de 23 de abril, el presente Documento Ambiental Simplificado constará de los siguientes documentos:

- a) Definición, características y ubicación del proyecto.
- b) Exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- c) Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y en su caso durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000 se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.
- d) Medidas que permitan prevenir, reducir y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.
- e) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental.
- f) La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.
- g) Presupuesto de ejecución material de la actividad.
- h) Documentación cartográfica que refleje de forma apreciable los aspectos relevantes del proyecto en relación con los elementos ambientales que sirven de soporte a la evaluación ambiental del mismo.

a.1.5. Legislación aplicable

En materia de Impacto Ambiental de Líneas Eléctricas, pueden citarse los siguientes antecedentes normativos:

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto

Por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión

a.2. PROYECTO Y ACCIONES.

Se recoge a continuación una descripción del Proyecto, en cuanto a las características principales de la línea, y de las acciones necesarias para su ejecución.

a.2.1. Proyecto

Se pretende llevar a cabo una nueva Línea Subterránea y Aérea de Media Tensión de 20 KV, para dar suministro al Plan Parcial SUS MOT 8 de Motril.

Inicio de la nueva Línea de media tensión

Se iniciara la línea de media tensión en la celda de línea ubicada en barras de 20 KV de la subestación (S.E) Celulosa

Fin de la nueva línea de media tension

Finalizando mediante un centro de seccionamiento en el tramo 37/52212/REMARRO con la LSMT REMARRO.

Longitud del tramo 1 subterraneo

El primer tramo de la línea tiene su origen en las barras de la subestación de Celulosa y se desarrolla en configuración subterránea a lo largo de 2 km por el polígono de Las Algaidas. Este tramo finaliza en la calle Camino Patria, punto en el que se ejecuta la conversión de subterráneo a aéreo.

Longitud del tramo 2 aereo

El segundo tramo de la línea se desarrolla en configuración **aérea** y recorre aproximadamente **2 km** a lo largo de la calle Camino Patria, siguiendo su trazado hasta el final de la avenida nuestra señora del pilar. En este punto se ejecuta la

conversión de aéreo a subterráneo, requerida para permitir el cruce soterrado de varios tramos urbanos

Longitud del tramo (final)

Este tramos discurre por avenida costa tropical desembocando en el SUS MOT 8 donde la línea de media tensión cerrara el anillo alimentando a todos los transformadores realizando el cierre con seccionamiento con la línea de media tensión subterránea rema

Apoyos y crucetas a instalar

Los nuevos apoyos a instalar serán para montaje empotrado, de perfiles metálicos unidos por celosías, según norma UNE 207017, cuyas características se muestran a continuación:

Nº	FUNCIÓN	TIPO	a	b	c
1	FL	HAR-5000	2	2	2
2	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
3	AL-AM	C-500	1,2	1,25	1,25
4	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
5	AN-AM	C-3000	1,2	1,25	1,25
6	AN-AM	MI-2500	1,5	1,5	1,5
7	AN-AM	C-3000	1,2	1,25	1,25

8	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
9	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
10	AN-AM	MI-2500	1,5	1,5	1,5
11	AN-AM	C-3000	1,8	1,25	1,25
12	AN-AM	MI-2500	1,5	1,5	1,5
13	AN-AM	MI-2000	1,5	1,5	1,5
14	AL-AM	C-500	1,2	1,25	1,25
15	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
16	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
17	AN-AM	C-2000	1,2	1,25	1,25
18	FL	HA-4500	1,4	1,5	1,5

Puesta a Tierra de los apoyos

NORMAS GENERALES.

Se realizará el sistema de puesta a tierra de los apoyos según establece el “REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD

EN LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN” aprobado mediante Real Decreto RD 223/2008 en el Consejo de Ministros del 15 de febrero de 2008 en el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07 “Líneas aéreas con conductores desnudos”.

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en la línea, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

En el caso de líneas eléctricas que contengan cables de tierra a lo largo de toda su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de los cables de tierra.

Los apoyos que sean diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo- subterráneo deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará a través de la estructura del apoyo metálico.

CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas

residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el apartado 7.3.4.3 de la ITC – LAT 07.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

Apoyos frecuentados con calzado. Se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5 \text{ ps}$$

Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.

Apoyos frecuentados sin calzado. se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del

calzado, R_{a1} , será nula.

$$R_a = R_{a2} = 1,5 \text{ } \Omega$$

Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

· Apoyos no Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

- a) Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión
- b) Resistencia desde un punto de vista térmico
- c) Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para cada tipo de apoyo según su ubicación:

Apoyos no frecuentados (N.F.):

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

Dicho valor, se podrá conseguir mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrado como mínimo a 0,5

m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, los valores de resistencia calculado, se añadirán picas al electrodo enterrado, siguiendo la periferia del apoyo, hasta completar un anillo de cuatro picas (véase figura), añadiendo, si es necesario a dicho anillo, picas en hilera de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

El conductor de unión entre picas será de cobre de 50 mm² de sección.

Apoyos frecuentados (F.):

En este caso, se realizará para cada pata una toma de tierra igual que para el caso de los apoyos no frecuentados y se completará con la realización de un primer anillo. La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1m, como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.

En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 Ω . Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 Ω , se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

Para considerar el apoyo exento del cumplimiento de la tensión de contacto se tomarán las siguientes medidas adicionales:

Se enterrará a 0,8 m tanto el electrodo como el anillo.

Se colocará una acera perimetral de hormigón a 1,20 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,2 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del apoyo.

Además el apoyo estará protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas. En nuestro caso se considerará como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . Se puede emplear como valor de la resistencia del calzado 1000Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} = 1000 + 1,5ps$$

En caso de ser necesario, tras la verificación del sistema de puesta a tierra se instalaría un tercer anillo.

Señalización y numeración de los apoyos

Además en los nuevos apoyos se instalará una placa de señalización de riesgo eléctrico y será numerado de manera que no se borre, según normas de Iberdrola.

Medidas de protección de la avifauna

De entre las medidas preventivas anti-nidificación propuestas en el Artº. 5 del Decreto 47/2004, se propone la colocación sobre los apoyos, de elementos dispositivos disuasorios de

nidificación, a base de paraguas metálicos, de probada eficacia en las instalaciones realizadas.

a.2.1.1. Conductor aéreo

ATOS DE LA LÍNEA

DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase	Protección
TENSIÓN (KV)	20	
CONDUCTOR	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	
NÚMERO FASES	3	
NÚMERO COND/FASE	1	
LONGITUD CADENA SUSPENSIÓN	0,57	
LONGITUD CADENA AMARRE (m)	0,57	
ALTURA DEL PUENTE (m)	0,57	
TEMPERATURA MAX. TENDIDO (°C)	50	
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120	

DATOS DEL CONDUCTOR

Datos del conductor	Fase	Protección 1	Protección 2
DIÁMETRO (MM)	14		
PESO (KG/M)	0,433		
CARGA DE ROTURA (Kg):	4400		
SECCIÓN (MM2)	116,2		
COEFICIENTE DE DILATACIÓN	1,78E-5		
MÓDULO ELASTICIDAD (Kg/mm2)	8200		
EDS Max. Zona A (%)	15		
EDS Max. Zona B (%)	15		
EDS Max. Zona C (%)	15		
SOBRECARGA VIENTO 120 Km/h (Kg/m)	0,857		
SOBRECARGA VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,428		
ÁNGULO OSCILACIÓN 120Km/h (°)	63,18		
PESO VIENTO 120Km/h (Kg/m)	0,960		
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (Kg/m)	0,609		
PESO HIELO ZONA B (Kg/m)	1,120		
PESO HIELO ZONA C (Kg/m)	1,807		
COMPOSICIÓN NÚM. HILOS ALUMINIO+ACERO	30+7		
RESISTENCIA A 20°C (Ohmios/Km)	0,3066		

a.1.1.1. Aislamiento

El aislamiento de los nuevos apoyos estará formado por aisladores compuestos para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466.

Para el aislamiento hay dos niveles, que se determinan en función de la contaminación de la zona en la que vaya a instalarse la línea, definidos en la tabla 14 de la ITC-LAT 07.

Según dicha tabla el nivel de contaminación elegido es el nivel I (ligero), por tratarse de una zona sin industrias y con baja densidad de viviendas con calefacción, no obstante según normas de Iberdrola los entornos especificados para un nivel de contaminación I, serán considerados como nivel II (medio).

El aislamiento a instalar en los nuevos apoyos estará formado por cadenas con aislador de composite del tipo U70 YB 20, cuyas características son:

- Carga de rotura (daN): 7000.
- Línea de fuga mínima (mm): 720.
- Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante 1 minuto (KV): 95.
- Tensión de impulso tipo rayo, valor de cresta (KV): 215.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesite efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

a.1.2. Acciones

Según escrito por parte de la Dirección General de Medio Ambiente, se define cronológicamente cada una de las fases que conlleva la instalación de la Línea de Aérea de Media Tensión definida en el apartado anterior.

La duración estimada de cada fase o acción, cronológicamente, para llevar a cabo la LAMT de enlace proyectada con una longitud de 2 Km son las siguientes:

- Replanteo- Duración dos días
- Accesos a Apoyos.- Duración 1 mes
- Acopio de Materiales y montaje.- 1 mes
- Excavación y colocación de las bases de los apoyos (incluido hormigonado).- Duración 1 Mes

- Izado de Apoyos.- Duración 2 semanas
- Tendido de cableado y colocación de elementos antielectrocución y antiposadas.- 2 meses

- Tala y poda de la zona afectada.- Duración 4 días
- Maniobras de conexión, y puesta en marcha.- 1 día
- Limpieza general de la obra y reposición en accesos.- 2 semanas

Por tanto, la ejecución de esta línea de enlace con una longitud de 3.170 metros estará entre 6,5 meses.

A continuación definimos cada una de las fases o acciones descritas:

a.2.2.1 Replanteo de Apoyos y Accesos

Esta fase o acción se lleva a cabo mediante personal cualificado (topógrafos y auxiliares), localizando y señalizando cada uno de los apoyos a levantar y los accesos a realizar.

El impacto que se realiza durante esta acción es mínima, ya que sólo se contempla la derivada de la utilización de medios de transportes y de accesos. Se realizará por dos personas.

Todos los materiales utilizados (estacas, esprais, clavos, etc) y sobrantes serán recogidos y llevado a recipientes de almacenaje.

a.2.2.2 Accesos

Para la ejecución de esta LAMT de enlace, se han establecido dos tipos de accesos los ya existentes (públicos o privados) y los de nueva ejecución. Como se puede ver en los planos adjuntos de Accesos, se ha intentado utilizar los accesos existentes y minimizar aquellos a realizar.

Se ha determinado que en los accesos a ejecutar el ancho para el tránsito de maquinaria es de 5,00 metros, buscando el mínimo movimiento de tierra siempre y cuando la orografía lo permita.

Esta fase consiste en el despeje y desbroce de la superficie afectado por el acceso, retirando de las zonas destinadas a los accesos toda la maleza, broza, escombros y demás elementos. El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Pala Cargadora
- 1 Camión Volquete
- 1 Capataz
- 1 Maquinista
- 1 Conductor
- 1 Peón

a.2.2.3 Acopio de Materiales y Montaje

Una vez ejecutados los accesos se repartirán en cada uno de ellos los materiales necesarios para el montaje del apoyo, realizando esta actividad en terreno liso y sin irregularidades, durante esta operación se instalarán los calzos de madera necesarios que eviten las deformaciones en las piezas.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Camión Pluma
- 1 Capataz
- 1 Conductor
- 3 Oficiales
- 2 Peones

En esta fase se utilizarán como zonas de almacenaje de los elementos más voluminosos (conductores y apoyos) zonas libres de vegetación, evitando la tala de árboles y agresión a las zonas de matorral

a.2.2.4 *Excavación y colocación de las bases de los apoyos (incluido hormigonado)*

Para esta fase se realizará la excavación en pozo, con la posterior colocación de la base del apoyo (en aquellos que sean de celosía) y posterior hormigonado. O colocación de apoyo de hormigón con el posterior hormigonado.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Retroexcavadora
- 1 Camión Volquete
- 1 Camión hormigonera
- 1 Camión Plulma
- 1 Encargado
- 1 Maquinista
- 3 Conductores
- 3 Peones

En esta fase se procurará almacenar los 20 cm de suelo más superficial para su posible reutilización como tierra vegetal cuando sea necesario revegetar, restituyendo la forma y aspecto originales del terreno y reutilizándose además para labores agrícolas en zonas próximas.

a.2.2.5 *Izado de Apoyos*

El izado de apoyos se realizará en aquellos que sean de celosía posterior al hormigonado y fraguado de la base de dicho apoyo, tanto el fuste como la cabeza ya estan ensamblados por personal cualificado de la contrata.

En los apoyos de hormigón vibrado se izara en el pozo de cimentación y se hormigonará posteriormente sostenido mediante tirantes metálicos hasta el fraguado del hormigón.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Camión hormigonera
- 1 Camión Pluma
- 1 Encargado
- 2 Conductores
- 2 Oficiales
- 1 Peón

En las maniobras de izado de apoyos y regulado se prestará especial atención a no dañar las copas de los árboles, teniendo precaución de mantener siempre los materiales elevados sobre las copas y usando medios para alejarlos si fuera preciso.

a.2.2.6 *Tendido de cableado y colocación de elementos antielectrocución y antiposadas*

El inicio del tendido se realizará después de transcurrido 8 días desde la finalización del hormigonado del último apoyo izado.

Las poleas de tendido estarán construidas con el material apropiado al conductor, según sea el material de éste. Asimismo, las poleas tendrán un diámetro, como mínimo, igual a 20 veces el diámetro del conductor.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Maquina de tiro
- 1 Maquina de Freno
- 1 Camión Pluma (barquilla)
- 2 Encargado
- 4 Peones

Para la ubicación de las bobinas a lo largo de la línea, se usarán los mismos sitios que previamente se utilizaron en el montaje de los apoyos evitando una duplicidad de zonas de almacenamiento que puede dañar la vegetación existente.

En esta actividad se solapan la colocación de elementos, de cara evitar, la electrocución y el choque de la avifauna, se colocarán espirales salvapájaros de un metro de longitud y 30 cm de diámetro cada 10 metros a tresbolillos

a.2.2.7 Tala y poda de la zona afectada.

Sólo se realizará la tala y poda en aquellas zonas donde los conductores se encuentre a menos de dos metros de la arboleda colindante. Toda la corta o poda deberá seguirse de la retirada y apilamiento de los restos derivados de tales actividades, así como de su puesta a disposición del propietarios.

Toda la tala y poda respetará los periodos de ejecución estipulados por el servicio de Ordenación y Gestión Forestal de la Dirección General de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 2 Motosierra
- 1 Miniretroexcavadora
- 2 Oficiales
- 1 Maquinista

a.2.2.8 Maniobras de conexión, y puesta en marcha.

Se denominan "conexiones" a los elementos destinados a la unión de conductores que aseguran la continuidad eléctrica de los mismos, tienen una resistencia mecánica reducida y por lo tanto se instalarán en los puentes flojos.

La ejecución de los terminales se realizará por compresión y con las matrices especificadas en las respectivas Normas internas de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.

El equipo básico con que se realiza es el siguiente:

- 1 Camión Pluma (barquilla)
- 2 Oficiales

a.2.2.9 Limpieza general de la obra y reposición en accesos .

Una vez finalizada la obra se procederá a la limpieza general de las áreas afectadas, retirando todas las instalaciones temporales, así como todo tipo de desechos, restos de maquinaria y escombros, depositándolos en vertederos controlados e instalaciones adecuadas para su tratamiento.

Se realizará la recuperación ambiental de las zonas de terreno compactadas por el tránsito de vehículos. Para ello se procederá al relleno con las tierras sobrantes en el caso de se detecten pérdidas y hoyos.

Una vez terminada la vida útil de las diferentes estructuras del proyecto se procederá a su desguace y retirada a vertedero. En el caso de que existan sustancias como tóxicas y peligrosas se procederá a su entrega a un gestor autorizado.

b) ALTERNATIVAS TÉCNICAS ESTUDIADAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

b.1. INTRODUCCIÓN

Para el trazado de la reforma de la LAMT proyectada se han tenido como criterios de

Diseño:

- ✓ Máxima adaptación al terreno, con gálibos muy superiores a los marcados en el reglamento.
- ✓ Mínima ocupación de terrenos, intentando que el trazado discurra lo más recto posible y próximo a caminos o lindes de fincas.
- ✓ Funcionalidad técnica y que se minimicen los costes de construcción y mantenimiento.
- ✓ Minimizar los impactos medioambientales que se puedan producir.

Con todos estos condicionantes se ha considerado un único trazado para la LAMT que es el que mejor se adapta a todos los criterios anteriormente descritos, además al tratarse de una reforma de línea, la nueva línea proyectada se pretende realizar paralela a la primera, de tal forma que las afecciones de los particulares afectados sean idénticas.

Cabe concluir que la solución elegida es la lógica a adoptar y la más viable desde los puntos de vista técnico, normativo y económico, además ya se presentó la propuesta para su consenso en Industria, en Medio Ambiente y en Patrimonio, Organismos que dieron su aprobación.

SOLUCIÓN ADOPTADA

Con todo lo expuesto en el presente apartado, así como en los restantes documentos del proyecto que se adjuntan (Planos), podemos decir que la propuesta es favorable medioambiental, económica y técnicamente . Ya que ha sido la consensuada y servirá de base para que se proceda a su ejecución.

Así mismo, la presente Propuesta servirá para solicitar a los Organismos Competentes, cuantos permisos y actas sean necesarios, para su legalización.

Expuesto el objeto y la utilidad del presente Estudio de Soluciones, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Administración, concediendo las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

El Presupuesto de Ejecución Material de las instalaciones proyectadas, asciende a un importe de OCHENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS (87.461,42 €).

c) EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO

c.1. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL ÁREA DE ESTUDIO. MEDIO FÍSICO Y SOCIOECONÓMICO.

Dentro de este apartado se analiza el medio físico de la zona de estudio, en sus dos aspectos básicos: por una parte, considerando el mismo en sentido estricto, es decir, sus características climáticas, geológicas, edafológicas e hidrológicas; y por otra, analizando los factores bióticos presentes: fauna y vegetación.

De igual modo, se recogen y describen los espacios naturales catalogados existentes en el entorno del área de estudio y se analiza el paisaje de la zona.

c.1.1. Localización Geográfica

El presente Proyecto tiene por objeto definir y justificar las características constructivas y de diseño necesarias para la ejecución de la nueva infraestructura eléctrica proyectada, destinada al cierre en media tensión (20 kV) dentro del término municipal de Motril, en la provincia de Granada.

Las obras se desarrollan íntegramente en el municipio de Motril, atravesando tanto suelo de titularidad pública como parcelas privadas según la Relación de Bienes y Derechos (RBD) incorporada al documento. El trazado discurre por diferentes zonas urbanas y periurbanas del municipio, incluyendo áreas industriales, viales principales y tramos de infraestructura viaria que requieren soluciones específicas de integración. La ubicación en el entorno costero de la Costa Tropical y la presencia de zonas densamente urbanizadas condicionan el diseño, la

accesibilidad y las medidas de protección ambiental asociadas a la ejecución del proyecto.

c.1.2. Medio Físico

Climatología

La zona de estudio se localiza en el término municipal de Motril, en la costa sur de la provincia de Granada. El clima de este municipio se enmarca dentro del clima mediterráneo subtropical, característico de la Costa Tropical, con inviernos muy suaves y veranos calurosos, y una marcada influencia marítima debido a su proximidad al mar de Alborán.

La temperatura media anual se sitúa entre 18 y 19 °C, con mínimas suaves durante el invierno (valores medios de 10–12 °C) y máximas estivales que pueden superar los 30 °C entre julio y agosto. La amplitud térmica anual es reducida gracias al efecto termorregulador del litoral.

La precipitación media anual es relativamente baja en comparación con otras zonas del litoral mediterráneo, situándose entre 400 y 500 mm/año, con un régimen claramente estacional: máximos durante otoño e invierno y mínimos marcados en verano, donde los meses de julio y agosto registran precipitaciones casi nulas. Las lluvias torrenciales de carácter puntual y alta intensidad pueden darse durante episodios de gota fría u otros sistemas convectivos.

Según la clasificación agroclimática de Papadakis, Motril se incluye dentro del clima mediterráneo subtropical seco, propio de áreas litorales cálidas con elevada insolación anual. La zona muestra además una alta evapotranspiración potencial, estimada en valores superiores a 900 mm/año debido a la fuerte radiación solar y a las temperaturas suaves durante la mayor parte del año.

Geología

La zona de estudio se enmarca geológicamente dentro del Dominio Penibético, perteneciente a las Cordilleras Béticas, una de las unidades geológicas más complejas de la península Ibérica. El área presenta materiales predominantemente metamórficos, sedimentarios y cuaternarios, resultado de la intensa actividad tectónica asociada a la colisión entre las placas Euroasiática y Africana durante el Neógeno.

La mayor parte del territorio de Motril y su entorno inmediato está constituida por materiales pertenecientes al Complejo Alpujárride, caracterizado por una sucesión

de esquistos, filitas, gneises y micaesquistos, formados bajo condiciones de metamorfismo de baja a media intensidad. Estos materiales afloran especialmente en las estribaciones montañosas próximas, como la Sierra de Lújar y la Contraviesa, que constituyen el marco geológico del municipio.

Sobre estos materiales metamórficos se disponen en zonas más bajas diversos depósitos sedimentarios cuaternarios, asociados principalmente al delta y llanura aluvial del río Guadalfeo. Estos depósitos están formados por gravas, arenas, limos y arcillas, resultado de los procesos fluviales y de relleno litoral que han modelado el actual frente costero. Asimismo, aparecen materiales coluviales procedentes de laderas y ramblas, junto con depósitos dunares y litorales derivados de la dinámica marina del mar de Alborán.

La estructura geológica del área se encuentra intensamente fracturada debido a la actividad tectónica histórica de las Béticas, presentando fallas y alineaciones estructurales que condicionan el relieve, la permeabilidad del terreno y, en consecuencia, parte de los condicionantes para la implantación de infraestructuras lineales como la proyectada.

Hidrología

La red hidrográfica del municipio de Motril se integra en la **Demarcación Hidrográfica Mediterránea Andaluza**, caracterizada por cursos de agua de régimen estacional y fuerte irregularidad, propios del clima mediterráneo subtropical de la Costa Tropical.

El principal cauce de la zona es el **río Guadalfeo**, cuyo tramo final discurre en las proximidades del municipio antes de su desembocadura en el mar de Alborán. Su caudal se encuentra regulado por el **Embalse de Rules**, situado aguas arriba, que actúa como elemento de control del régimen hídrico y garantiza el abastecimiento agrícola y urbano en la comarca.

Junto a este río principal, la hidrología superficial de Motril está compuesta por una red de **ramblas y arroyos de carácter temporal**, entre los que destacan:

- **Rambla de las Brujas**, que atraviesa parte del municipio y presenta fuertes crecidas en episodios de lluvia intensa.
- **Rambla de Puntalón**, uno de los cauces más representativos en la zona este del término municipal.
- **Rambla de los Álamos**, con aportes procedentes de las laderas de Sierra de Lújar.
- **Rambla del Rejón**, con escorrentía principalmente concentrada en episodios torrenciales.

Estos cauces permanecen secos durante la mayor parte del año, pero adquieren un comportamiento torrencial en otoño y primavera, pudiendo generar incrementos rápidos de caudal debido a la escasa infiltración en determinados suelos y a la fuerte pendiente de las cuencas altas.

La combinación de la regulación del río Guadalfeo, la presencia de ramblas estacionales y la proximidad del mar confiere a Motril un sistema hidrológico heterogéneo, que condiciona tanto el diseño de infraestructuras como la planificación territorial y la gestión del riesgo hidrológico.

Vegetación y Fauna

Flora

La vegetación presente en el área de estudio se enmarca dentro del piso bioclimático **mediterráneo litoral subtropical**, característico de la Costa Tropical granadina. Los ecosistemas naturales han sufrido una fuerte transformación por el uso agrícola intensivo y la expansión urbana, aunque todavía persisten formaciones naturales y seminaturales de interés.

En las zonas no urbanizadas se encuentran **matorrales mediterráneos y formaciones arbustivas** dominadas por:

- *Pistacia lentiscus* (lentisco)
- *Olea europaea var. sylvestris* (acebuche)
- *Chamaerops humilis* (palmito), especie protegida en Andalucía
- *Rosmarinus officinalis* (romero)
- *Cistus albidus* y *Cistus monspeliensis* (jaras)
- *Thymus spp.* (tomillos)
- *Erica arborea* y *Erica multiflora* (brezos)

En las áreas agrícolas predominan **cultivos subtropicales** característicos de Motril y su comarca:

- Aguacate (*Persea americana*)
- Chirimoyo (*Annona cherimola*)
- Mango (*Mangifera indica*)
- Invernaderos de hortícolas y zonas de regadío tradicional

En los márgenes de cauces y ramblas aparecen **comunidades de ribera**, con:

- *Populus alba* y *Populus nigra* (chopos)
- *Tamarix spp.* (tarajes)
- *Arundo donax* (caña común), especie invasora frecuente
- *Salix spp.* (sauces), en zonas con humedad permanente

La zona cuenta también con presencia de **vegetación nitrófila y ruderal**, típica de bordes de caminos, setos y áreas periurbanas.

A diferencia de zonas de interior, **la micología no es un recurso destacado** debido al clima cálido y la escasa presencia de bosques densos; aunque pueden aparecer especies comunes en áreas húmedas, no existe un interés micológico relevante en la zona.

Fauna

La fauna presente en el término municipal de Motril refleja la combinación de medios urbanos, agrícolas y zonas naturales litorales.

Aves

El grupo más representativo es el de las aves, distinguiéndose:

Aves rapaces y planeadoras:

- Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*)
- Aguililla calzada (*Hieraaetus pennatus*)
- Ratónero común (*Buteo buteo*)
- Milano negro (*Milvus migrans*), estival
- Gavilán común (*Accipiter nisus*)
-

Aves ligadas a cultivos y espacios abiertos:

- Perdiz roja (*Alectoris rufa*)
- Abubilla (*Upupa epops*)
- Tórtola europea (*Streptopelia turtur*)
- Jilgueros, verdecillos y verderones

Aves urbanas y periurbanas:

- Paloma torcaz y bravía
- Estornino negro
- Golondrina común
- Gorrión común

Aves acuáticas y litorales, relevantes en la franja costera:

- Garceta común (*Egretta garzetta*)
- Garza real (*Ardea cinerea*)
- Gaviotas patiamarilla y reidora
- Charranes y limícolas ocasionales

Mamíferos

La presencia de mamíferos está condicionada por la fragmentación del territorio, pero son frecuentes:

- Zorro (*Vulpes vulpes*)
- Jabalí (*Sus scrofa*), en áreas naturales próximas
- Erizo europeo (*Erinaceus europaeus*)
- Conejo y liebre ibérica
- Roedores (ratón moruno, topillo mediterráneo)

Herpetofauna

La climatología cálida favorece una notable presencia de reptiles:

- Lagarto ocelado (*Timon lepidus*)
- Lagartija colilarga y lagartija andaluza
- Culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*)
- Culebra de escalera (*Zamenis scalaris*)
- Salamancha común (*Tarentola mauritanica*)

Entre los anfibios destacan:

- Sapo común (*Bufo spinosus*)
- Rana perezi
- Sapo corredor (*Epidalea calamita*) en zonas húmedas temporales

Uso ganadero

A diferencia de territorios del interior peninsular, **en Motril no existe trashumancia ni grandes extensiones de dehesa**, limitándose la actividad ganadera a pequeñas explotaciones de ámbito local.

El paisaje del ámbito del proyecto se encuentra en la **Vega de Motril**, una llanura litoral agrícola situada entre el frente marítimo y las primeras estribaciones de la Sierra de Lújar y la Contraviesa. Se trata de un paisaje intensamente humanizado, dominado por cultivos de regadío, infraestructuras hidráulicas y caminos rurales, con una estructura visual abierta y con amplias vistas hacia las montañas circundantes.

Al igual que en la metodología general, la valoración del paisaje se ha realizado mediante apreciación directa y aplicación del coeficiente corrector K, obteniendo un **valor relativo del paisaje $V_r = 20$** , lo que corresponde a un **paisaje de calidad baja-moderada**, debido a su fuerte transformación agrícola y a la presencia de elementos artificiales dispersos.

Características paisajísticas de la Vega de Motril

1. Matriz agrícola dominante

El rasgo más característico del paisaje es la presencia continua de **cultivos de regadío**, principalmente:

- Aguacate
- Chirimoyo
- Mango
- Hortícolas al aire libre
- Invernaderos puntuales

Este patrón genera una **morfología paisajística uniforme**, ordenada y con bajo grado de naturalidad, propia de vegas costeras intensamente cultivadas.

2. Infraestructuras hidráulicas y red de acequias

La Vega de Motril está surcada por:

- acequias y canales de riego,
- pequeñas balsas,
- ramblas de carácter estacional (Puntalón, Brujas, Álamos).

Estos elementos forman parte inseparable de la identidad visual del territorio.

3. Relieve y horizontes amplios

La topografía es **prácticamente llana**, lo que genera:

- visibilidad extensa en todas direcciones,
- líneas de horizonte muy abiertas,
- fondos escénicos marcados por la **Sierra de Lújar, La Contraviesa y la Sierra de los Guájares**.

Estas montañas no se encuentran en la zona inmediata del proyecto, pero aportan **referencias visuales constantes** desde cualquier punto de la Vega.

4. Presencia dispersa de edificaciones rurales

El paisaje presenta:

- cortijos,
- casetas de aperos,
- caminos agrícolas,
- tendidos eléctricos existentes.

Su distribución irregular introduce elementos visuales antropizados, aunque de baja altura y moderada incidencia.

5. Unidad paisajística homogénea

La Vega constituye una unidad paisajística continua, sin discontinuidades abruptas, donde las variaciones se deben principalmente al tipo de cultivo y a la densidad de arbolado agrícola.

Síntesis del paisaje de la Vega de Motril

- **Paisaje agrícola intensivo**, fuertemente transformado.
- **Alta visibilidad territorial**, debido a la topografía plana.
- **Baja naturalidad**, con escasos elementos vegetales autóctonos.
- **Presencia recurrente de infraestructuras rurales** (camino, acequias, tendidos).
- **Valores escénicos moderados**, concentrados en los fondos montañosos y la amplitud visual.

Por estas razones, el impacto visual asociado a la instalación de la línea se considera moderado o bajo, dado que la infraestructura proyectada se inserta en un contexto donde ya existe una presencia relevante de elementos lineales y agrícolas que estructuran el espacio.

c.1.3. Medio Socioeconómico

En este capítulo se describen los aspectos básicos del medio socioeconómico del ámbito de estudio, lo que permitirá posteriormente identificar los posibles impactos que las actuaciones proyectadas puedan generar sobre el sistema territorial, la estructura poblacional y la actividad económica del entorno.

Actividad económica

La **Vega de Motril** constituye una de las zonas agrícolas más productivas de la provincia de Granada, siendo un espacio históricamente ligado al regadío y a la agricultura intensiva gracias a la fertilidad de sus suelos y a la disponibilidad de recursos hídricos procedentes del río Guadalfeo y del sistema de regadío tradicional.

1. Agricultura de regadío como actividad principal

La actividad económica predominante en la Vega es la **agricultura**, destacando especialmente:

- Cultivos subtropicales:
 - *Persea americana* (aguacate)
 - *Annona cherimola* (chirimoyo)
 - *Mangifera indica* (mango)

- Cultivos hortofrutícolas en regadío:
 - tomates, judías verdes, pepinos, pimientos, calabacín, etc.
- Explotaciones bajo invernadero y pequeñas estructuras auxiliares.

La introducción de cultivos subtropicales, favorecida por el clima cálido de la Costa Tropical, ha generado un importante dinamismo económico en la zona, consolidando la Vega de Motril como un enclave agrícola de referencia en Andalucía.

2. Propiedad y estructura de explotación

Las explotaciones suelen ser de **tamaño medio o pequeño**, gestionadas por agricultores locales, cooperativas agroalimentarias y explotaciones familiares.

El modelo productivo combina:

- regadío tradicional mediante acequias,
- modernización de sistemas de riego (goteo),
- concentración progresiva en cultivos de alto valor añadido.

La agricultura continúa siendo una **fuentes esencial de empleo**, tanto directo como indirecto, mediante labores de producción, manipulación y transporte.

3. Relación funcional con Motril

Aunque la zona de estudio se ubica fuera del núcleo urbano, la economía de la Vega mantiene una relación directa con el municipio de Motril, que actúa como:

- centro logístico y comercial,
- proveedor de servicios,
- punto de conexión portuaria (Puerto de Motril),
- área de empleo para la población de la vega.

Motril cuenta además con industrias agroalimentarias, cooperativas y almacenes hortofrutícolas que complementan la economía del entorno rural.

4. Dinámica demográfica y ocupación del territorio

El área presenta una **baja densidad de población**, distribuida en cortijos, casas rurales y edificaciones dispersas asociadas a explotaciones agrícolas.

La población residente se dedica mayoritariamente a:

- actividades agropecuarias,
- servicios vinculados al sector agrícola,

- actividades logísticas derivadas de la proximidad al puerto y a las vías de comunicación principales.

No existen procesos de despoblación comparables a los de áreas rurales interiores, ya que la actividad económica mantiene una **estabilidad demográfica** moderada.

5. Ausencia de usos ganaderos intensivos

La ganadería en la Vega de Motril tiene una presencia **muy limitada**, reducida a pequeñas explotaciones familiares.

No existe trashumancia ni sistemas de dehesa, al ser un territorio eminentemente agrícola.

Síntesis socioeconómica

El entorno de la Vega de Motril puede caracterizarse como:

- **Altamente productivo desde el punto de vista agrícola**
- **Con fuerte especialización en cultivos subtropicales de alto rendimiento**
- **Con un sector servicios y logístico dependiente de Motril y su puerto**
- **Con distribución de población dispersa y ligada a la actividad agraria**

En conjunto, se trata de un espacio **económicamente activo, con elevado grado de antropización y estrechamente vinculado al sector agroalimentario**, lo que determina la sensibilidad del territorio ante cualquier actuación que afecte al uso del suelo.

Infraestructuras

La zona de estudio se localiza en la **Vega de Motril**, un área agrícola intensiva situada al norte y noroeste del núcleo urbano. El ámbito está atravesado por una red de **infraestructuras viarias y de riego** que estructuran el territorio y condicionan la implantación de nuevas instalaciones eléctricas.

1. Infraestructuras viarias

Las principales vías de comunicación en el entorno del proyecto son:

- **A-7 / E-15 (Autovía del Mediterráneo):** eje vertebrador litoral que conecta Motril con Málaga, Almería y el Levante.
- **N-340:** antiguo corredor mediterráneo, actualmente vía secundaria de gran importancia territorial.
- **GR-16 / A-4133:** carretera que comunica Motril con Vélez de Benaudalla.

- **Carretera de la Celulosa y Camino Patria**, vías locales que estructuran el acceso a la Vega.
- **Red de caminos agrícolas** que permiten el tránsito a las explotaciones y que son fundamentales para el transporte de productos hortofrutícolas.

El área presenta una **densidad viaria elevada**, típica de zonas de regadío intensivo, lo que facilita el acceso para la ejecución y mantenimiento de la infraestructura eléctrica proyectada.

2. Infraestructuras hidráulicas

La Vega de Motril está fuertemente condicionada por las infraestructuras de riego asociadas al **Sistema Guadalfeo**, entre las que destacan:

- Acequias tradicionales de riego.
- Canales modernizados vinculados a la Comunidad de Regantes.
- Balsas de almacenamiento de agua.
- Redes de drenaje y desagüe agrícola.

Estas infraestructuras forman parte esencial de la morfología y funcionalidad del territorio, y deben ser tenidas en cuenta en el diseño de apoyos, accesos y cruces.

3. Infraestructuras energéticas

En el entorno inmediato existen:

- Líneas de Media Tensión (20 kV) de carácter rural-agroindustrial.
- Centros de transformación dispersos en explotaciones agrícolas.
- Infraestructuras de distribución vinculadas a la **S.E. Celulosa**, punto de origen de la línea proyectada.

Estas instalaciones favorecen la **integración paisajística** del nuevo trazado, ya que las líneas eléctricas no constituyen un elemento extraño en el territorio.

El proyecto se ubica en un área agrícola alejada del núcleo urbano de Motril, por lo que no afecta directamente a elementos patrimoniales relevantes. No obstante, el término municipal de Motril cuenta con bienes culturales protegidos situados fundamentalmente en el casco histórico.

1. Motril – Patrimonio destacado

Aunque fuera del ámbito de afección directa, en el municipio existen elementos de interés:

- **Iglesia Mayor de la Encarnación** (siglo XVI), Bien de Interés Cultural (BIC).
- **Santuario de Nuestra Señora de la Cabeza**, edificio histórico con fuerte identidad local.
- **Casa de la Palma**, inmueble histórico rehabilitado como centro cultural.
- **Cerro de la Virgen**, espacio con valor arqueológico y paisajístico.
- **Aljibes y estructuras hidráulicas históricas**, integradas en el casco antiguo.

Estos bienes se encuentran **fuera del área de actuación y no se ven afectados** por el trazado de la LAMT, al situarse la intervención exclusivamente en la Vega agrícola.

2. Arqueología y patrimonio rural

Dentro de la Vega de Motril no se han identificado:

- elementos arqueológicos catalogados,
- inmuebles protegidos,
- bienes etnográficos significativos.

No obstante, como medida preventiva, durante la ejecución de zanjas o cimentaciones se aplicará vigilancia ambiental y arqueológica en caso de aparición fortuita de restos.

Conclusión patrimonial

El proyecto **no afecta directamente a bienes patrimoniales** declarados ni a elementos culturales relevantes, dado que:

- se desarrolla íntegramente en un entorno agrícola transformado,
- no intersecta con zonas urbanas o cascos históricos,
- no existen elementos BIC ni yacimientos documentados en el ámbito de obra.

Afección a espacios Red Natura 2000

El proyecto de la nueva LAMT se desarrolla íntegramente en la **Vega de Motril**, en un entorno agrícola transformado y alejado de los espacios protegidos Red Natura 2000 presentes en el término municipal y su entorno próximo.

Tras el análisis de la cartografía oficial de la **Junta de Andalucía** (Red Natura 2000 – Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul), se concluye que:

El trazado de la línea NO atraviesa ni limita directamente con ningún espacio Red Natura 2000.
No existe afección directa, indirecta ni fragmentación de hábitats protegidos.

Calidad

El área en la que se desarrolla el proyecto se sitúa en un entorno **agrícola intensivo**, profundamente transformado y con **escasa representatividad de hábitats naturales** incluidos en la Directiva Hábitats (92/43/CEE). En el ámbito del proyecto:

- **No existen hábitats de interés comunitario (HIC) identificados.**
- **No se localizan taxones del Anexo II de la Directiva Hábitats** asociados a áreas de conservación prioritarias.
- **No se encuentran especies del Anexo I de la Directiva Aves** nidificando en el área inmediata de actuación.

El territorio está constituido principalmente por:

- Cultivos subtropicales (aguacate, mango, chirimoyo).
- Hortícolas en regadío.
- Setos agrícolas y vegetación nitrófila.
- Acequias y ramblas alteradas (Puntalón, Brujas, Álamos).
- Suelos agrícolas intensamente manejados.

Valores ambientales presentes

Aunque no hay hábitats protegidos, sí pueden encontrarse:

Vegetación y fauna común del medio agrario mediterráneo:

- **Aves:**
 - Cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*)
 - Ratonero común (*Buteo buteo*)
 - Abubilla (*Upupa epops*)
 - Jilguero, verdecillo y gorrión común
 - Garceta común y garza real en áreas húmedas y canales
- **Reptiles:**
 - Lagartija colilarga, lagarto ocelado
 - Culebra bastarda
 - Salamaguesa
- **Mamíferos:**
 - Erizo europeo
 - Zorro
 - Conejo y pequeños roedores
- **Anfibios** (localizados puntualmente en acequias y puntos de agua):
 - Rana Pérez

- Sapo corredor

Características ecológicas destacables del entorno

Aunque no existen elementos protegidos a escala comunitaria, el entorno presenta:

- Un **mosaico agroecológico** característico de vegas mediterráneas.
- Presencia de **ramblas estacionales**, que funcionan como corredores ecológicos secundarios.
- Un paisaje abierto con **actividad agrícola continuo**, lo que limita la presencia de fauna sensible.

Vulnerabilidad

Las vulnerabilidades del entorno no se relacionan con ecosistemas forestales o de ribera extensos como en el Tiétar, sino con las **presiones propias de un entorno agrícola intensivo y de un sistema hidrológico estacional**.

Las principales vulnerabilidades ambientales de la Vega de Motril son:

1. **Presión derivada de la agricultura intensiva**
 - Uso de fertilizantes y fitosanitarios.
 - Generación de residuos plásticos de cultivo.
 - Compactación del suelo y pérdida de estructura.
2. **Alteración de ramblas y cauces estacionales**
 - Modificación de márgenes.
 - Reducción o eliminación de vegetación natural.
 - Entradas de sedimentos y arrastres.
3. **Transformación del paisaje y pérdida de vegetación natural**
 - Eliminación de setos o linderos tradicionales.
 - Sustitución de cultivos por invernaderos.
 - Reducción de la diversidad estructural del entorno.
4. **Afección a fauna por infraestructuras lineales existentes**
 - Riesgo moderado de colisión en avifauna común.
 - Riesgo bajo de atropellos en caminos rurales.
5. **Riesgo de inundación ocasional en zonas bajas de la vega**
 - Debido a lluvias torrenciales mediterráneas.
 - Episodios de crecida en ramblas estacionales.
6. **Presencia de especies vegetales exóticas o invasoras**
 - *Arundo donax* (caña común)
 - *Oxalis pes-caprae*
 - *Cortaderia selloana* (puntual)
7. **Proximidad a zonas con alta actividad agrícola y de riego**
 - Variaciones en el nivel freático.
 - Manejo intensivo de acequias y drenajes.

c.2.1. Consideraciones previas

En términos generales, las líneas eléctricas aéreas y mixtas (aéreo–subterráneas), como la proyectada, pueden generar una serie de incidencias ambientales relacionadas principalmente con:

- **La avifauna**, especialmente en zonas de vuelo abierto, áreas agrícolas o corredoras naturales.
- **La vegetación**, debido a la posible necesidad de adecuación de arbolado o setos.
- **El paisaje**, por la inserción de nuevos elementos lineales visibles en la matriz agrícola.

La entidad e intensidad de estos efectos depende del tipo de trazado, de la configuración de los apoyos, de la altura de los conductores, del entorno territorial y de la presencia de fauna sensible.

En el caso de la Vega de Motril, al tratarse de un paisaje intensamente transformado por la actividad agrícola y por la existencia de otras líneas eléctricas en el entorno, la **sensibilidad ambiental es moderada** y los impactos potenciales pueden ser correctamente gestionados mediante medidas preventivas y correctoras.

c.2.1.1. Sobre la Avifauna

En el contexto de la Vega de Motril, las afecciones potenciales de un tendido eléctrico sobre la avifauna se asocian principalmente a:

a) Riesgo de electrocución

Puede producirse por contacto simultáneo de un ave con:

- dos conductores en tensión, o
- un conductor y elementos metálicos del apoyo.

Este riesgo se da especialmente en:

- apoyos de configuración peligrosa (alineaciones antiguas),
- zonas donde las aves utilizan los postes como posaderos.

En este proyecto:

Los apoyos proyectados cumplen la normativa **andaluz–estatal de protección de avifauna** (Real Decreto 1432/2008 y Decreto 178/2006 de Andalucía), incorporando:

- crucetas seguras,
- aislamiento adecuado,
- elementos antiposada,
- configuraciones que reducen drásticamente el riesgo de electrocución.

b) Riesgo de colisión

La colisión suele darse con los conductores en:

- días de niebla o baja visibilidad,
- zonas de vuelo rasante,
- áreas abiertas como llanuras agrícolas.

En la Vega de Motril, el grupo más vulnerable puede ser:

- garcetas, garzas y aves ligadas a acequias y ramblas,
- algunas rapaces de baja maniobrabilidad,
- aves que realizan vuelos crepusculares.

Medidas previstas:

- instalación de **espirales salvapájaros** en vanos estratégicos,
- marcado a tresbolillo cada 10 metros en tramos de mayor exposición,
- aumento de visibilidad en cambios de dirección y zonas abiertas.

c) Nidificación

En la Vega de Motril no existen poblaciones significativas de cigüeña blanca ni especies de gran porte que nidifiquen habitualmente en apoyos eléctricos.

Aun así, se prevé:

- instalación de **dispositivos antinidificación** en apoyos susceptibles,
- mantenimiento periódico para evitar asentamientos.

d) Factores locales que reducen la vulnerabilidad

La zona NO presenta:

- vertederos próximos que atraigan carroñeras,
- grandes concentraciones de presas (conejo) que atraigan rapaces en número elevado,
- collados, cumbres ni corredores migratorios relevantes.

Por tanto, **la sensibilidad ornitológica es moderada**, y los impactos previsibles son **bajos o muy bajos**, siempre que se implementen las medidas preventivas previstas.

c.2.1.2. Sobre la Vegetación

Los efectos sobre la vegetación en este tipo de proyectos se limitan a:

a) Eliminación puntual de vegetación

Puede ser necesaria una **limpieza muy localizada** en:

- la base de los apoyos,
- las zonas de cimentación,
- accesos puntuales a zonas agrícolas.

En la Vega de Motril, la vegetación afectada corresponde generalmente a:

- setos agrícolas,
- herbáceas,
- vegetación nitrófila en márgenes,
- arbolado frutal o subtropical si estuviera dentro del área de paso de los conductores.

El proyecto **evita la afección a arbolado productivo** siempre que sea técnicamente posible.

b) Actuaciones en arbolado

En caso de que fuera necesario realizar:

- podas, o
- retirada puntual de ramas que invadan el gálibo de seguridad,

estas actuaciones se ejecutarán:

- siguiendo criterios selvícolas adecuados,
- evitando eliminar unidades de cultivo salvo estricto requerimiento técnico.

c) Tramitación y permisos

En Andalucía, cualquier actuación sobre arbolado no forestal en zonas agrícolas (poda o retirada) **no requiere autorización autonómica**, pero sí:

- comunicación y acuerdo con el propietario,
- ajuste a la Ley 7/2022 de residuos (gestión de restos vegetales),

- aplicación de medidas de control en zonas con especies invasoras (*Arundo donax*, etc.).

No aplica la referencia a la Consejería de Industria de Andalucía.

c.1.4. Definición y evaluación de alteraciones

Partiendo de la consideración de que toda actuación conlleva alteraciones sobre el medio físico, biótico y socioeconómico, se describen a continuación los principales impactos previsibles asociados a la **fase de ejecución** del proyecto. La naturaleza de las obras —movimiento de tierras, excavación de apoyos, apertura de zanjas y tránsito de maquinaria— determina un conjunto de afecciones **puntuales, temporales y reversibles**, propias de una infraestructura lineal implantada en un entorno agrícola ya transformado como es la Vega de Motril.

• **Calidad del aire y confort sonoro**

Durante la ejecución se producirán alteraciones temporales en:

- **Emisión de polvo:** asociada al movimiento de tierras, excavación de cimentaciones, manipulación de materiales y circulación de vehículos por caminos agrícolas.
- **Ruidos y vibraciones:** generados por maquinaria pesada, transporte de materiales y operaciones auxiliares.

Estas afecciones serán **localizadas y de duración limitada**, sin incidencia relevante sobre áreas residenciales, dado que el trazado discurre íntegramente por una zona agrícola alejada del núcleo urbano.

• **Suelos y geomorfología**

Las actuaciones que pueden afectar al suelo son:

- excavación de zanjas y cimentaciones,
- tránsito de maquinaria,
- acopio temporal de materiales.

Estas acciones pueden producir:

- **compactación del suelo,**
- **alteración de su estructura superficial,**
- **retirada de la cubierta vegetal herbácea,**
- pequeñas modificaciones puntuales del relieve.

No se prevén cambios permanentes en la geomorfología, ya que una vez finalizados los trabajos se procederá a la **restauración de taludes, nivelación y recuperación de la capacidad productiva del terreno**.

• Aguas superficiales y subterráneas

En el ámbito del proyecto no existen cauces permanentes; únicamente ramblas estacionales y acequias agrícolas.

Las posibles afecciones se limitan a:

- arrastre puntual de sedimentos hacia ramblas en episodios de lluvia,
- riesgo de vertido accidental desde maquinaria o instalaciones auxiliares.

Estas afecciones se consideran **muy poco probables** y se minimizan aplicando:

- gestión adecuada de residuos y materiales,
- mantenimiento correcto de maquinaria,
- prohibición de vertidos al terreno,
- medidas de contención de sedimentos en zonas sensibles.

No se prevén afecciones significativas ni a masas de agua superficiales ni a acuíferos.

• Flora y fauna

Flora

Las afecciones a la vegetación serán muy puntuales y derivadas de:

- ocupación temporal para acopios,
- apertura de zanjas y cimentaciones,
- tránsito de maquinaria.

La vegetación afectada es de carácter **herbáceo, ruderal o agrícola**, no existiendo hábitats de interés comunitario ni formaciones naturales relevantes en la zona.

La alteración es **reversible** y se limita al período de obra.

En caso de afección muy localizada a arbolado agrícola, se actuará de acuerdo con el propietario, minimizando la pérdida de unidades productivas.

Fauna

La fauna local es propia de un entorno agrícola (aves comunes, pequeños mamíferos, reptiles). Las principales afecciones pueden derivarse de:

- ruidos,
- presencia de maquinaria,
- movimientos de tierra,
- tránsito de vehículos.

Estas afecciones pueden provocar **desplazamientos temporales** de la fauna presente, sin afecciones permanentes ni a especies amenazadas.

• **Paisaje y patrimonio cultural**

Durante la fase de construcción pueden producirse **impactos visuales temporales** asociados a:

- maquinaria,
- acopios,
- instalaciones auxiliares,
- zanjas y movimientos de tierra.

Una vez finalizadas las obras, únicamente permanecerán visibles los apoyos en los tramos aéreos, elementos ya habituales en un entorno agrícola donde existen otras infraestructuras similares.

No se afectan bienes patrimoniales, al encontrarse todos los elementos protegidos fuera del área de actuación.

• **Medio socioeconómico**

Los efectos socioeconómicos de la obra son **positivos y temporales**, relacionados con:

- generación puntual de empleo,
- contratación de servicios auxiliares,
- adquisición de materiales en empresas locales.

No se prevén impactos negativos significativos sobre actividades agrícolas ni sobre el uso del territorio.

• **Residuos, vertidos y emisiones**

Durante la ejecución se generarán residuos y emisiones propios de cualquier obra:

- **residuos inertes** procedentes de excavaciones,
- **residuos vegetales**,
- posibles **restos de materiales de construcción**,
- **emisiones atmosféricas** procedentes de maquinaria (CO₂, NO_x, SO₂),
- **ruidos y polvo**,
- riesgo controlado de **derrame de combustibles o aceites**,
- residuos metálicos o de lubricantes derivados del mantenimiento de maquinaria.

La gestión se realizará según la **Ley 7/2022 de residuos**, garantizando que no existan afecciones al entorno agrícola ni a las canalizaciones de riego.

c.1.5. Efectos medioambientales

A la vista de las consideraciones anteriores y teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, su localización en un entorno agrícola intensamente transformado y las medidas preventivas y correctoras previstas, **no se consideran previsible efectos ambientales significativos**, ni directos ni indirectos.

Las afecciones identificadas son:

- **puntuales**,
- **locales**,
- **temporales**,
- **reversibles**,
- y **mitigables** mediante la aplicación de buenas prácticas en obra.

Por tanto, se concluye que las instalaciones proyectadas **no generarán impactos ambientales de relevancia**, sin que sea necesario plantear medidas adicionales a las habituales en obras de este tipo.

d) MEDIDAS PROTECTORAS Y CORRECTORAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

De forma preventiva y con el fin de minimizar los hipotéticos efectos medioambientales (hasta anular el impacto, si es posible) que las instalaciones proyectadas pudieran causar sobre el medio en el que se van a ejecutar, se diseñan las oportunas medidas protectoras y correctoras:

d.1 MEDIDAS ANTIELECTROCUCIÓN, ANTICOLISIÓN Y ANTINIDIFICACIÓN

d.1.1 Antielectrocución

De acuerdo con el artº. 3 del Decreto 47/2004, en los apoyos de la línea proyectada se cumplirán las siguientes condiciones técnicas:

No se instalarán aisladores rígidos, sino de cadena.

- No existirán puentes en tensión por encima de la cabecera del apoyo.
- La distancia entre los conductores que llegan a la cadena de aisladores

de la cruceta será de 150 cm., que se conseguirá mediante las crucetas a instalar.

Si con posterioridad a la ejecución de la línea se produjera algún caso de muerte por electrocución de especie protegida, el titular solicitará a la Dirección General de Medio Ambiente la indicación de las medidas adicionales que deba adoptar para eliminar este tipo de incidencia.

d.1.2. Anticolisión

Los conductores de la LMT proyectada se señalarán mediante espirales salva-pájaros, de acuerdo con las recomendaciones del Artº. 4 del Decreto 47/2004 y con la experiencia sancionada por la práctica.

d.1. IMPACTO PAISAJÍSTICO

Dado el entorno de actuación y características geográficas, con inexistencia de relieves accidentados, no se romperá perfil visual alguno, puesto que no se cambiará el efecto visual.

d.3 IMPACTO DE OBRAS AUXILIARES

Al ejecutarse el trazado sobre terrenos sin arbolado, no se destruirá masa vegetal alguna por instalación de los apoyos.

La Línea no atraviesa zonas de arbolado. Por lo tanto, no se producirá la eliminación de ningún ejemplar de árbol para la ejecución de la Línea.

d.4 PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN

Durante la Fase de Construcción, se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

Antes de comenzar las tareas de despeje y desbroce previas a los movimientos de tierras, deberán señalarse, mediante jalonamiento, las zonas de afección previstas. También se marcarán o señalarán con cinta plástica de colores vivos los

ejemplares de vegetación de interés que se deben respetar, es decir, aquellas especies o ejemplares que por su talla, singularidad, o efectos beneficiosos de cualquier tipo deban ser conservados en orden a mantener dichos efectos.

Con objeto de disminuir la afección a la vegetación del entorno de la obra por deposición de partículas de polvo, y como se ha mencionado anteriormente en el apartado correspondiente a la protección de la calidad del aire, será necesario regar periódicamente los caminos auxiliares y la propia traza de la obra para limitar el polvo generado por el tráfico de los vehículos pesados y de la maquinaria. Esta medida tendrá especial importancia durante las épocas más secas del año.

Durante la ejecución de las obras se contemplarán una serie de medidas básicas encaminadas a la prevención de incendios, que deberán extremarse durante la época estival. En las zonas de carácter forestal, no se podrá encender fuego, tirar objetos encendidos, abandonar basuras, restos vegetales e industriales de ningún tipo dentro del terreno forestal, ni en una franja de 500 m alrededor.

d.5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Residuos generados en la fase de construcción

Durante esta fase se hace necesario un exhaustivo control de los residuos líquidos o sólidos producidos en las distintas actividades de obra asegurando la adecuada gestión de los mismos. Para ello se contará con gestores autorizados que recogerán los aceites procedentes de las plataformas de mantenimiento de maquinaria y otros líquidos contaminantes que pueden incidir negativamente en los cauces próximos o los suelos, por escorrentía o infiltración de sustancias nocivas.

Además, todos los residuos sólidos producidos en la obra así como los sobrantes de tierras de excavación, serán igualmente retirados y transportados a vertedero para asegurar su adecuada gestión ambiental.

En comunicación directa el ayuntamiento de Casas del Monte, se ha confirmado la existencia de una escombrera pertenecientes al ayuntamiento, localizada en una explanada muy cercana al pueblo.

El REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, establece entre las obligaciones que se imponen al productor, destaca la inclusión en el proyecto de obra de un estudio de gestión de los residuos de construcción, por lo que a continuación relacionamos los aspectos relevantes de este particular, e incluimos la partida correspondiente en el presupuesto del presente proyecto, dada la cuantía del material, para que en obra se realice un estudio detallado.

Los residuos que pueden aparecer en las zonas de obra pueden ser de tres tipos.

- Residuos peligrosos
- Residuos inertes de construcción
- Residuos sólidos urbanos

Aparecen en diferente proporción y cantidad dependiendo del uso predominante en la zona (se tratará pues de residuos de tipo agrícola en la mayor parte de la zona de actuación).

Para su correcta gestión se delimitará sobre el terreno un espacio destinado a la separación de los diferentes residuos producidos, de forma que cada tipo de residuo sea retirado y gestionado convenientemente.

Con el fin de lograr una correcta gestión de los residuos, se marcan las siguientes pautas:

Retirada de residuos peligrosos (RPs)

Se deberán recoger en un contenedor especial, sellado y con etiqueta identificativa. Un gestor autorizado será el que realice su transporte al vertedero adecuado para dichos residuos.

Retirada de residuos inertes de construcción (RCs)

Se retirarán todos los escombros y materiales de desecho que hayan sido abandonados en la zona. Se prestará especial atención a los restos de hormigón a verter y a las zonas de instalaciones auxiliares.

Los materiales metálicos serán separados del resto de escombros mediante un pulpo-grúa en el caso de los más voluminosos y con un electroimán en el caso de los de menor envergadura.

Retirada de residuos sólidos urbanos (RUs)

Se realizará una retirada de residuos asimilables a RSUs en las zonas de las instalaciones auxiliares y en las mismas zonas donde se realicen los acopios de residuos inertes. Estos residuos se recogerán en camiones que los transportarán al vertedero de RSUs más cercano a la zona de obras.

Otras mejoras medioambientales propuestas:

Segregación correcta de residuos especiales, no especiales o inertes, con su correspondiente etiquetado o información del contenido del contenedor, mediante las acciones siguientes:

Utilización de recipientes diferentes, debidamente rotulados. Indicación, mediante carteles, de la ubicación de los diferentes residuos. Codificar los residuos, según el Catálogo Europeo.

Facilitar en el etiquetado, el nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos; también la fecha de envasado y la naturaleza de los riesgos.

Los residuos contaminantes generados, en ningún caso se depositarán en los vertederos de inertes.

Se designará un responsable de la gestión de los residuos. Se llevará un registro de residuos.

Los residuos, durante el periodo de almacenaje, previo a su reciclaje y/o eliminación, se mantendrán en condiciones de higiene y seguridad adecuadas. Los

residuos se almacenarán en contenedores adecuados a la naturaleza de los mismos.

Los residuos se gestionarán a través de un gestor de residuos autorizado; el transporte de los mismos, también se realizará a través de transportistas autorizados.

Los productores de residuos deben disponer de un alta de productor de residuos y también deben estar registrados en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Los residuos peligrosos generados durante las obras, se ubicarán en puntos especiales de acopio, señalizados, donde se envasarán y etiquetarán de acuerdo con la normativa vigente y serán entregados a gestores autorizados.

Se instalarán puntos limpios de recogida de residuos en el parque de maquinaria y zonas de instalaciones auxiliares, siempre en el recinto de la obra. Los puntos limpios o de acumulación de residuos se localizarán próximos a áreas destacables por una actividad importante y prolongada o por cualquier otro motivo razonable, y consisten fundamentalmente en un conjunto de contenedores.

No se permitirá la quema de ningún tipo de residuo.

Los residuos industriales se transportarán a vertederos autorizados.

En el caso en que se produzcan vertidos accidentales, se procederá a actuar según el Procedimiento Operativo para Vertidos Accidentales, y se comunicará a las autoridades competentes.

e) PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Introducción

Este plan de seguimiento y control tiene como finalidad comprobar la magnitud real y distribución de los impactos negativos previstos, y especialmente de los no previstos cuando ocurran, para asegurar así el desarrollo de nuevas medidas

correctoras o compensaciones adicionales cuando se necesiten. Igualmente, durante la fase de explotación de la instalación eléctrica habrá que comprobar la eficacia de las medidas correctoras establecidas.

El adecuado desarrollo de las actuaciones proyectadas en el presente estudio requiere una vigilancia y seguimiento a tres niveles: durante la etapa previa a la ejecución de las obras, durante las obras y en la fase de explotación.

Fase I. Seguimiento durante la etapa previa de la ejecución de las obras

En esta fase es necesario comprobar, antes de que se inicien las obras, la correcta ubicación de los préstamos y vertederos, de los parques de maquinaria, de los desmontes necesarios para la ubicación de las pistas secundarias, de los edificios asociados previstos en el proyecto y de las instalaciones auxiliares de obra, así como que las actuaciones a realizar se ajustan a lo previsto en el proyecto, tanto en su tipología como en las áreas a ocupar.

También se cuidará de que el comienzo de las obras tenga lugar en las fechas indicadas a tal efecto.

Fase II. Seguimiento durante la fase de ejecución de las obras

Durante las obras debe asegurarse la correcta realización de las actuaciones correctoras reseñadas en este estudio, supervisando las incidencias que puedan surgir durante esta fase y rectificando el curso de las actividades cuando no se ajusten a las medidas correctoras establecidas. Este seguimiento debe realizarse sobre el desarrollo de la obra en sí y sobre las actuaciones que implican la ejecución de las medidas correctoras (revegetación, repoblaciones, adecuada ejecución e integración ambiental de préstamos y vertederos, colectores, etc.).

Todas aquellas actuaciones que pudieran incidir negativamente sobre las aguas de los cauces fluviales, y sobre la calidad ambiental general del entorno, deberán evitarse, procediéndose previamente al adecuado deslinde de los terrenos afectados por el dominio público hidráulico del área del embalse y de los cauces, según lo

indicado en la Ley de Aguas (Ley 29/1985) y en los Reglamentos que la desarrollan. El deslinde deberá ir acompañado del amojonamiento de estos terrenos.

Antes de emprender la ejecución de las medidas correctoras se deberá comprobar que no ha habido cambios en las actuaciones previstas en el proyecto, tales como proyectos reformados, que modifiquen la calidad o cantidad de las actuaciones de integración ambiental diseñadas en este Estudio de Impacto Ambiental y en el Proyecto. En el caso de que hubiera cambios o un proyecto reformado, se deberán habilitar las correspondientes modificaciones en las medidas correctoras, o implementar otras nuevas, de tal manera que se reduzca al máximo el impacto ambiental de las nuevas actuaciones.

Se comprobará que, tanto en su origen como en sus características, las tierras vegetales son aptas para su utilización posterior en los recubrimientos de las zonas a revegetar. Se

controlarán asimismo las áreas de acopio y los procesos de almacenaje de las tierras vegetales, para lo cual se analizarán dichas áreas con el fin de determinar la idoneidad de los emplazamientos y de los procesos de mantenimiento (apilamientos, siembras provisionales, etc.).

Una vez estén terminadas las obras en las zonas a recubrir con tierras vegetales, se verificará el proceso de recubrimiento, controlando especialmente el grado de humedad del suelo, que debe ser aceptable, y la presencia de elementos extraños.

Durante el período de construcción se supervisarán la colocación de los elementos que eviten impacto a la avifauna, en concreto, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

En apoyos de alineación de simple circuito:

- ❖ No se instalarán aisladores rígidos.
- ❖ Las crucetas serán preferentemente de tipo bóveda, salvo que se justifique técnicamente.
- ❖ La distancia entre fases será como mínimo 150 cm

- ❖ La distancia mínima entre conductores y cruceta será de 35 cm

En apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y otros apoyos especiales:

- ❖ La distancia entre fases será como mínimo 150 cm
- ❖ En las crucetas se dispondrán medidas disuasorias eficaces de posada para las aves. En su defecto, todos los puentes de los apoyos de amarre, derivación, seccionamiento y otros apoyos especiales deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión y se recubrirá la parte del conductor que llega a la cadena de aisladores de modo que se consiga la distancia total de 70 cm.

❖ No se podrán colocar puentes por encima de la cabecera de los apoyos, salvo que técnicamente se justifique su necesidad, en cuyo caso deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión.

En apoyos de Centro de Transformación:

- ❖ Las autoválvulas se colocarán por debajo de la cabecera del apoyo.
- ❖ No se utilizarán explosores.
- ❖ En los centros de transformación, se podrán colocar aisladores de apoyo por debajo de la cabeza del poste.
- ❖ En las crucetas se dispondrán medidas disuasorias eficaces de posada para las aves. En su defecto, todos los puentes de los apoyos deberán estar recubiertos por un material que impida el contacto directo de las aves con las partes en tensión y se recubrirá la parte del conductor que llega a la cadena de aisladores de modo que se consiga la distancia total de 70 cm. Cuando no se adopten cualquiera de estas medidas la distancia entre conductores y apoyo será como mínimo de 35 cm, de al menos 100 cm entre los elementos en tensión y la cruceta de amarre y de 70 cm entre conductores sin recubrimiento y cruceta del apoyo.

En el tendido de los conductores:

❖ En función de la densidad de paso de aves y/o presencia de especies protegidas, aquellos tramos de las líneas en que se precisa la señalización se realizará mediante espirales salvapájaros, balizas u otro tipo de señalizadores visuales por cada 10 metros lineales, distribuidos a tresbolillo en los tres conductores, de forma que en un mismo conductor se sitúen cada 30 metros

Fase III. Seguimiento durante la etapa de explotación (control operacional)

Este puede ser el proceso más complejo dentro del programa de vigilancia ambiental, tanto por su amplitud en el tiempo como por los considerables costes añadidos que implica.

No obstante, es de vital importancia su realización, ya que es el período en el que se pueden cuantificar adecuadamente los impactos que provoca la obra y, especialmente, porque permitirá detectar las afecciones no previstas inicialmente. Como resultado de esta tercera fase de seguimiento, se adoptarán las medidas correctoras complementarias que sirvan para minimizar definitivamente los impactos ambientales que se detecten.

Esta fase deberá comenzar con la verificación final de la correcta aplicación de las medidas correctoras contenidas en este Estudio de Impacto Ambiental y en el Proyecto, y a partir de ello se elaborará un plan de seguimiento detallado para la fase de explotación. Las actuaciones que deberán necesariamente realizarse durante esta fase, se enumeran a continuación:

Se realizará el seguimiento de la efectividad de las plantaciones, durante un período mínimo de tres años, subsanando las deficiencias que vayan observándose.

En lo que respecta a la fauna, se realizará un estudio sobre la evolución y estado de sus poblaciones, atendiendo básicamente a su relación con la calidad del agua y el caudal disponible.

Con referencia a los vertebrados, se constatará la eficacia de las medidas correctoras llevadas a cabo: revegetación con especies autóctonas para regenerar

los hábitats incidencia producida por los tendidos eléctricos ejecutados, baja incidencia de los ruidos y del trasiego humano, mantenimiento del caudal mínimo en los cauces, etc.

**f) MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE
EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADO. CONCLUSIÓN FINAL**

Según la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía, este proyecto está englobado en el grupo 4 del Anexo V de la misma, apartado c) "Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el Anexo IV) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas, por lo que deberá ser sometido a una Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada.

Con lo expuesto en el presente documento creemos dar información suficiente sobre el posible impacto sobre el medio ambiente, que pueda suponer la instalación de la Línea prevista, así como de las medidas preventivas y correctoras diseñadas para que el citado impacto sea nulo o se minimice hasta niveles imperceptibles.

Autor del D.A.S.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

DOCUMENTO NUMERO 2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1. DOCUMENTO NUMERO I MEMORIA**
- 2. DOCUMENTO NUMERO II PLANOS**
- 3. DOCUMENTO NUMERO III PLIEGO DE CONDICIONES**
- 4. DOCUMENTO NUMERO IV MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

SEGURIDAD Y SALUD I MEMORIA.

OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación y conservación, entreteniéndolo y manteniéndolo, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción.

El mismo se realiza en virtud del Artículo 4. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras.

1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a) Que **el presupuesto de ejecución** por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a **450.759,08€** (75.000.000 pesetas)

b) Que la **duración estimada sea superior a 30** días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d) Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. 2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el

apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

Con la elaboración de este estudio de Seguridad y su aplicación, se pretenden conseguir los siguientes

objetivos:

- Establecer unas Normas de Actuación basadas en el estudio de las características propias de la obra encaminada a eliminar los riesgos técnicos derivados de los trabajos que se han de realizar y de las actuaciones humanas peligrosas, con el fin principal de reducir accidentes y sus consecuencias.
- Crear la Organización necesaria y dictar las Normas particulares que hagan aplicable en la práctica las Disposiciones Legales de carácter general existentes en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Dar cumplimiento a lo exigido en las "Instrucciones" y Normas sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.

Merecen mención especial los aspectos relativos a la seguridad del tráfico rodado y peatonal de la zona durante la ejecución de las obras. A este respecto, este estudio recoge las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra, así como a los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento, incidiendo así plenamente en el ámbito de la señalización, balizamiento y, en su caso, defensa de las obras viales.

1.1 ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA

En aplicación del Estudio de Seguridad y Salud, **el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud** en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

El objeto de las obras es la ejecución de los siguientes elementos:

Línea área / subterránea 20 KV S/C P.P. SUS MOT 8 EN EL T.M. DE MOTIL
GRANADA

2.2 .PLAZO DE EJECUCION Y MANO DE OBRA.

Se ha previsto una duración de las obras de ocho (8) meses.

El número de trabajadores que se prevé en los momentos de mayor intensidad laboral es de unos 9 .

2.3 .RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Las principales unidades que componen la obra son:

- Acondicionamiento del terreno
- Apertura de zanjas canalizaciones y cimentaciones de apoyo.
- Ejecución de red subterránea de M.T.
- Ejecución red de M.T aérea.
- Centros de transformación
- Montaje de aparamenta eléctrica.

3. ANÁLISIS DE LAS FASES DE TRABAJO PELIGROSAS.PRECAUCIONES CON RELACIÓN A LOS RIESGOS.

3.1. RIESGOS EN EL AREA DE TRABAJO.

Siguiendo las unidades constructivas en las se ha dividido el estudio se pueden distinguir las siguientes operaciones y riesgos:

- **MOVIMIENTOS DE TIERRAS**
- La realización de esta fase supone:
 - o Descarga.
 - o El transporte e izado de materiales.
 - o Empleo de maquinaria pesada.
 - o Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas, y neumáticas.

Las condiciones de ejecución de estos trabajos y el empleo de los medios materiales y humanos necesarios para la realización, hacen previsibles los riesgos siguientes:

- Golpes, caída de personas o materiales por:
 - o Desprendimiento de tierras
 - o Almacenamiento defectuoso de materiales en plataformas elevadas.
 - o Rotura de herramientas, mangos, etc.
- Golpes y cortes por:

- o Manejo de herramientas manuales o mecánicas.
 - o Proyección de partículas desprendidas por las máquinas de arranque de material o de herramientas defectuosas.
- Golpes, caídas de materiales o personal por:
 - o Fallo del mecanismo por falta de mantenimiento apropiado.
 - o Atropellos por máquinas o vehículos.
 - o Vuelco de maquinaria
 - o Atrapamientos.
 - o Ruidos y/o vibraciones.
 - o Polvo.

- **CIMENTACIONES**

Los riesgos más significativos son:

- o Cortes y golpes
- o Caídas de altura
- o Polvo
- o Proyección de partículas a los ojos
- o Ruido
- o Desprendimientos de tierras
- o Vuelco de vehículos
- o Afecciones en la piel
- o Vibraciones

- **ESTRUCTURAS**

Los riesgos más significativos son los siguientes:

- o Caídas de altura
- o Cortes o golpes
- o Electrocuciiones
- o Sobreesfuerzos
- o Proyección de partículas a los ojos
- o Quemaduras

- **INSTALACIONES**

La realización de esta fase supone:

- o Descarga.
- o El transporte e izado del material.
- o El empleo de grúas y cabrestantes como medios de elevación.
- o Trabajos y desplazamientos de personas en zanjas y sobre ellas, sobre andamios y pasarelas provisionales.
- o Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas y neumáticas.
- o Trabajos de soldadura eléctrica.

Las condiciones de ejecución de estos trabajos y el empleo de los medios materiales y humanos necesarios para realizarlos, hacen previsibles los riesgos siguientes:

- Caída de materiales durante el transporte en obra por:
 - o Mala colocación de la carga.
 - o Sujeción insuficiente o mal efectuada.
 - o Vehículo en deficientes condiciones de funcionamiento.
 - o Pistas en mal estado.
 - o Conducción imprudente.
- Caída de materiales durante el izado por:
 - o Roturas de eslingas por sobrecarga o mal estado de conservación.
 - o Defectuoso embragado de las piezas a izar.
 - o Fallo de los medios de elevación, por sobrecarga o defecto de funcionamiento.
 - o Fallo del terreno sobre el que se apoyan las grúas.
 - o Fallo del anclaje en caso de cabrestantes.
- o Trabajar las piezas que se están izando con obstáculos interpuestos en el camino que han de recorrer. Riesgos derivados de la necesidad de efectuar maniobras en las cuales el operador de la máquina no ve el recorrido de la pieza que esta izando.

Por órdenes confusas o incorrectas.

- o Por interferencias entre radio-teléfonos.
- o Por fallo de las suspensiones provisionales.

- o Defectuosa situación de cáncamos.
- o Fallo de la coordinación en maniobras combinadas.

Por trabar las piezas al tener que introducirlas por espacios estrechos.

- Caída de personas desde altura por:
 - o Desplazamiento sobre tubos o pasarelas sin protección.
 - o Trabajos sobre andamios mal contruidos o carentes de protección.
 - o Por rotura de andamios o pasarelas a causa de sobrecarga.
 - o Por existencia de huecos al vacío carentes de protección.
 - o Por ser desplazados por movimientos imprevistos de cargas suspendidas debido a falsas maniobras.
 - o Por desplazamientos por escaleras defectuosas.
 - o Por no utilizar los medios individuales de protección.
 - o Por accesos deficientes sin protección.
 - o Por carencia de protección.
- Golpes, caída de personas o de materiales por:
 - o Almacenamiento defectuoso de materiales en plataformas elevadas.
 - o Abandono de materias y herramientas sobre vigas, pasarelas y andamios.
 - o Roturas de herramientas, mangos, etc.
- Golpes y cortes por:
 - o Manejo de herramientas manuales y mecánicas.
- Quemaduras por:
 - o Radiaciones de soldadura.
 - o Manejo de sopletes y otras fuentes de llama.
- Incendios por:
 - o Existencia de lonas, plataformas de madera u otros materiales combustibles en las proximidades de tajos donde se efectúan trabajos de soldadura u oxicorte.
- Golpes, caídas de material o personal por:
 - o Rotura de cables o cadenas de tracteles o pull-lifts sometidos a sobrecarga.
 - o Fallo del mecanismo por falta de mantenimiento apropiado.
 - o Atropellos por máquinas y vehículos.
 - o Ruidos y /o vibraciones
 - o Atrapamientos.

- o Polvo.
- o Dermatitis por el cemento.
- o Obras accesorias, y señalización.

La realización de esta fase supone:

- o Descarga.
- o El transporte e izado del material.
- o Empleo de herramientas mecánicas, eléctricas y neumáticas.
- o Trabajos de soldadura eléctrica.
- o Apriete de tornillos y comprobación de par.
- Golpes y cortes por:
 - o Manejo de herramientas manuales y mecánicas.
 - o Proyección de partículas desprendidas por las máquinas de arranque de material o de herramientas defectuosas.
- Quemaduras por:
 - o Radiaciones de soldadura.
 - o Manejo de sopletes y otras fuentes de llama.
- Atropellos por máquinas o vehículos.

3.2. *RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.*

Son los que se derivan de la posibilidad de proyección de materiales sobre personas y vehículos.

En evitación de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en la carretera a las distancias reglamentarias del entronque con ella.

Se indicará de acuerdo con la normativa vigente el cruce de pista con la carretera, tomándose las adecuadas medidas de seguridad.

Se indicarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

3.3. RIESGOS FUERA DEL ÁREA DE TRABAJO.

En este punto se establecen las normas de actuación para aquellos aspectos que superan al ámbito del área de trabajo pero que son fundamentales en la prevención y evitación de accidentes. Pueden resumirse en dos capítulos:

Actuación sobre el factor técnico. Actuación sobre el factor humano.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES.

La prevención de los mismos se efectuará conforme a lo dispuesto en este estudio y en particular en lo referente el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Adoptándose la disposición definitiva según los equipos y medios de que disponga, el adjudicatario está obligado a la elaboración del Plan de Seguridad y Salud según su propio sistema de ejecución en el que se evalúen la eficacia de las medidas preventivas y protecciones, respecto a las aquí recogidas y en especial cuando se proponen medidas alternativas.

• MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Toda excavación de profundidad superior a 1,50 m se realizará con un talud cuya pendiente vendrá determinada por las características y el estado del terreno o, en su caso, se entibará.

Los vehículos involucrados en trabajos de este tipo estarán provistos de cabina antivuelco.

Los bordes de las excavaciones se mantendrán libres de materiales, escombros, herramientas y cualquier otro material suelto que pudiera caer al interior de la misma.

Las tierras procedentes de la excavación serán retiradas a medida que se produzcan. Si no fuera posible retirarlas hasta la finalización del trabajo, se acopiarán a una distancia del borde no inferior a la profundidad de excavación.

En las excavaciones con riesgos de caídas de personal o maquinaria se colocará una barandilla perimetral, y en las que no exista dicho riesgo se señalizará con cinta de balizamiento.

Durante los trabajos de excavaciones ejecutados por medios mecánicos no permanecerá personal en el fondo de la excavación, ni en el radio de acción de la máquina. Será responsabilidad del maquinista y del encargado el cumplimiento de esta medida.

Todo el personal utilizará casco de protección y calzado de seguridad.

- **CIMENTACIONES**

Se cumplirán las medidas de prevención correspondientes.

Se protegerán los extremos de la ferralla que presente riesgo de punzonamiento por caídas sobre ellas, no dejando las puntas verticales desnudas.

Durante los trabajos de desencofrado se procederá a la eliminación de todos los clavos desnudos existentes en las maderas. Para ello en cada equipo de encofradores se designará una persona para dicha función.

Todo el personal utilizará casco de protección, guantes y calzado de seguridad.

- o **INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de los circuitos, mecanismos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

Trabajos sin tensión:

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro»:

1ª Desconectar.

2ª Prevenir cualquier posible realimentación.

3ª Verificar la ausencia de tensión.

4ª Poner a tierra y en cortocircuito.

5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión: 1º Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

2º Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.

3º Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte. 4º Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.

- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.

Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
 - o Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - o Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
 - o Las pértigas aislantes.
 - o Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - o Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- las características del trabajo y de los trabajadores
- la tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidades adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico,
- Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido,
- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de los mismos.

De los EPI's necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

- a) Marcas obligatorias:
 - o Símbolo (doble triángulo)
 - o Nombre, marca registrada o identificación del fabricante
 - o Categoría, si procede
 - o Talla
 - o Clase
 - o Mes y año de fabricación
 - o Marca
- b) Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:
 - o Una banda rectangular, o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.
- c) Recomendaciones para la utilización de los guantes:
 - o Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

4.1 ACTUACIÓN SOBRE EL FACTOR TÉCNICO.

4.1.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Todos los trabajos sin exclusión de especialidades o categorías están obligados a utilizar y conservar las prendas de protección individuales que sean de aplicación al trabajo que se haya de realizar.

El Adjudicatorio, entregará a su personal todos los medios de protección individual necesarios, reponiéndolos en caso de deterioro.

La utilización de estos medios será exigida por los mandos de la obra y por el coordinador de seguridad y salud, tomándose las pertinentes medidas disciplinas en caso necesario.

El personal estará informado de la obligación del uso de estos medios y de cuales ha de emplear en cada momento, a través de las indicaciones de los mandos y del coordinador de seguridad y salud.

Las protecciones individuales en principio previstas son:

- o Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluidos los visitantes.
- o Monos o buzos, no tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
- o Prendas reflectantes.
- o Botas de seguridad de lona (clase III).
- o Botas de seguridad de cuero (clase III).
- o Botas impermeables al agua y a la humedad.
- o Botas dieléctricas.
- o Guantes de cuero.
- o Guantes de goma
- o Guantes de soldador.
- o Guantes dieléctricos.
- o Cinturón de seguridad de sujeción.
- o Cinturón de seguridad de caída.
- o Cinturón antivibratorio.
- o Mascarillas antipolvo.
- o Gafas contra impactos y antipolvo.
- o Protectores auditivos.
- o Pantalla de seguridad para soldador eléctrico.
- o Polainas de soldador.
- o Manguitos de cuero.
- o Mandiles de cuero.
- o Trajes de agua.
- o Gafas de soldadura autógena.

4.1.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.

La evitación de riesgos no se conseguirá únicamente con la adecuada planificación y ejecución de las protecciones individuales. Es necesario por tanto adoptar medidas y elementos protectores de carácter colectivo. Estas protecciones consistirán en señalizaciones de peligro, señalizaciones de zonas inseguras, pasarelas para acceso a los tajos, andamios, zonas de paso protegidas, sistemas adecuados de iluminación, etc.

Las protecciones colectivas en un principio previstas son:

- o Redes o telas metálicas de protección para desprendimientos localizados.
- o Vallas de limitación y protección.
- o Cinta de balizamiento.
- o Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- o Barandillas
- o Señales de tráfico.
- o Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- o Topes de desplazamiento de vehículos.
- o Jalones de señalización.
- o Soportes y anclajes de redes.
- o Anclajes para tubo.
- o Extintores.
- o Interruptores diferenciales.
- o Tomas de tierra.
- o Válvulas anti retroceso en el equipo de soldadura.

4.1.3 PUESTAS EN OBRA DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

En la planificación de obra se ha hecho previsión de las necesidades de protección individuales y colectivas a fin de disponer en el almacén de obra de la cantidad y clase que requiera la carga de personal y la fase de montaje.

4.1.4 REVISIONES DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

El servicio de seguridad se encargará de revisar el estado de los elementos de protección individuales y colectivos, y ordenará la inmediata sustitución o reparación en caso de deterioro.

- Cuando exista una norma UNE, Norma Técnica del Ministerio de Trabajo, o una Recomendación AMYS, para un material determinado, estos deben estar de conformidad con dichas normas.

- Independientemente del control antes de su empleo, es necesario que el material de seguridad sea objeto de revisiones periódicas por personal competentes, completamente al corriente de las condiciones que deben satisfacer. Se llevará un registro de estas revisiones.

ELEMENTOS Y MANTENIMIENTO Y USO:

Casco de seguridad aislante.

La utilización de casco de seguridad aislante es obligatoria para toda persona con riesgos en el curso de su trabajo, bien sea electrificación o de sufrir heridas por caídas de un nivel superior y por caídas de objetos; esto es especialmente aplicable en el caso de las personas que realizan trabajos y maniobras en las instalaciones eléctricas aéreas o en trabajos en estructuras. Ocurre lo mismo cuando las condiciones de trabajo (locales pequeños, zanjas, etc.) acarreen riesgos de golpes.

Gafas de protección.

El llevar gafas de seguridad es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo especial de accidente ocular, tal como: arco eléctrico, partículas materiales, polvos y humos, sustancias gaseosas irritantes, cáusticas o tóxicas, salpicaduras de líquidos, etc.

Guantes aislantes.

Los guantes aislantes deben adaptarse a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

Los guantes aislantes deben ser verificados frecuentemente, y antes de utilizarlos hay que asegurarse de que están en buen estado y no presentan huellas de roturas, ni desgarros, ni agujeros, por pequeños que sean. Todo guante que presente un defecto debe ser retirado.

Los guantes aislantes deben ser conservados en cajas o bolsas de protección y no estar en contacto con objetos cortantes o punzantes.

Cinturón de seguridad.

Un cinturón de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como cuerda de sujeción, y si procede, amortiguador de caídas. Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el cinturón, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso de hebijón de la hebilla.

Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches, si los hay, no están en mal estado; que las hebillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura.

Los cinturones deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

Banqueta aislante y alfombra aislante.

Antes de la utilización, es necesario asegurarse que las patas de la banqueta están sobre una superficie despejada, limpias y en buen estado. La plataforma de la banqueta estará suficientemente alejada de las partes de la instalación puestas a tierra.

Es necesario situarse en el centro de la banqueta o de la alfombra y evitar todo contacto con las masas metálicas.

En ciertas instalaciones donde existe la unión equipotencial entre las masas, no será obligatorio el empleo

de la banqueta aislante si el operador se sitúa sobre una superficie equipotencial, unida a las masas metálicas y al órgano de mando manual de los seccionadores, y si lleva guantes aislantes para la ejecución de las maniobras.

Si el emplazamiento de maniobra no está materializado por una plataforma metálica unida a la masa, la existencia de la superficie equipotencial debe estar señalizada.

Verificador de ausencia de tensión.

Los dispositivos de verificación de ausencia de tensión, deben estar adaptados a la tensión de las instalaciones en las que van a ser utilizados.

Deben ser respetadas las especificaciones y formas de empleo propios de este material.

Se debe verificar, antes de su empleo, que el material esté en buen estado. Se debe verificar, antes y después de su uso, que la cabeza detectora funcione normalmente.

Para la utilización de estos aparatos es obligatorio el uso de guantes aislantes. El empleo de la banqueta aislante o de la alfombra aislante es recomendable siempre que sea posible.

Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.

La puesta a tierra y en cortocircuito o la puesta en cortocircuito de los conductores o aparatos sobre los que se debe realizar un trabajo, debe hacerse mediante un dispositivo especial. Las operaciones se deben realizar en el orden siguiente:

1º. Asegurarse de que todas las piezas de contacto, así como los conductores del aparato, estén en buen estado. 2º. Conectar el cable de tierra del dispositivo.

Sea en la tierra existente en las masas de las instalaciones o en los soportes; Sea en una pica metálica hundida en el suelo. (Al clavar la pica en el suelo, elegir el lugar apropiado para que la tierra sea lo mejor posible: terreno húmedo, no rocoso, etc.

En líneas aéreas sin hilo de tierra y con apoyos metálicos, se debe utilizar el equipo de puesta a tierra conectado equipotencialmente con el apoyo.

3º. Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si está enrollado sobre un torno, para evitar los efectos electromagnéticos debidos a un cortocircuito eventual.

4º. Fijar las pinzas sobre cada uno de los conductores, utilizando una pértiga aislante o una cuerda aislante y guantes aislantes, comenzando por el conductor más cercano.

Algunas veces en instalaciones de B.T., las pinzas pueden ser colocadas a mano, a condición de usar guantes aislantes. Para la fijación de las pinzas, el operador debe mantenerse apartado de los conductores de tierra y de los demás conductores.

Para quitar los dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, operar rigurosamente en el orden inverso.

4. 2 RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

4.2.1 MAQUINARIA

CAMION GRUA

Riesgos y causas:

- o Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo
- o Vuelco del camión-grúa.
- o Atrapamientos por útiles o transmisiones
- o Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- o Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas
- o Aplastamiento por caída de carga suspendida
- o Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas

- o Incendios por sobretensión
- o Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento
- o Atropello de personas.
- o Desplome de la carga.
- o Golpes por la carga a paramentos.

Medidas preventivas:

- o Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- o Las rampas de acceso a los tajos no superarán la pendiente del 20% en prevención de atoramientos o vuelco.
- o Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- o Se prohíbe arrastrar cargas con el camión-grúa.
- o Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- o Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión-grúa a distancias inferiores a 5 m.
- o Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- o Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- o Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- o Suba y baje del camión-grúa por los lugares previstos para ello.
- o Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- o No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- o Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- o No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados.
- o No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- o Levante una sola carga cada vez.

- o Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gastos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- o No abandone la máquina con la carga suspendida.
- o No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- o Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- o Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- o Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- o El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- o Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.
- o El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- o No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- o El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los dos metros del borde de excavaciones o de cortes del terreno.

4.2.2 HERRAMIENTAS (MANUALES, ELÉCTRICA, NEUMÁTICAS, ETC)

SIERRA RADIAL ELECTRICA

Riesgos y causas:

- o Contactos eléctricos directos
- o Anulación de protecciones
- o Conexión mediante hilos desnudos
- o Contactos térmicos
- o Cortes o amputaciones
- o Abrasiones
- o Ruido

Equipos de Protección individual:

- o Calzado de seguridad
- o Protectores auditivos
- o Gafas de seguridad
- o Guantes de cuero
- o Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo

Medidas preventivas:

- o Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.
- o Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc
- o Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.
- o Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.
- o Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la maquina será puesta en conocimiento de un responsable para su retirada.
- o Las labores de mantenimiento y reparación de la maquina, se llevarán a cabo siempre por personal experto.
- o No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.
- o No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.
- o No utilizar la maquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- o Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.
- o Prohibido usar discos deteriorados o rotos.
- o Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.
- o Usar siempre en lugares ventilados.
- o Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

TALADRO PORTATIL

Riesgos y causas:

- o Contactos eléctricos directos
- o Anulación de protecciones
- o Conexión mediante hilos desnudos

- o Contactos térmicos
- o Cortes o golpes por objetos o herramienta
- o Proyección de fragmentos o partículas
- o Rotura de la broca

Equipos de Protección individual:

- o Calzado de seguridad
- o Gafas de seguridad
- o Guantes de cuero

HERRAMIENTAS MANUALES

Riesgos y causas:

- o Quemaduras físicas y químicas.
- o Proyecciones de objetos y/o fragmentos. Ambiente pulvígeno.
- o Riesgo por impericia
- o Caída de las herramientas a distinto nivel
- o Caídas al mismo nivel por tropiezo
- o Caída de objetos y/o de máquinas.
- o Caídas de personas al mismo nivel.
- o Contactos eléctricos directos o indirectos.
- o Cuerpos extraños en ojos.
- o Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- o Ruido.

Equipos de Protección individual:

- o Casco homologado.
- o Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
- o Guantes de cuero.
- o Calzado con puntera reforzada.
- o Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

Medidas preventivas:

Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se

detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos.

Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.

No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.

La desconexión de las herramientas, no se hará con un tirón brusco.

Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.

Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.

En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de P.V.C. y botas de seguridad, así como casco y gafas antiproyecciones, en caso necesario.

4.2.3 MEDIOS AUXILIARES

PLATAFORMA ELEVADORA

Riesgos y causas:

- o Caídas a distinto nivel
- o Vuelco del equipo
- o Caída de materiales sobre personas y/o bienes
- o Caídas al vacío
- o Caída de personas a distinto nivel o mismo nivel
- o Golpes, choques o atrapamientos del operario o de la propia plataforma contra objetos fijos o móviles.
- o Contactos eléctricos directos o indirectos
- o Caídas al mismo nivel

- o Atrapamiento entre alguna de las partes móviles de la estructura y entre ésta y el chasis

Equipos de Protección individual:

- o Casco homologado
- o Calzado con puntera reforzada
- o Cinturón de seguridad

Medidas preventivas:

Características constructivas de seguridad

Fundamentalmente están relacionadas con las características de estructura y estabilidad, la presencia de estabilizadores y las estructuras extensibles.

a) Cálculos de estructura y estabilidad.

El fabricante es responsable del cálculo de resistencia de estructuras, determinación de su valor, puntos de aplicación, direcciones y combinaciones de cargas y fuerzas específicas que originan las condiciones más desfavorables. Asimismo, es responsable de los cálculos de estabilidad, identificación de las diversas posiciones de las PEMP y de las combinaciones de cargas y fuerzas que, conjuntamente, originan las condiciones de estabilidad mínimas.

b) Chasis y estabilizadores.

La plataforma de trabajo debe estar provista de los siguientes dispositivos de seguridad:

Dispositivo que impida su traslación cuando no esté en posición de transporte. (PEMP con conductor acompañante y las autopropulsadas del Tipo 1).

Dispositivo (por ej. un nivel de burbuja) que indique si la inclinación o pendiente del chasis está dentro de los límites establecidos por el fabricante.

Para las PEMP con estabilizadores accionados mecánicamente este dispositivo deberá ser visible desde cada puesto de mando de los estabilizadores. Las PEMP

del tipo 3 deben disponer de una señal sonora audible que advierta cuando se alcanzan los límites máximos de inclinación.

Las bases de apoyo de los estabilizadores deben estar construidas de forma que puedan adaptarse a suelos que presenten una pendiente o desnivel de al menos 10°.

Plataforma de trabajo

Equipamiento

La plataforma estará equipada con barandillas o cualquier otra estructura en todo su perímetro a una altura mínima de 0,90 m. y dispondrá de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas de acuerdo con el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo: Anexo I.A.3.3 y el RD 1215/1997 sobre equipos de trabajo: Anexo 1.1.6. (La norma UNE-EN 280 especifica que la plataforma debe tener un pretil superior a 1,10 m. de altura mínima, un zócalo de 0,15 m. de altura y una barra intermedia a menos de 0,55 m. del zócalo o del pretil superior; en los accesos de la plataforma, la altura del zócalo puede reducirse a 0,1 m. La barandilla debe tener una resistencia a fuerzas específicas de 500 N por persona aplicadas en los puntos y en la dirección más desfavorable, sin producir una deformación permanente).

Tendrá una puerta de acceso o en su defecto elementos movibles que no deben abrirse hacia el exterior. Deben estar concebidos para cerrarse y bloquearse automáticamente o que impidan todo movimiento de la plataforma mientras no estén en posición cerrada y bloqueada. Los distintos elementos de las barandillas de seguridad no deben ser extraíbles salvo por una acción directa intencionada.

El suelo, comprendida toda trampilla, debe ser antideslizante y permitir la salida del agua (por ej. enrejado o metal perforado). Las aberturas deben estar dimensionadas para impedir el paso de una esfera de 15 mm. de diámetro.

Las trampillas deben estar fijadas de forma segura con el fin de evitar toda apertura intempestiva. No deben poder abrirse hacia abajo o lateralmente.

El suelo de la plataforma debe poder soportar la carga máxima de utilización m calculada según la siguiente expresión:

$m = n \times m_p + m_e$ donde:

$m_p = 80 \text{ Kg}$ (masa de una persona)

$m_e \geq 40 \text{ Kg}$ (valor mínimo de la masa de las herramientas y materiales) $n = n^\circ$ autorizado de personas sobre la plataforma de trabajo. Deberá disponer de puntos de enganche para poder anclar los cinturones de seguridad o arneses para cada persona que ocupe la plataforma.

Las PEMP del tipo 3 deben estar equipadas con un avisador sonoro accionado desde la propia plataforma, mientras que las del tipo 2 deben estar equipadas con medios de comunicación entre el personal situado sobre la plataforma y el conductor del vehículo portador.

Las PEMP autopropulsadas deben disponer de limitador automático de velocidad de traslado.

Sistemas de mando:

La plataforma debe tener dos sistemas de mando, un primario y un secundario. El primario debe estar sobre la plataforma y accesible para el operador. Los mandos secundarios deben estar diseñados para sustituir los primarios y deben estar situados para ser accesibles desde el suelo. Los sistemas de mando deben estar perfectamente marcados de forma indeleble de fácil comprensión según códigos normalizados. Todos los mandos direccionales deben activarse en la dirección de la función volviendo a la posición de paro o neutra automáticamente cuando se deje de actuar sobre ellos. Los mandos deben estar diseñados de forma que no puedan ser accionados de forma inadvertida o por personal no autorizado (por ej. un interruptor bloqueable).

Sistemas de seguridad de inclinación máxima

La inclinación de la plataforma de trabajo no debe variar mas de 5° respecto a la horizontal o al plano del chasis durante los movimientos de la estructura extensible o bajo el efecto de las cargas y fuerzas de servicio. En caso de fallo del sistema de

mantenimiento de la horizontalidad, debe existir un dispositivo de seguridad que mantenga el nivel de la plataforma con una tolerancia suplementaria de 5°.

Sistema de bajada auxiliar

Todas las plataformas de trabajo deben estar equipadas con sistemas auxiliares de descenso, sistema retráctil o de rotación en caso de fallo del sistema primario.

Sistema de paro de emergencia

La plataforma de trabajo debe estar equipada con un sistema de paro de emergencia fácilmente accesible que desactive todos los sistemas de accionamiento de una forma efectiva, conforme a la norma UNE-EN 418 Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales.

Sistemas de advertencia

La plataforma de trabajo debe estar equipada con una alarma u otro sistema de advertencia que se active automáticamente cuando la base de la plataforma se inclina más de 5° de la inclinación máxima permitida en cualquier dirección.

Dispositivos de seguridad

Eléctricos

Los interruptores de seguridad que actúen como componentes que dan información deben satisfacer la norma EN 60947-5:1997 (Anexo K: prescripciones especiales para los auxiliares de mando con maniobra positiva de apertura).

Hidráulicos y neumáticos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Los componentes hidráulicos y neumáticos de estos dispositivos y sistemas que actúen directamente sobre los circuitos de potencia de los sistemas hidráulicos y neumáticos deben estar duplicados si el fallo de un componente puede engendrar una situación peligrosa. Los distribuidores pilotados de estos componentes deben estar concebidos e instalados de forma que mantengan la seguridad en caso de fallo de energía, es decir parar el movimiento correspondiente.

Mecánicos

Deben estar concebidos e instalados de forma que ofrezcan niveles de seguridad equivalentes a los dispositivos de seguridad eléctricos. Esta exigencia se satisface por las varillas, palancas, cables, cadenas, etc., si resisten al menos dos veces la carga a la que son sometidos.

4.2.4 OTRAS MEDIDAS FRENTE A RIESGOS ESPECIFICOS

Riesgo de electrocución

Este riesgo se manifiesta en tanto en cuanto las plataformas puedan alcanzar líneas eléctricas aéreas, sean de alta o de baja tensión. Según el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/ 1968), se entiende como tales las de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 kV.

Para prevenir el riesgo de electrocución se deberán aplicar los criterios establecidos en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico; en concreto según indica el Art. 4.2, todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve riesgo eléctrico se debe efectuar sin tensión.

Cuando no se pueda dejar sin tensión la instalación se deben seguir las medidas preventivas indicadas en el Anexo V.A Trabajos en proximidad. Disposiciones generales y lo indicado en el Anexo V.B Trabajos en proximidad. Disposiciones particulares del citado RD 614/2001. Se recomienda, a fin de facilitar la correcta interpretación y aplicación del citado R.D. consultar la correspondiente Guía Técnica elaborada por el INSHT.

Complementariamente, se recomienda consultar la NTP-72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.

4. 3 .ACTUACIÓN SOBRE EL FACTOR HUMANO.

3.3.1 SELECCIÓN Y ADMISIÓN DEL PERSONAL.

Todos los mandos deben tener experiencia en la ejecución de obras similares, así como también el personal obrero fijo de plantilla.

En la contratación de personal eventual se seleccionará con preferencia aquellos que tengan experiencia en montajes, y se dará primordial importancia a que reúnan las condiciones físicas y psíquicas necesarias para este tipo de trabajo.

Se atenderá a lo establecido en el Plan de Medicina y Seguridad, relativo a Reconocimientos, siendo por lo tanto necesario que antes de la incorporación al trabajo, se realice el pertinente reconocimiento médico que permita la declaración de “apto para toda clase de trabajo”, o por el contrario la de “no apto”.

FORMACIÓN Y FACTORES HUMANOS.

En la formación de personal se actuará en dos campos:

- Por medio de Cursos de Seguridad o charlas de mentalización.
- Por medio de Normas o Instrucciones relativas al puesto de trabajo.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear

Se impartirá formación en materia de seguridad y salud en el trabajo, al personal de obra.

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

5. DIRECTRICES GENERALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DORSOLUMBARES.

El Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, encomienda de manera específica los aspectos que se relacionan seguidamente

A efectos de este Real Decreto se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios

trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Las obligaciones generales del empresario serán:

- o El empresario deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de las cargas, en especial mediante la utilización de equipos para el manejo mecánico de las mismas, sea de forma automática o controlada por el trabajador.

- o Cuando no pueda evitarse la necesidad de manipulación manual de las cargas, el empresario tomará las medidas de organización adecuadas, utilizará los medios apropiados o proporcionará a los trabajadores tales medios para reducir el riesgo que entrañe dicha manipulación. A tal fin, deberá evaluar los riesgos tomando en consideración los factores indicados en el Anexo del Real Decreto y sus posibles efectos combinados.

- o Deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la manipulación manual de las cargas, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del Real Decreto. En particular, proporcionará a los trabajadores una formación e información adecuada sobre la forma correcta de manipular las cargas y sobre los riesgos que corren de no hacerlo de dicha forma, teniendo en cuenta los factores de riesgo que figuran en el Anexo del Real Decreto.

- o La información suministrada deberá incluir indicaciones generales y las precisiones que sean posibles sobre

el peso de las cargas y, cuando el contenido de un embalaje esté descentrado, sobre su centro de gravedad o lado más pesado.

6. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

- Botiquines.

Se prevé la instalación de varios botiquines de obra para primeros auxilios.

Los botiquines contendrán el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en

el Trabajo.

- Asistencia a accidentes.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

- Reconocimiento médico.

Como ya se ha dicho, todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento previo al trabajo.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución, sino de fuentes, pozos, etc., hay que vigilar su potabilidad. En caso necesario se instalará aparatos para su cloración.

7. SERVICIOS SANITARIOS Y COMUNES.

7.1 .INSTALACIONES MÉDICAS.

Se dispondrá de un local destinado a botiquín central, equipado con el material sanitario y clínico para atender cualquier accidente, y demás funciones necesarias para el control de la sanidad en la obra.

Será obligatoria la existencia de un botiquín en el tajo de aquellas zonas de trabajo que estén alejadas del botiquín central, para poder atender pequeñas curas, dotado con el imprescindible material actualizado.

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

7.2 .INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados. El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios tendrán al menos un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios.

Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

8. **DOCUMENTACIÓN DE QUE CONSTA ESTE ESTUDIO.**

-MEMORIA

-PLANOS.

-PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES.

-PRESUPUESTOS

MEDICIONES. PRESUPUESTO.

CONCLUSIÓN.

Con todo lo expuesto en la presente Memoria, más los documentos que se acompañan (Planos,

Pliego de Condiciones y Mediciones y Presupuesto), se cree queda suficientemente aclarado el alcance y finalidad del presente Estudio de Seguridad y Salud.

En Motril, diciembre de 2.025.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ
ESTUDIANTE INGENIERIA
ELECTRICA
DOCUMENTO 2

TITULO: LÍNEA
AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C
PARA ELECTRIFICACIÓN
P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO
MUNICIPAL DE MOTRIL
(GRANADA)

PAGINA 358

SEGURIDAD Y SALUD II DOCUMENTO .PLANOS.

TELEFONOS
DE
EMERGENCIA

DIRECCION DE LA OBRA



BOMBEROS



POLICIA
NACIONAL



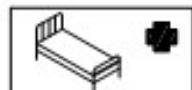
GUARDIA
CIVIL



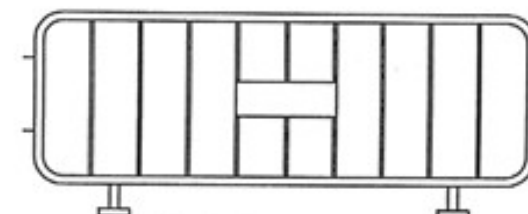
SERVICIO MEDICO
Dr. _____
MEDICO ASISTENCIAL
PARA LA OBRA
Dr. _____



AMBULANCIAS



HOSPITALES



VALLA DE CONTENCION DE PEATONES



OBLIGATORIO
USO DE
CASCO



[DATOS DE LA OBRA]

CARTEL INFORMATIVO



PROHIBIDO EL
PASO A TODA
PERSONA AJENA
A LA OBRA



CINTA DE BALIZAMIENTO (ROJO Y BLANCO)



DETENCION OBLIGATORIA



CEDA EL PASO



OBRAS



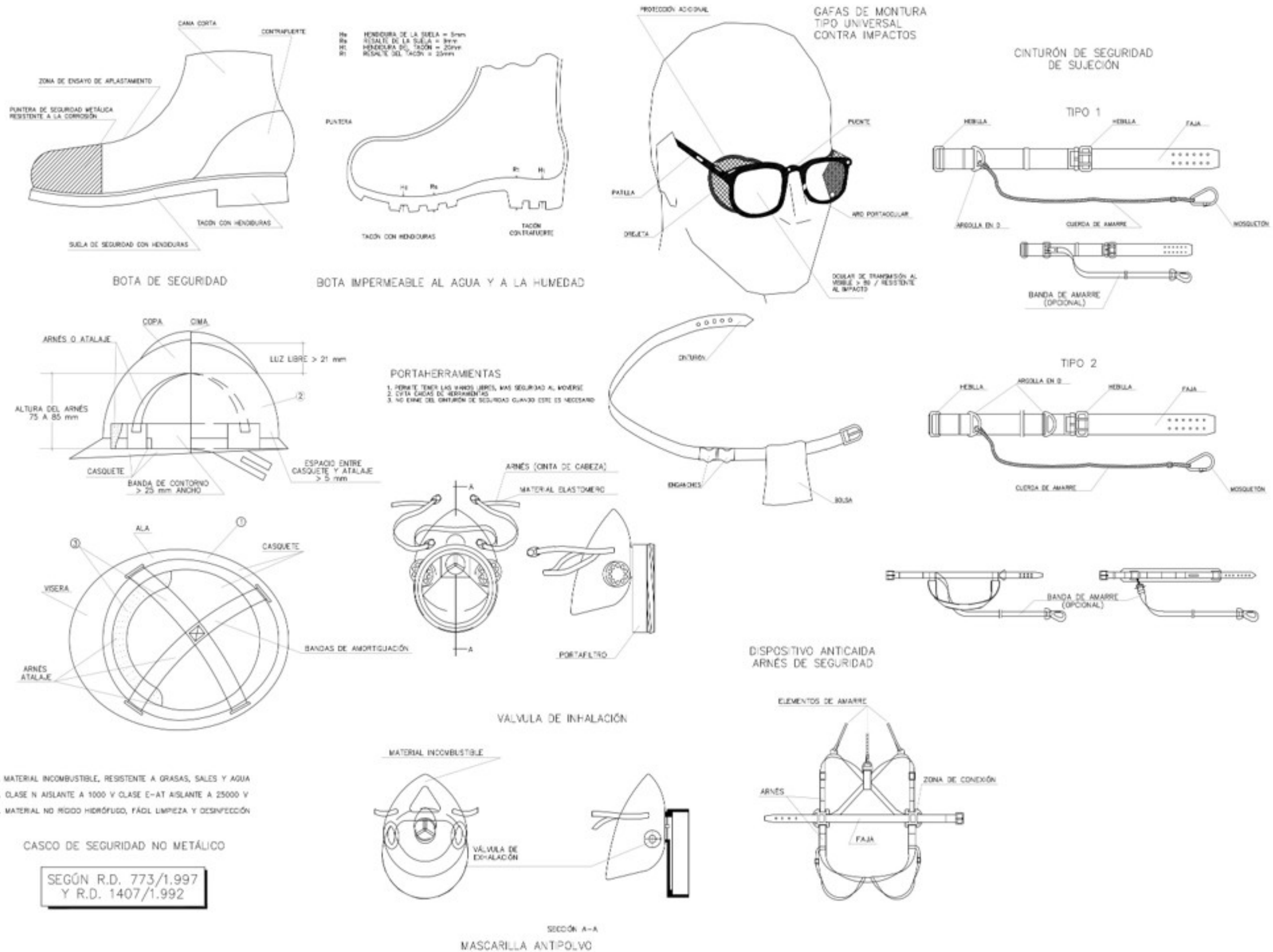
SALIDA DE
CAMIONES



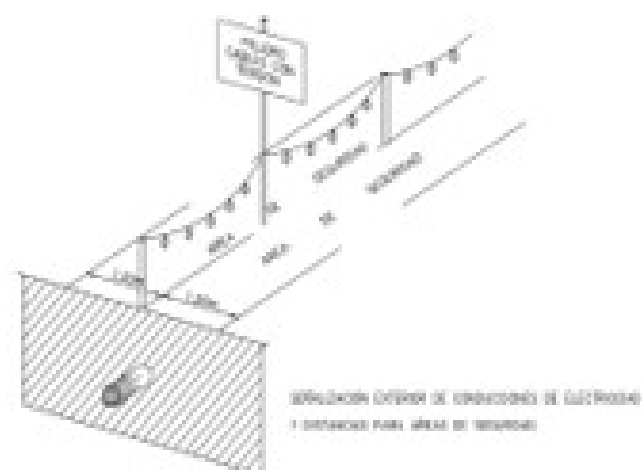
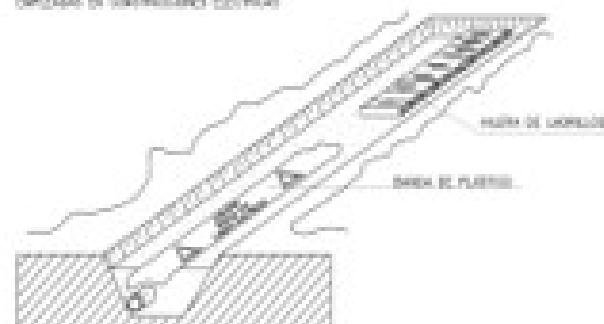
ESTACIONAMIENTO
PROHIBIDO



ESTACIONAMIENTO
PROHIBIDO



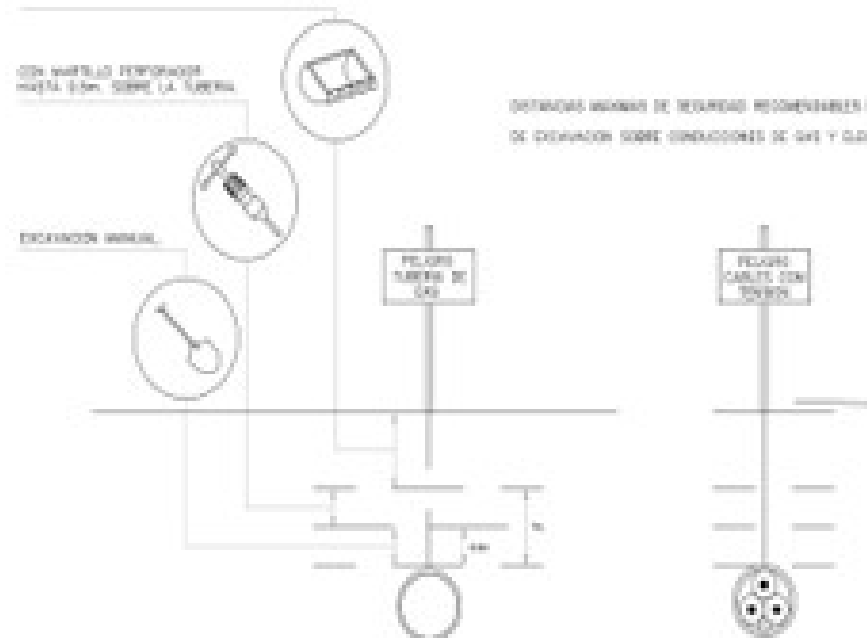
FORMAS MÁS COMUNES DE SOBRECARGAS IMPULSO Y PERICULOS
CAUSADAS EN CONSTRUCCIÓN ELECTRICAS



EXCAVACION CON MAQUINA HASTA
LLEGAR A 10m. SOBRE LA TUBERIA

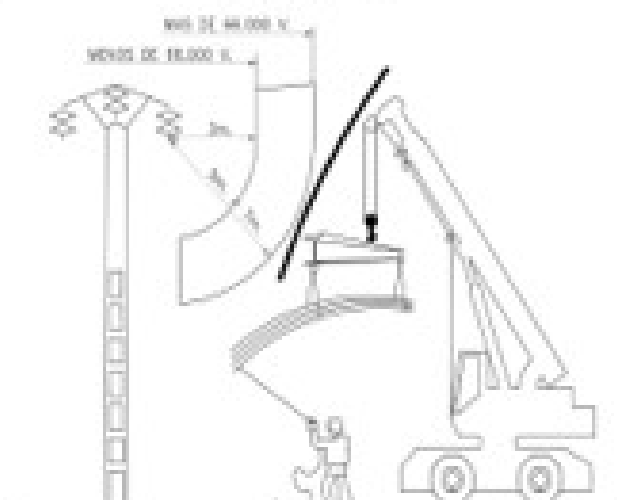
CON MARTILLO PERFORADOR
HASTA 10cm. SOBRE LA TUBERIA

EXCAVACION MANUAL



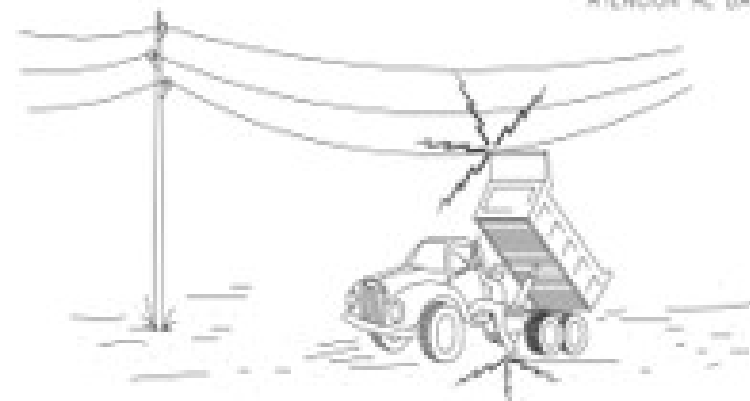
DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD RECOMENDADAS EN TRABAJOS
DE EXCAVACION SOBRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELECTRICIDAD

CONEXIONADO EN OBRA DE UNA OBRA CON RIESGO DE
CONTACTO CON UNA LINEA ELECTRICAS DE ALTA TENSION
Y ACCESO A LA OBRA

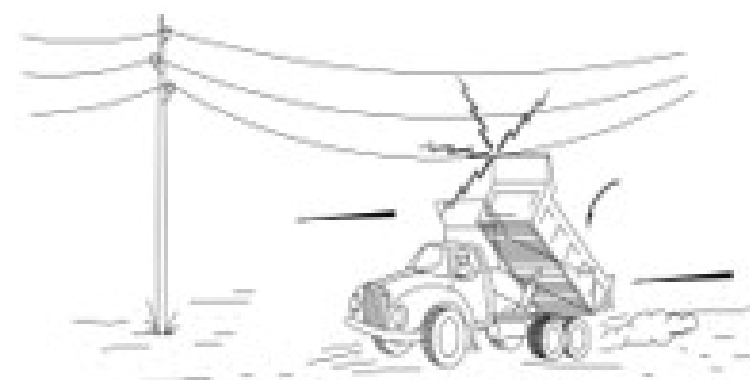


SE SEÑALIZA OFICIALMENTE LA ZONA DE TRABAJO
DE LA ZONA DE PELIGRO

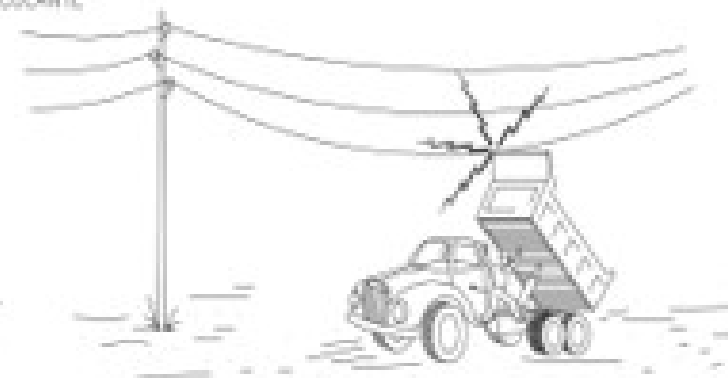
ATENCIÓN AL BASCULANTE



1.- EN NINGUN CASO DESCENDIENDO, GUARDAR LA CÁMERA INCLUIDO SI LOS REANIMADOS COMENZAN A ADOIR, SE QUEDARÁ EN SU PUESTO DE MANDO O EN LA CÁMERA, SEÑALIZANDO A QUE NO ESTE SOBRE LOS RIESGOS DE ELECTROUCION

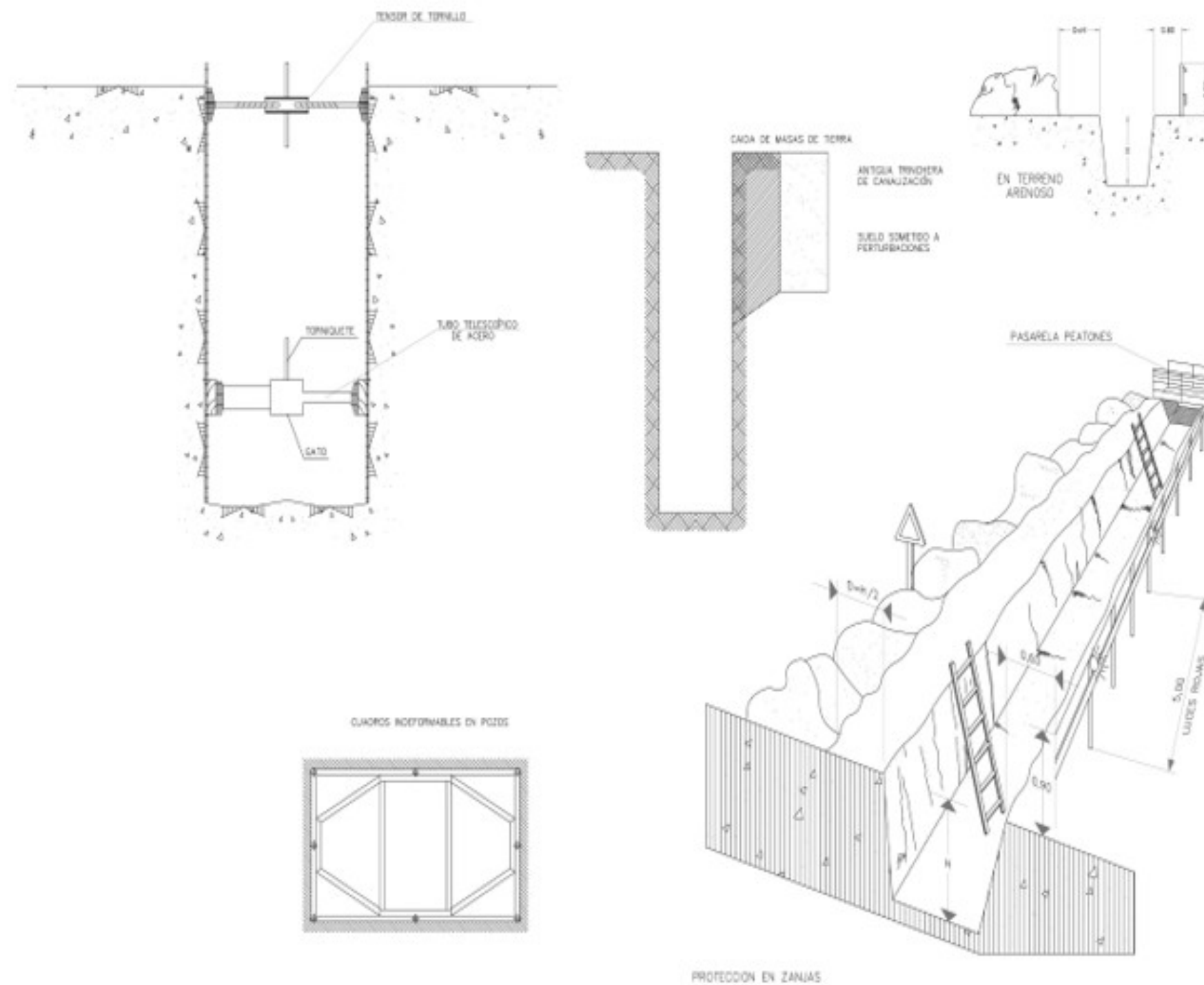


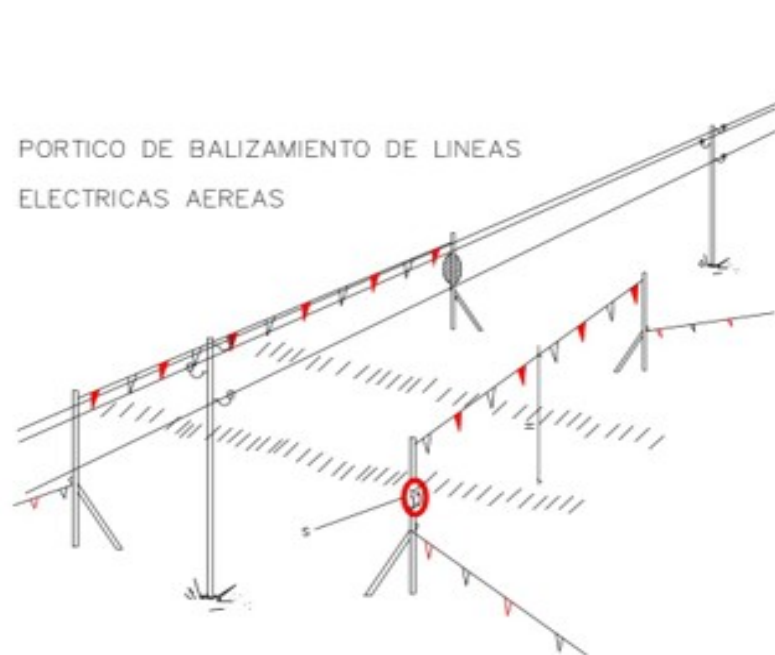
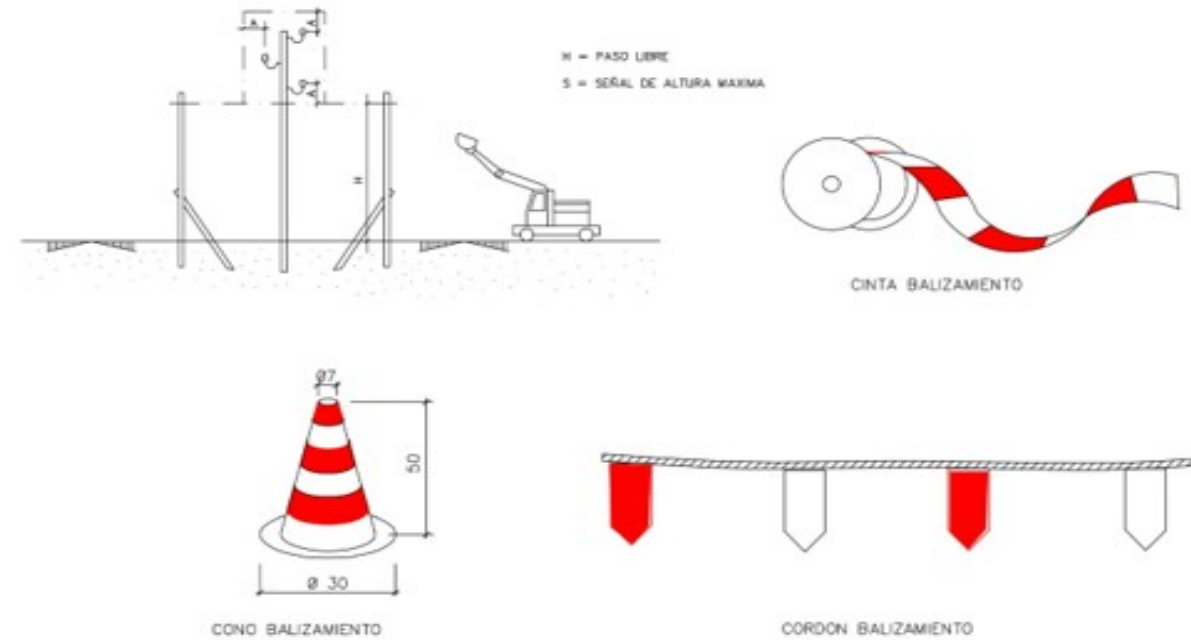
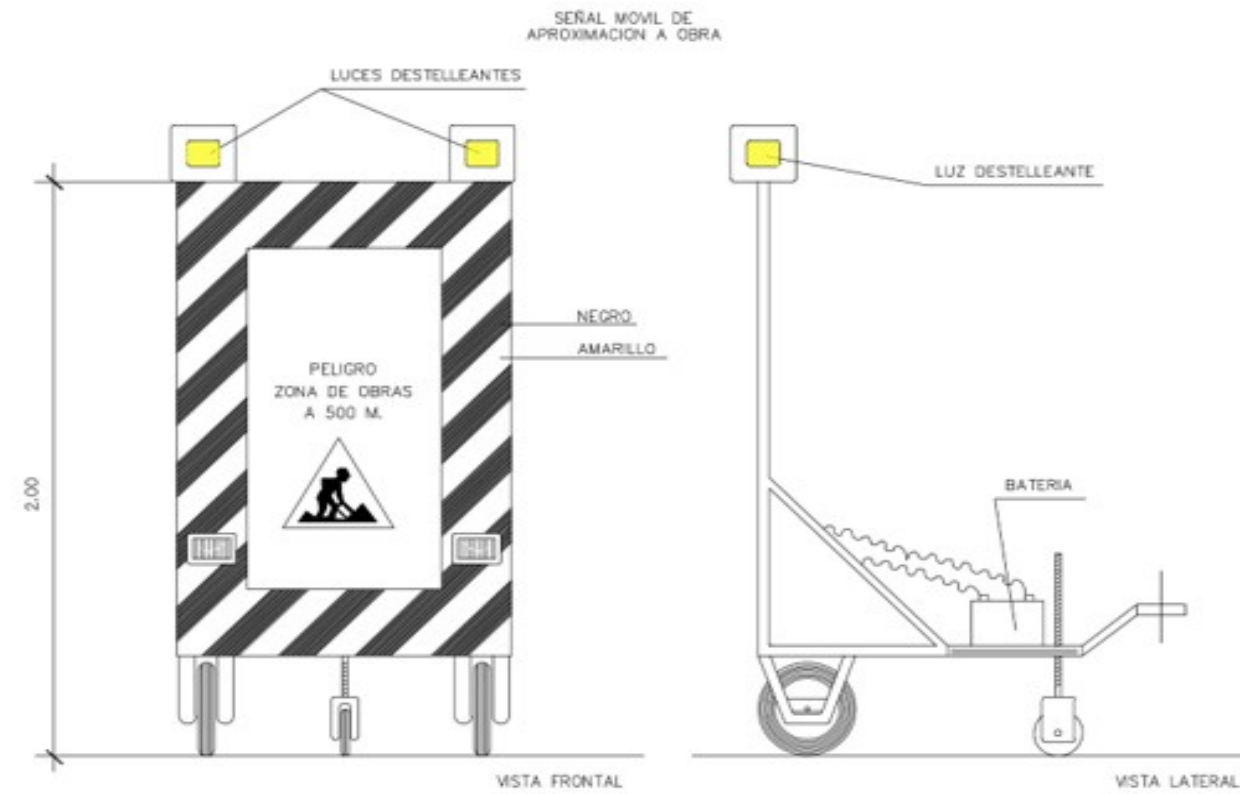
2.- SI EN CONTACTO, NO ABANDONAR LA CÁMERA, INTENTE EN PRIMER LUGAR SALIRSE Y ALCANZAR, HASTA QUE SE ENCUENTRE A UNA DISTANCIA SEGURA



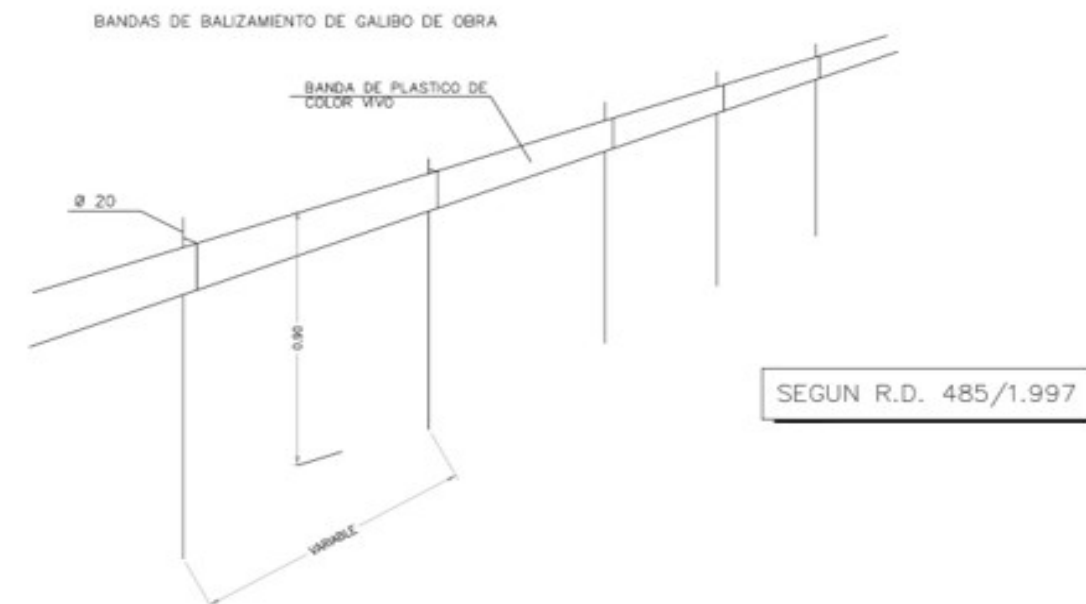
3.- SI ES IMPOSIBLE SEPARAR LA MAQUINA Y EN CASO DE ABSOLUTA NECESIDAD EL CONDUCTOR O MAQUINISTA NO DESCENDIENDO UTILIZANDO LOS MEDIOS HABITUALES, SI NO QUE SALTARÁ LO MÁS LEJOS POSIBLE DE LA MAQUINA CUANDO TOCARLA







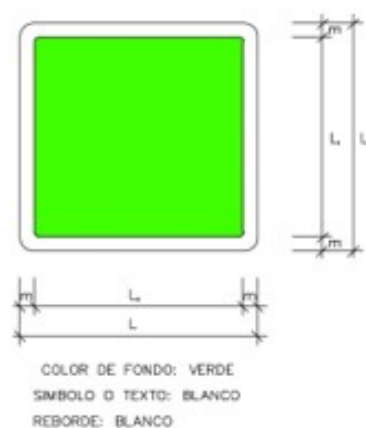
BALIZAMIENTO DE GALIBO DE OBRA



FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICIÓN.

A.- GESTOS GENERALES			B.- MOVIMIENTOS VERTICALES			C.- MOVIMIENTOS HORIZONTALES		
SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION	SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION	SIGNIFICADO	DESCRIPCION	ILUSTRACION
COMIENZO: ATENCIÓN, TOMA DE MANDO	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL, LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.		IZAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO		AVANZAR.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR, LOS ANTE-BRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE HACIA EL CUERPO	
ALTO: INTERRUCCION, FIN DE MOVIMIENTO	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE.		BAJAR.	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CIRCULO		RETROCEDER.	LOS DOS BRAZOS DOBLADOS LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR, LOS ANTE-BRAZOS SE MUEVEN LENTAMENTE ALEJÁNDOSE DEL CUERPO.	
FIN DE LAS OPERACIONES	LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO.		DISTANCIA VERTICAL	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA		HACIA LA DERECHA: CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES.	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.	
D.- PELIGRO								
HACIA LA IZQUIERDA: CON RESPECTO AL ENCARGADO DE LAS SEÑALES.		EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO MAS O MENOS EN HORIZONTAL LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO, HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCION.				DISTANCIA HORIZONTAL.		LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA
PELIGRO: ALTO O PARADA DE EMERGENCIA.		LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.				RAPIDO O LENTO		LOS GESTOS CODIFICADOS RE- PERIDOS A LOS MOVIMIENTOS SE HACEN RAPIDA O LENTA- MENTE RESPECTIVAMENTE.

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE EXTINCION.



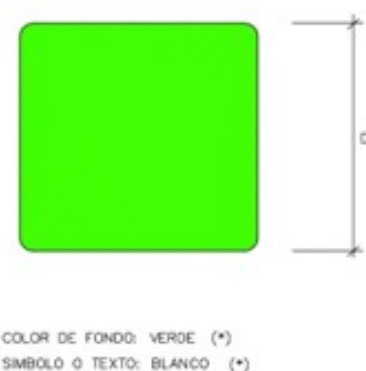
SEÑAL	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)
Nº	B-4-5	B-4-6	B-4-7	B-4-8	B-4-9
REFERENCIA	EXTINTOR	TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA	BOCA DE INCENDIO	PULSADOR DE ALARMA	ESCALERA DE INCENDIOS
CONTENIDO GRAFICO	EXTINTOR	TELEFONO	MANGUERA	PULSADOR	ESCALERA

DIMENSIONES EN mm.		
L	L ₁	m
594	534	30
420	378	21
297	267	15
210	188	11
148	132	8
105	95	5

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SEÑALES DE INFORMACION RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



SEÑAL	(1)	(1)	(3)	(3)
Nº	B-4-1	B-4-2	B-4-3	B-4-4
REFERENCIA	PRIMEROS AUXILIOS	INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA...	LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS	DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS
CONTENIDO GRAFICO	CRUZ GRIEGA	FLECHA DE DIRECCION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION	CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 370

SEGURIDAD Y SALUD III. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS PARTICULARES

1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

La disposición legal básica de aplicación en materia de seguridad y salud en las obras es el REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Además, serán de obligado cumplimiento, en tanto en cuanto no se opongan a lo dispuesto en el mencionado decreto, las disposiciones contenidas en:

- R.D. 1.627/97 de octubre. Por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre. De prevención de Riesgos Laborales. Con especial atención a:
 - Art. 14 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales. Art. 15 Principios de la acción preventiva.
 - Art. 16 Evaluación de riesgos.
 - Art. 17 Equipos de trabajo y medios de protección.
 - Art. 18 Información, consulta y participación de los trabajadores. Art. 19 Formación de los trabajadores.
 - Art. 20 Medidas de emergencia. Art. 21 Riesgo grave e inminente. Art. 22 Vigilancia de la salud.
 - Art. 23 Documentación.
 - Art. 24 Coordinación de actividades empresariales.
 - Art. 25 Protección de trabajadores, especialmente sensibles a determinados riesgos. Art. 29 Obligaciones de los trabajadores, en materia de prevención de riesgos.
 - Art. 30 Protección y prevención de riesgos profesionales. Art. 31 Servicios de prevención.
 - Art. 33 Consulta a los trabajadores.
 - Art. 34 Derechos de participación y representación. Art. 35 Delegados de prevención.
 - Art. 36 Competencias y facultades de los delegados de prevención.

Art. 37 Garantías y sigilo profesional de los delegados de prevención.

- Art. 39 Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud. Art. 40 Colaboración con la Inspección de Trabajo y S.S.

- Art. 42 Responsabilidades y su compatibilidad.

- Art. 43 Requerimientos de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Art. 44 Paralización de trabajo.

- Art. 45 Infracciones administrativas. Art. 46 Infracciones leves.

- Art. 47 Infracciones graves.

- Art. 48 Infracciones muy graves Art. 49 Sanciones.

- Art. 50 Reincidencia.

- Art. 51 Prescripción de las infracciones. Art. 52 Competencias sancionadoras.

- Art. 53 Suspensión o cierre del centro de trabajo.

- Art. 54 Limitaciones a la facultad de contratar con la Administración.

- **R.D. 1215/1.997 de 18 de Julio sobre EQUIPOS DE TRABAJO**

Con especial atención a:

Art. 4 Comprobación de los equipos de trabajo.

Anexo 11.1 Condiciones generales de utilización de los equipos de trabajo. Anexo

11.3 Condiciones de utilización de equipos de trabajo para elevación de cargas.

- R.D 487/1.997 de 14 de Abril sobre manipulación manual de cargas

Con especial atención a:

Anexo Factores de riesgo.

- R.D 773/1.997 de 30 de Mayo sobre utilización por los trabajadores de equipos de protección individual

Con especial atención a:

Art. 7 Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual. Art. 10 Obligaciones de los trabajadores.

Anexo III Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual.

- **O.M. de 18 de Octubre de 1994. Reglamento sobre condiciones**

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 372

técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- **ORDEN MINISTERIAL de 27 de junio de 1997 sobre condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar las actividades de auditorías del Sistema de Prevención.**
- **Código de la Circulación.**
- **Convenio colectivo Provincial de la Construcción.**

1. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzcan un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fechas de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 373

1.1. **PROTECCIONES PERSONALES.**

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74), siempre que existan en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

1.2. **PROTECCIONES COLECTIVAS.**

Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

- Pórticos delimitadores del gálibo.
- Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Vallas de limitación y protección.
- Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.
- Dispondrá de patas para mantener su verticalidad.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Pasillos de seguridad.
- Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea que puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terrenos, capa de arena, etc.)

- Barandillas.

Dispondrá de listón superior a una altura de 90 cm. de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas y llevarán un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 374

- **Redes.**
Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- **Lonas.**
Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.
- **Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes.**
Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- **Interruptores diferenciales y tomas de tierra.**
- La sensibilidad mínima de los interruptores será para alumbrado de 30mA. Y para fuerza de 300mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24v.
- Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.
- **Extintores.**
- Serán adecuados en agente extintor y tamaños al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.
- **Riegos.**
- Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamientos de polvo por el tránsito de los mismos.
- **Señales.**
- Todas la señales se fabricarán bajo las normas 8.1.-I.C. de agosto de 1991 de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales del Ministerio d Obras Públicas.
- **El proceso de fabricación se ajustará en todo a las Normas Oficiales de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas: chapa de acero laminada en frío, galvanizada, con textos y símbolos embutidos en prensas hidráulicas, limpieza y desengrasado mecánico mediante chorro de arena, tratamiento previo, a base de imprimación de butiral polivinilo,**

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 375

aplicado a pistola y con un acabado de las distintas capas de pintura secadas al horno a temperaturas de 2.000C. reflectorizadas.

- Toda la tornillería será cincada, evitando de esta forma la oxidación.

2. RIESGOS PRINCIPALES EN LA ZONA DE TRABAJO, ANÁLISIS Y NORMAS PREVENTIVAS.

Los riesgos principales que puedan aparecer en las zonas de trabajo son los siguientes:

- Riesgos de trabajos en niveles superpuestos.
- Riesgos por interferencias con otras Empresas.
- Riesgos por caída de personal de altura.
- Riesgos por caídas de objetos.
- Riesgos en los desplazamientos verticales.
- Riesgos por huecos al vacío.
- Riesgos por falta de iluminación.
- Riesgos eléctricos.

1.3. ***RIESGOS DE TRABAJOS EN NIVELES SUPERPUESTOS.***

Se evitarán la superposición de tajos mediante:

- o La programación de los trabajos para que no coincidan en la misma vertical o si coinciden lo hagan en el mínimo tiempo posible.
- o El empleo de protecciones resistentes apropiadas, que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical.

1.4. ***RIESGOS POR INTERFERENCIAS CON TRABAJOS REALIZADOS POR TERCEROS.***

Son previsibles las siguientes interferencias con otras empresas:

- o Por tráfico de vehículos en la misma zona de obra.
- o Por acopio de materiales de obra.
- o

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 376

1.5. ***RIESGOS DE CAÍDA DE PERSONAL DESDE ALTURA.***

Para evitar estos riesgos serán de aplicación las siguientes normas:

Los operarios que deban realizar trabajos en altura utilización obligatoriamente cinturón de seguridad adecuado y casco.

Los andamios reunirán las siguientes características:

- Los tablones del piso serán de madera seca, sin nudos ni grietas y con el espesor adecuado al vano. Se colocaran juntos, de madera que formen un piso uniforme, y estarán adecuadamente sujetos para impedir su vuelco ó caída. Se comprobará la resistencia de los tablones antes de ser utilizados.

- Todos los andamios que se utilicen en alturas superiores a dos (2) metros tendrán barandillas resistentes a 0,45 y 0,90m. de altura y rodapié o similar.

Sobre los andamios sólo se almacenará el material imprescindible para asegurar la continuidad del trabajo. El orden y limpieza del andamio serán perfectos.

En el uso de escaleras portátiles de observarán las siguientes normas:

Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza, y los peldaños estarán bien ensamblados y no solamente clavados.

Las escaleras de madera no deberán pintarse salvo con barniz transparente.

La escaleras de mano simples no deben salvar más de cinco metros, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.

Se apoyarán en superficies planas y sólidas, y en su defecto, sobre placas horizontales de suficiente resistencia y fijeza.

Estarán provistas de zapatas, puntas de hierro, grapas y otro mecanismo antideslizante en su pie y de ganchos de sujeción en la parte superior.

Para el acceso a los lugares elevados sobrepasará en un metro los puntos superiores de apoyo. El ascenso, descenso y trabajo se hará de frente a las mismas.

No se utilizarán simultáneamente por dos trabajadores.

Se prohíbe sobre las mismas el transporte a brazo de pesos superiores a 25 Kg.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 377

La distancia entre los pies y la vertical del punto superior de apoyo será la cuarta parte de la longitud de la escalera hasta el punto de apoyo.

- Las escaleras de tijera están provistas de cables o cadenas que impidan su abertura al ser utilizadas y de topes en su extremo superior.

Las escaleras de gato estarán provistas de protección. Los anclajes de estas escaleras aseguran su perfecta estabilidad y permitirán su fácil colocación y retirada.

Los huecos al vacío se protegerán con barandilla o cables y se les pondrá una señalización llamativa. Antes de levantar la rejilla o rejillas de colocará una protección rígida que impida físicamente la caída de personas. Esta protección se ajustará lo máximo posible a las dimensiones del hueco que se vaya a abrir.

1.6. ***RIESGOS DE CAÍDA DE OBJETOS.***

Para evitar la caída de objetos se aplicará la siguiente normativa:

a) Se proveerá a los operarios de recipientes adecuados para el manejo en altura de objetos y herramientas de pequeño tamaño. Estos recipientes dispondrán de un gancho u otro sistema que permita sujetarlos cuando se utilicen en altura.

b) Al utilizar herramientas en altura se atarán para evitar su caída.

c) Las estufas de electrodos se situarán en posición vertical y se atarán.

d) Cerca de los tajos y en las zonas de paso se colocarán suficientes bidones para el vertido de desperdicios.

e) La cuadrilla de seguridad atenderá especialmente la limpieza de las áreas de trabajo.

f) Se programarán los trabajos de forma que no haya superposición de tajos o si los hay, duren el mínimo tiempo posible.

g) Se estudiarán zonas de paso protegidas para el personal.

h) Las zonas de izado de material se acotarán y señalizarán convenientemente para evitar que nadie de sitúe inadvertidamente bajo las cargas. También se acotarán y señalizarán las zonas sobre las cuales se manipulen objetos con riesgo

de caída.

1.7. RIESGOS EN LOS DESPLAZAMIENTOS VERTICALES.

En los izados, cualquiera que sea el apartado de elevación empleado se respetarán las siguientes normas:

- Antes de comenzar la maniobra se comprobará el peso exacto de la pieza, y que tanto la máquina como los elementos auxiliares necesarios para efectuar el izado son capaces de resistir la carga y que se encuentran en perfecto estado de conservación.
- Se comprobará que el embragado de la pieza es correcto y no permite el desplazamiento o caída de la carga.
- El embragado de piezas y la sujeción a estructuras de poleas de reenvío se harán preferentemente por medio de cáncamos y grilletes. Cuando esto no fuera posible, los cables y estrobos se protegerán con cantoneras.
- Se evitará dar golpes a los grilletes, así como soldar sobre ellos o calentarlos. Las mismas precauciones se adoptarán con las poleas.
- Se acotará y señalizará la zona de izado.
- Se comprobará, antes de comenzar la maniobra, que el camino que ha de recorrer la pieza está libre de obstáculos.
- El personal que ordene las maniobras deberá estar especializado. Se evitarán los cambios del personal dedicado a estas tareas.
- El personal dedicado habitualmente a la ejecución de maniobras, dispondrá de tablas e instrucciones que le permitan seleccionar correctamente los elementos adecuados a cada maniobra.
- La maniobras importantes estarán calculadas y supervisadas por un técnico capacitado para ello.
- Para el izado de materiales menudos se emplean recipientes cuya capacidad de carga esté calculada y reflejada de forma bien visible.
- Se prohíbe terminantemente situarse sobre piezas suspendidas.

1.8. RIESGOS PRODUCIDOS POR FALTA DE LIMPIEZA Y ORDEN.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 379

Estos riesgos, caída de materiales, caída de operarios, pinchazos, dificultad de desplazamiento de vehículos, etc., se evitarán con una limpieza constante de los tajos con la existencia de abundantes cubos para recogida de desperdicios, utilizando zonas de acopio adecuadas para materiales de montaje, en las que se almacenarán ordenadamente y en la cantidad mínima imprescindible.

1.9. *RIESGOS PRODUCIDOS POR FALTA DE ILUMINACION.*

Los tajos estarán iluminados con intensidad suficiente para permitir una perfecta visión y de modo que no se produzcan deslumbramientos. La tensión de la corriente de alimentación será la adecuada de acuerdo con las características de conductibilidad del tajo. Como norma general se utilizará la tensión de 24v. en todas las lámparas portátiles.

1.10. *RIESGO ELÉCTRICO PRODUCIDO POR: PORTÁTILES, CUADROS, MANGUERAS, ETC.*

Las portátiles dispondrán de mango aislante y protector metálico para la lámpara. La tensión de alimentación será de 24v. en todos los casos.

Los cuadros serán de intemperie, dotados de puerta hermética, tendrán toma de tierra e interruptores diferenciales.

- Las mangueras se canalizarán por lugares en los que estén resguardadas de golpes o cortes. Se atenderá muy especialmente el mantenimiento en perfecto estado del aislamiento y que no interfiera con cables de izado, de andamios colgantes de soporte provisionales de piezas.

3. RIESGOS EN EL TRANSPORTE.

Los principales riesgos que pueden aparecer en el manejo y transporte de materiales son los siguientes:

Riesgos por carga y descarga.

Riesgos por interferencias con línea eléctrica.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 380

Riesgos por tráfico en zona de obra.

Riesgo por el transporte desde la zona de almacenamiento a la zona de prearmado y montaje.

1.11. ***POR CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES.***

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipulan con ayuda de grúas.

Se prohíbe al personal viajar sobre grúas, plataformas o en la caja de los camiones.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizará las herramientas apropiadas y se eliminará los restos de embalaje que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, los cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

1.12. ***POR INTERFERENCIAS EN POSIBLES LÍNEAS ELÉCTRICAS.***

Cuando se haya de transportar, cargar o descargar materiales en proximidad de líneas eléctricas se adoptarán las siguientes precauciones:

Verificación de la altura de la línea, de la carga y de la altura propia del medio empleado para el movimiento del material.

Estudio previo del posicionamiento de las grúas y de campo de acción. En este estudio se fijarán la altura máxima que puede alcanzar la pluma de la grúa, así como los límites de giro y desplazamiento.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 381

En caso de existir duda sobre la posibilidad de guardar la distancia mínima requerida en cada caso, no se efectuará el trabajo hasta que se haya colocado gálibos que garanticen la imposibilidad de contactos con conductores de baja tensión.

1.13. ***POR TRÁFICO EN LA OBRA.***

Los conductores de vehículos estarán en posesión del correspondiente permiso oficial.

Respetarán las normas y señalizaciones existentes en obra.

Revisarán periódicamente, con la frecuencia que se señale, los distintos mecanismos de sus vehículos, especialmente: dirección, frenos, circuitos hidráulicos e iluminación.

1.14. ***POR TRANSPORTE DE MATERIALES.***

Además de las normas relativas al tráfico se observará que:

El peso de la carga no sobrepasa la capacidad del vehículo.

La carga está debidamente situada y sujeta para impedir su desplazamiento o vuelco del vehículo.

El itinerario el adecuado a las características y peso de la carga a transportar.

Cuando se estime necesario se destinará personal que acompañe al transporte para contar o desviar el tráfico de otros vehículos.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 382

1.15. ***RIESGOS EN HERRAMIENTAS Y MAQUINARIA.***

Los riesgos que se pueden derivar del empleo de herramientas y maquinaria son los siguientes:

Herramientas inadecuadas o en mal estado.

Estado de estrobos, cables y cuerda.

Revisiones y reparaciones de maquinaria.

Grupos de soldadura.

Se realiza a continuación un estudio de cada uno de estos apartados.

1.15.1. **HERRAMIENTAS NO ADECUADA O EN MAL ESTADO.**

Todos los trabajos, tendrán según su especialidad las herramientas más idóneas para la ejecución de cada trabajo.

En el almacén existirán reservas suficientes para sustituir las que se deterioren.

El personal de mantenimiento reparará las herramientas en mal estado.

Se prohibirá el uso de herramientas en mal estado.

La reparación de herramientas se efectuará en el taller de mantenimiento por el personal dedicado exclusivamente a tal fin. Se prohíbe al personal no especializado la reparación de herramientas y máquinas.

1.15.2. **ESTROBOS, CABLES Y CUERDAS.**

Se emplearán, preferentemente, estrobos contruidos en fábrica, de los cuales habrá existencias de reserva en el almacén, de diferentes diámetros y longitudes para poder adaptarse adecuadamente a las exigencias en peso y dimensiones de las cargas a elevar.

Cuando sea necesaria la construcción de estrobos grapados, éstos se harán de acuerdo con la normas existentes.

Los estrobos y cables se protegerán con cantoneras cuando hayan de doblarse o rozar contra aristas vivas.

Se desecharán por inútiles cuando el número de hilos rotos alcancen el límite superior establecido en las normas, cuando haya rotura de un cordón, tenga vicios o cosas que hagan dudar de su resistencia cuando se haya producido la rotura del alma o presenta fuertes oxidantes.

1.15.3. REVISIONES Y REPARACIONES DE MAQUINARIA.

Se efectuarán revisiones periódicas de la maquinaria. El resultado de estas revisiones se reflejará en impresos adecuados para cada máquina. Las revisiones se efectuarán conjuntamente entre el servicio de mantenimiento y el de seguridad.

Las reparaciones necesarias las realizará exclusivamente el personal de mantenimiento o de la casa suministradora.

El operador de la máquina presenciara la reparación y comprobará si es satisfactoria.

1.15.4. GRUPOS DE SOLDADURA.

Los cables de pinza canalizarán de modo que la mayor parte de su longitud constituya una instalación fija.

Las instalaciones estarán dotadas de las correspondientes tierras.

Se vigilará expresamente la correcta canalización de los tramos flotantes de estas instalaciones, los empalmes de los cables conductores y la conservación del aislamiento de los mismos.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 384

4. TRABAJOS EN EXCAVACIONES EN LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN

1.16. **INTRODUCCIÓN**

Se entiende por zanja a una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

Se considera como peligrosa aquella excavación que, en terrenos normales, alcanza una profundidad de 0,8m y 1,3m en terrenos consistentes.

En los trabajos realizados en zanjas se producen en consecuencia accidentes graves debido al desprendimiento de tierras, por ello se adoptarán las medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores.

1.17. **MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de cortes del terreno.

En las excavaciones con zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65m y contramesetas no mayores de 1,3m en cortes ataluzados.

Los productos de la excavación que no puedan retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación (en terrenos normales la mitad de la profundidad de la zanja e igual a esta en terrenos arenosos).

Cuando en los trabajos de excavación se emplean máquinas, camiones... que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimiento de tierras, se tomarán medidas oportunas de refuerzo, balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Siempre que haya un operario trabajando en el interior de la zanja se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de emergencia.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 385

Se reservarán palancas, cuñas, barras, puntales, tablones... para equipo de salvamento así como otros medios que puedan accidentarse.

Si se detectara cualquier anomalía durante la excavación o el trabajo se comunicará inmediatamente para poder tomar las medidas oportunas.

1.18. **CORTES SIN ENTIBACIÓN: TALUDES**

Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin solicitud de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

Mediante la siguiente tabla, se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitudes en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo □ no mayor de 60° y de resistencia de compresión del terreno.

Para ángulos comprendidos entre 60° y 90° (talud vertical), sin solicitud de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse la altura máxima admisible mediante la tabla siguiente:

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 386

<u>RESISTENCIA A</u> <u>COMPRESIÓN SIMPLE</u> Ru en kg/cm²	PESO ESPECÍFICO APARENTE □ en g/cm³				
	2,2	2,1	2	1,9	1,8
0,25	1,06	1,1	1,15	1,2	1,25
0,30	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5
0,40	1,7	1,8	1,9	2	2,1
0,50	2,1	2,2	2,3	2,45	2,6
0,60	2,6	2,7	2,8	2,95	3,1
0,70	3,0	3,15	3,3	3,5	3,7
0,80	3,4	3,6	4	4	4,2
0,90	3,9	4,05	4,45	4,45	4,7
1,00	4,3	4,5	4,95	4,95	5,2
1,10	4,7	4,95	5,3	5,2	5,2
□ 1,20	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
ALTURA MÁXIMA EN METROS					

Como medida de seguridad contra el “venteo” o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65m y contramesetas no mayores de 1,3m.

El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal “S” entre la coronación del corte y el borde de la solicitud sea mayor o igual a los valores “S” de la siguiente tabla.

TIPO SOLICITACIÓN	DE		ÁNGULO DE TALUD
Cimentaciones	□ > 60°		□ < 60°
Vial o acopio equivalente	D		D
	D		D/2

Siendo “D” la altura entre el punto de apoyo de la solicitud y la base de la zanja.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 387

5. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.19. **SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

La empresa constructora dispondrá de los Servicios de Seguridad y Salud que marca la normativa vigente.

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad, en régimen permanente, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeran y para evitar su repetición.

1.20. **SERVICIO MÉDICO.**

La empresa constructora contará con Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

6. COORDINADOR DE SEGURIDAD, FUNCIONES DE LOS DISTINTOS ESTAMENTOS.

La Administración nombrará un Coordinador de Seguridad y Salud de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 1627/1997.

Por su parte, según indica la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, no derogada expresamente por el mencionado Real Decreto, la empresa contratista de la obra constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza laboral de Construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo provincial.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 388

1.21. **OBJETO Y FUNCIONES DEL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El objeto principal del Coordinador de Seguridad y Salud es prevenir los riesgos que se derivan de los trabajos a realizar y de los medios que se empleen para realizarlos.

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

1º. Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los

distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultáneamente o sucesivamente.

2º. Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiera el artículo 10 de este Real Decreto.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 389

Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

JEFE DE OBRA.

En lo que se refiere a Seguridad y salud, las funciones del Jefe de obra se centran en la Organización General de la Seguridad de la obra.

MANDOS INTERMEDIOS DE OBRA.

Vigilancia y aplicación de las normas de seguridad en sus tajos, de acuerdo con las Normas Legales y las decisiones de:

El Comité de Seguridad.

Colaboración con el Técnico de Seguridad.

Asistencia a los cursos de Seguridad que se programen.

Hacer cumplir las Normas de Seguridad al personal bajo su mando.

Cubrir los partes de accidentes del personal a su cargo.

FUNCIONES DEL PERSONAL OBRERO.

Cumplir la Normativa General en materia de Seguridad.

Cumplir las Normas Particulares elaboradas por las Comisiones y el Comité.

Cumplir las indicaciones que, en materia de seguridad, reciba de su mando y del coordinador de seguridad y salud.

Formar parte del Comité de Seguridad.

Asistir a los cursos de Seguridad que se programen.

7. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del estudio de seguridad y salud, el contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 390

complementen las previsiones contenidas en el estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio.

En el caso de que el plan de seguridad y salud sea elaborado en aplicación de este estudio de seguridad y salud, las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total previsto en este estudio.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

El plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración.

En relación con los puestos de trabajo en la obra, el plan de seguridad y salud en el trabajo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos antes expuestos. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas y órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 391

Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la dirección.Motril diciembre de 2025

Juan José Rodríguez

Redactor del TFG

SEGURIDAD Y SALUD IV MEDICIONES Y PRESUPUESTO

VCAPITULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES

01.01	u	PROTECTOR AUDITIVO CASQUETES ALMOHADILLAS REEMPLAZ. PROTECTOR AUDITIVO FABRICADO CON CASQUETES AJUSTABLES DE AL- MOHADILLAS REEMPLAZABLES, R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	20	20,00		
				20,00	20,59	411,80
01.02	u	GAFAS CAZOLETAS CERRADAS PARA SOLDADURA GAFAS DE CAZOLETAS CERRADAS, UNIDAS MEDIANTE PUENTE AJUSTABLE, CON VIDRIOS TRATADOS TÉRMICAMENTE SEGÚN NORMA MT-18, PARA TRA- BAJOS DE SOLDADURA, SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	10	10,00		
				10,00	14,85	148,50
01.03	u	GAFAS CAZOLETAS CONTRA IMPACTOS EN OJOS GAFAS DE CAZOLETAS DE ARMADURA RÍGIDA, VENTILACIÓN LATERAL, GRA- DUABLE Y AJUSTABLES, VISORES NEUTROS, RECAMBIABLES TEMPLADOS Y TRATADOS, PARA TRABAJOS CON RIESGO DE IMPACTOS EN OJOS, SEGÚN R.D.1407/1992. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA	11	11,00		
				11,00	12,25	134,75
01.04	u	CASCO SEG. DIELÉCTRICO POLIETILENO ALTA CASCO DE SEGURIDAD DIELÉCTRICO POLIETILENO ALTA DENSIDAD SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	20	20,00		
				20,00	3,49	69,80
01.05	u	PAR GUANTES PROTEC. ELÉCTRICA CLASE 3 PAR DE GUANTES DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN, 30000 V CLASE 3, FABRICADO CON MATERIAL LÁTEX NATURAL, SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	20	20,00		
				20,00	43,97	879,40
01.06	u	PAR DE BOTAS CAÑA ALTA IMPERM. PLANTILLA Y PUNTERA PAR DE BOTAS DE CAÑA ALTA IMPERMEABLE, PLANTILLA Y PUNTERA METÁ- LICA, FABRICADOS EN PVC, SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	10	10,00		
				10,00	11,46	114,60
01.07	u	ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIAMIDA ARNÉS ANTICAÍDAS DE POLIAMIDA, ANILLAS DE ACERO, CUERDA DE LONGITUD Y MOSQUETÓN DE ACERO, CON HOMBRERAS Y PERNERAS REGULABLES				

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 393

SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.

		20	20,00		
			20,00	60,53	1.210,60
01.08	u	CINTURÓN DE SEGURIDAD POLIÉSTER CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN FABRICADO EN POLIÉSTER, DOBLE ANILLAJE, HEBILLAS DE ACERO GALVANIZADO, CUERDA DE AMARRE DE 1 M DE LONGITUD Y MOSQUETÓN DE ACERO SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.			
		20	20,00		
			20,00	46,43	928,60
01.09	u	CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 MM 50 M			
		15	15,00		
			15,00	85,48	1.282,20
TOTAL CAPITULO 01.....					5.180,25

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 394

CAPITULO 02

PROTECCIONES COLECTIVAS

02.01	m VISERA PROTECCIÓN METÁLICA CAÍDAS OBJETOS CON ANCH. VISERA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS DE OBJETOS CON UNA ANCHURA DE 1,20 M FORMADA POR CHAPA METÁLICA, INCLUSO DESMONTAJE, P.P. DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS PARA SU ESTABILIDAD Y MANTENIMIENTO; SEGÚN R.D. 1627/97. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA	10	10,00		
			10,00	33,00	330,00
02.02	u CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE DE 0,50 M CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE DE 0,50 M, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97, VALORADO EN FUNCIÓN DEL NÚMERO ÓPTIMO DE UTILIZACIONES. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	30	30,00		
			30,00	2,70	81,00
02.03	u LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA SIN PILAS, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	30	30,00		
			30,00	8,08	242,40
02.04	u LÁMPARA INTERMITENTE (SIN PILAS) SOBRE TRIPODE AC. LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA SIN PILAS, SOBRE TRIPODE DE ACERO GALVANIZADO, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	20	20,00		
			20,00	10,31	206,20
02.05	u PILA PARA LÁMPARA INTERMITENTE CON CÉLULA PILA PARA LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA, INCLUSO COLOCACIÓN, VALORADA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO ÓPTIMO DE UTILIZACIONES. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	25	25,00		
			25,00	7,30	182,50
02.06	u HITO BALIZAMIENTO REFLECTANTE (PIQUETAS) 10X28 CM HITO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (PIQUETAS) DE 10X28 CM, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA	20	20,00		
			20,00	4,92	98,40
02.07	m CORDÓN DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE CORDÓN DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, SOBRE SOPORTE DE ACERO DE DIÁMETRO 10 MM, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA.	125	125,00		
			125,00	4,59	573,75

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 2	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 395

02.08	m	VALLA METÁLICA PARA ACOTAMIENTO DE ESPACIOS, ELEM. VALLA METÁLICA PARA ACOTAMIENTO DE ESPACIOS, FORMADA POR ELEMENTOS METÁLICOS AUTÓNOMOS NORMALIZADOS DE 2,50X1,10 M, INCLUSO MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS MISMOS. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA.	150	150,00		
				150,00	1,47	220,50
TOTAL CAPITULO 02						1.934,75
TOTAL						7.115,00

Autor del documento de seguridad y salud.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

DOCUMENTO NUMERO 3 PLIEGO DE CONDICIONES

- 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**
- 2. CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS**
- 3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES ACEPTACIÓN DE LOS EQUIPOS**
- 4. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN**
- 5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS**

1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

I Condiciones Generales

1. OBJETO.

2. CAMPO DE APLICACION.

3. DISPOSICIONES GENERALES.

3.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

3.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

4. ORGANIZACION DEL TRABAJO.

4.1. DATOS DE LA OBRA.

4.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

4.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

4.4. RECEPCION DEL MATERIAL.

4.5. ORGANIZACION.

4.6. EJECUCION DE LAS OBRAS.

4.7. SUBCONTRATACION DE OBRAS.

4.8. PLAZO DE EJECUCION.

4.9. RECEPCION PROVISIONAL.

4.10. PERIODOS DE GARANTIA.

4.11. RECEPCION DEFINITIVA.

4.12. PAGO DE OBRAS.

4.13. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

5. DISPOSICION FINAL.

PLIEGO DE CONDICIONES

Condiciones Generales.

1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de alta tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

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. En particular, deberá cumplir lo dispuesto

en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

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.

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:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

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.

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.

4. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará 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:

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.

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.

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.

4.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL.

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.

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.

4.6. EJECUCIÓN DE LAS 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 a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

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.

4.7. SUBCONTRATACIÓN DE LAS 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 su obligación respecto al Contratante.

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 lo anteriormente indicado, 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.

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 detallados 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.

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 los 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.

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.

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.

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.

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.

Juan José Rodríguez

Redactor del TFG

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así 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, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2. ZANJAS.

2.1. ZANJAS EN TIERRA.

2.1.1. Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

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

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

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se

vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5

cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras

gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

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

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

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

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

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

2.1.2. Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

2.1.2.1. Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

2.1.2.2. Zanja para media tensión en terreno con servicios.

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

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

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

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

2.1.2.3. Zanja con más de una banda horizontal.

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

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

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

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

2.2. ZANJAS EN ROCA.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3. ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10

m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.4. ROTURA DE PAVIMENTOS.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5. REPOSICION DE PAVIMENTOS.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3. GALERIAS.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.1. GALERIAS VISITABLES.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que

permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos

de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2. GALERIAS O ZANJAS REGISTRABLES.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

4. ATARJEAS O CANALES REVISABLES.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

5. BANDEJAS, SOPORTES, PALOMILLAS O SUJECCIONES DIRECTAS A LA PARED.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

6. CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) Para el cruce de ferrocarriles.
- C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

6.1. MATERIALES.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

6.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION.

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

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

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

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

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

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

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

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

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

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

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

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

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

6.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES.

6.3.1. Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente 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 a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. 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 los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

6.3.2. Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente 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 a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

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

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

6.3.3. Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los 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 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente 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 a 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 B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

7. TENDIDO DE CABLES.

7.1. TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA.

7.1.1. Manejo y preparación de bobinas.

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

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

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

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

7.1.2. Tendido de cables.

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

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

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

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

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

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

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

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

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

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

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

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

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse

debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

7.2. TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES.

7.2.1. Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

7.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

8. MONTAJES.

8.1. EMPALMES.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

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

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

8.2. BOTELLAS TERMINALES.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

8.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. $\square$ inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

8.4. HERRAJES Y CONEXIONES.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

8.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS.

8.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

8.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

9. CONVERSIONES AEREO-SUBTERRANEAS.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.

- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.

- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua

(taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

10. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES.

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

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

11. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.

g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.

h) Inspección durante la fabricación / construcción.

i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

12. ENSAYOS ELECTRICOS DESPUES DE LA INSTALACION.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION.

2. EJECUCION DEL TRABAJO.

2.1. REPLANTEO DE LOS APOYOS.

2.2. APERTURA DE HOYOS.

2.3. TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO.

2.4. CIMENTACIONES.

2.5. ARMADO E IZADO DE APOYOS.

2.6. PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS.

2.7. TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.

2.8. REPOSICION DEL TERRENO.

2.9. NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELECTRICO.

2.10. TOMAS DE TIERRA.

3. MATERIALES.

3.1. RECONOCIMIENTO Y ADMISION DE MATERIALES.

3.2. APOYOS.

3.3. HERRAJES.

3.4. AISLADORES.

3.5. CONDUCTORES.

4. RECEPCION DE OBRA.

4.1. CALIDAD DE CIMENTACIONES.

4.2. TOLERANCIAS DE EJECUCION.

4.3. TOLERANCIAS DE UTILIZACION.

Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. EJECUCION DEL TRABAJO.

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

2.1. REPLANTEO DE LOS APOYOS.

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- a) Una estaquilla para los apoyos de madera.
- b) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.
- c) Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

2.2. APERTURA DE HOYOS.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra

comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, ésto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

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

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

2.3. TRANSPORTE, ACARREO Y ACOPIO A PIE DE HOYO.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

2.4. CIMENTACIONES.

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.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm².

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

2.4.1. Arena.

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespato. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm³ de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm³. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm³ se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm³ de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm³. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

- 1 parte de cemento
- 3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm². Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceo y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

2.4.2. Grava.

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

2.4.3. Cemento.

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Prevía autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

2.4.4. Agua.

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

2.4.5. Hormigón.

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m^3 . La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1
Arena: 3
Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

<u>Consistencia</u>	<u>H (cm.)</u>
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

2.4.6. Ejecución de las cimentaciones.

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierteaguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.

c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.

d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.

e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.

f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

2.5. ARMADO E IZADO DE APOYOS.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación

de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

2.6. PROTECCION DE LAS SUPERFICIES METALICAS.

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

2.7. TENDIDO, TENSADO Y ENGRAPADO DE LOS CONDUCTORES.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

2.7.1. Colocación de aisladores.

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

2.7.2. Tendido de los conductores.

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intpestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

2.7.3. Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fué medida. Igualess datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

2.8. REPOSICION DEL TERRENO.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

2.9. NUMERACION DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELECTRICO.

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

2.10. TOMAS DE TIERRA.

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para la hinca del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

2.10.1. Electrodo de difusión.

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm² de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodos y el apoyo.

Los electrodos deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

2.10.2. Anillo cerrado.

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodos de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodos.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm², pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm² de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

2.10.3. Comprobación de los valores de resistencia de difusión.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

3. MATERIALES.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.1. RECONOCIMIENTO Y ADMISION DE MATERIALES.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.2. APOYOS.

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

3.3. HERRAJES.

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

3.4. AISLADORES.

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.5. CONDUCTORES.

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

4. RECEPCION DE OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El 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.

4.1. CALIDAD DE CIMENTACIONES.

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.2. TOLERANCIAS DE EJECUCION.

- Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $D/100 + 10$, expresada en centímetros.

- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

- Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

- Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

- De $\pm 2,5$ % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.
- De $\pm 2,5$ % entre dos conductores situados en planos verticales.
- De ± 4 % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 3	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 454

Autor de PROYECTO.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

**CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS
DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS.**

1. OBJETO.

2. OBRA CIVIL.

2.1. EMPLAZAMIENTO.

2.2. EXCAVACION.

2.3. CIMIENTOS.

2.4. FORJADOS.

2.5. MUROS O TABIQUES EXTERIORES.

2.6. TABIQUES INTERIORES.

2.7. ACABADOS.

2.8. EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

2.9. VENTILACION.

2.10. PUERTAS.

3. INSTALACION ELECTRICA.

3.1. APARAMENTA A.T.

3.2. TRANSFORMADORES.

3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

3.4. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

3.5. ALUMBRADO.

3.6. PUESTAS A TIERRA.

4. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1. PREVENCIONES GENERALES.

6.2. PUESTA EN SERVICIO.

6.3. SEPARACION DE SERVICIO.

6.4. MANTENIMIENTO.

7. CERTIFICADOS.

8. LIBRO DE ÓRDENES.

9. RECEPCION DE LA OBRA.

**CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS
DE TRANSFORMACIÓN INTERIOR Y CENTROS DE SECCIONAMIENTO**

1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de construcción y montaje de centros de transformación, así como de las condiciones técnicas del material a emplear.

2. OBRA CIVIL.

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

2.1. EMPLAZAMIENTO.

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

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

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

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

2.2. EXCAVACION.

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

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

2.3. CIMIENTOS.

Se realizará de acuerdo con las características del centro. Si la obra se fabrica en ladrillo, tendrá normalmente una profundidad de 0,60 m. Esta podrá reducirse cuando el centro se construya sobre un terreno rocoso. Por el contrario, si la consistencia del terreno lo exige, se tomarán las medidas convenientes para que quede asegurada la estabilidad de la edificación.

2.4. FORJADOS.

Los suelos serán de hormigón armado y estarán provistos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.

Para el cálculo del forjado del pavimento del CT, deberá considerarse una sobrecarga móvil de 3500 kg/m². Asimismo cuando el transformador deba desplazarse por forjados ajenos al CT, deberá indicarse igualmente una sobrecarga de 3500 kg y establecer un sistema de reparto de cargas.

En el caso de CT subterráneos, el valor mínimo de sobrecarga a considerar en el

cálculo del forjado de la cubierta, será el indicado en el apartado 5.4.2 de la Norma UNE-EN 61330.

En en caso de CT en edificio, en la capa de compresión del forjado del techo se colocará una superficie equipotencial formada por una armadura con retícula de luz máxima 15 cm, que abarque toda la superficie del CT.

Salvo en los casos que el centro disponga del pavimento adecuado, se formará una solera de hormigón con mallazo de reparto con retícula de luz máxima 15 cm, apoyada sobre las fundaciones y descansando sobre una base de grava. El hormigón estará dosificado a razón de 250 kg/m².

Si el acceso de la aparamenta eléctrica y materiales se efectúa a través de trampillas situadas debajo de un forjado, y la cota de éste respecto a dichas trampillas es inferior a 4 m, deberá disponerse de un gancho debidamente anclado en el forjado dimensionado para una carga puntual de 5000 kg, de forma que permita la utilización de un elemento mecánico de elevación.

Se preverán, en los lugares apropiados del centro, orificios para el paso del interior al exterior de la caseta de los cables destinados a la toma de tierra de masas y del neutro B.T. de los transformadores, así como cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.

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

2.5. MUROS O TABIQUES EXTERIORES.

Los muros podrán ser de hormigón armado, prefabricado de hormigón (constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera) o fábrica de ladrillo.

Presentarán una resistencia mecánica adecuada a la instalación, pero como mínimo equivalente a la de los siguientes espesores, en función del material:

- Hormigón armado o elementos prefabricados: 8 cm
- Fabrica de ladrillo macizo: 22 cm

- Pilares angulares de hormigón armado y ladrillos huecos: 15 cm

En los CT subterráneos, los muros irán impermeabilizados exteriormente con pintura bituminosa y provistos de pantalla drenante.

2.6. TABIQUE INTERIORES.

Serán de ladrillo o de hormigón armado. Presentarán la suficiente resistencia en función de su uso, pero como mínimo, la equivalente a la de los espesores de las siguientes paredes:

- Tabique de ladrillo macizo
sin marco metálico: 15 cm
- Tabique de ladrillo macizo encerrado en marco metálico: 5 cm
- Tabique de hormigón armado: 5 cm

Los tabiques se construirán de forma que sus cantos queden terminados con perfiles U empotrados en los muros y en el suelo.

Al ejecutar los tabiques se tomarán las disposiciones convenientes para prever los emplazamientos de los herrajes y/o el paso de canalizaciones.

2.7. ACABADOS.

Paramentos interiores

Si la obra es de fábrica de ladrillo, estarán revestidos interiormente con mortero de cemento y arena lavada de dosificación 1:4 con aditivo hidrófugo en masa, fratasado.

Cuando la obra sea de hormigón armado, si es necesario, después del desencofrado se realizará un enlucido idéntico al anterior.

En los tabiques, los orificios para empotramiento se efectuarán antes de dar el enlucido.

El acabado final será pintado, prohibiéndose los enlucidos de yeso.

Paramentos exteriores

Cuando sean vistos, como norma general se realizarán de acuerdo con el resto del edificio.

Normalmente será un acabado liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente.

Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc. podrá ser aceptada y se fijará de común acuerdo entre el peticionario y la compañía suministradora, teniendo en cuenta las consideraciones de orden eléctrico y otras relaciones de explotación y mantenimiento del centro.

Pavimentos

Serán de mortero de cemento continuo, bruñido y ruleteado, con el fin de evitar la formación de polvo, y será resistente a la abrasión.

El mortero estará dosificado a razón de 600 kg/m². Se prohíbe el empleo de la arena de escorias.

El empotramiento de herrajes, colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, etc, se efectuará antes de realizar el pavimento.

Elementos metálicos

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción del CT y puedan estar sometidos a oxidación, deberán estar protegidos mediante un tratamiento adecuado como galvanizado en caliente, pintura oxidante, etc.

2.8. EVACUACION Y EXTINCION DEL ACEITE AISLANTE.

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

2.9. VENTILACION.

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

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

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

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

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

2.10. PUERTAS.

Las puertas de acceso al centro desde el exterior serán incombustibles y suficientemente rígidas; abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

3. INSTALACION ELECTRICA.

3.1. APARAMENTA A.T.

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

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF_6) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF_6 confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF_6 resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

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

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

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

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de

seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

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

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

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

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

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

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

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

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

20 kV <36 U_n kV

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

3.2. TRANSFORMADORES.

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

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

3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

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

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm² de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm² para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

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

3.4. ACOMETIDAS SUBTERRANEAS.

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

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

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

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

3.5. ALUMBRADO.

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

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

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

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

3.6. PUESTAS A TIERRA.

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

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.

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

- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.

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

4. NORMAS DE EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

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

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

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

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

5. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.

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

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

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

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

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

6. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

6.1. PREVENCIÓNES GENERALES.

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

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

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

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

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

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

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

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

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

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

6.2. PUESTA EN SERVICIO.

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

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

6.3. SEPARACION DE SERVICIO.

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

6.4. MANTENIMIENTO.

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

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

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

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

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

7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACION.

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

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

8. LIBRO DE ORDENES.

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

9. RECEPCION DE LA OBRA.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.

- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.

- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.

- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Autor del documento pliego de condiciones.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 4	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 483

DOCUMENTO NUMERO 4 PRESUPUESTOS

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C1	RED DE M.T. SUBTERRANEA							
2.00	m3 Excavación en zanja Excavación en zanja, en cualquier clase de terreno, realizada con medios mecanicos y cumpliendo la normativa de Endesa DYZ 1000 tanto en circuitos de Calzada como en acera.							
	CD1 A CD2	1	422,00	0,50	1,10	232,10		
	CD2 A CD3	1	280,00	0,50	1,10	154,00		
	CD3 A CD4	1	230,00	0,50	1,10	126,50		
	CD4 A CD 5	1	504,00	0,50	1,10	277,20		
	CD5 A CD6	1	42,00	0,50	1,10	23,10		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00	0,50	1,10	31,35		
						844,25	10,77	9.092,57
2.03	m3 Arena relleno zanja Relleno con material granular para formación de cama de arena y recubrimiento sobre generatriz superior según planos de detalle de proyecto, realizado con medios mecánicos en tongadas de 15 cm, comprendido transporte, extendido, nivelación y compactado al 95% del proctor modificado.							
	CD1 A CD2	1	422,00	0,50	0,30	63,30		
	CD2 A CD3	1	280,00	0,50	0,30	42,00		
	CD3 A CD4	1	230,00	0,50	0,30	34,50		
	CD4 A CD 5	1	504,00	0,50	0,30	75,60		
	CD5 A CD6	1	42,00	0,50	0,30	6,30		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00	0,50	0,30	8,55		
	p5s-p4s	1	46,80	0,60	0,30	8,42		
	NUDO 1 SUB A NUDO 20 CMNO PATRIA	1	2.026,00	0,50	1,10	1.114,30		
						1.352,97	17,15	23.203,44
ARQUETAS A1 ud	Arquetas A1 marco y Tapa							
M.T	Las arquetas A1 prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. se dara cumplimiento al plano DYZ 10107 del documento de Endesa DYZ 1000							
	CD1 A CD2	9				9,00		
	CD2 A CD3	8				8,00		
	CD3 A CD4	3				3,00		
	CD4 A CD 5	11				11,00		
	CD5 A CD6							
	CD 6 A RONDA NUDO 45	2				2,00		
	NUDO 1 SUB A NUDO 20 CMNO PATRIA	1	2.026,00	0,50	1,10	1.114,30		
						1.147,30	342,18	392.583,11
ARQUETAS A2 ud	Arquetas A2 MaRCO Y tAPA							
MT.	Las arquetas A2 prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Las arquetas A1 prefabricadas tomarán como referencia la norma informativa NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. se dara cumplimiento al plano DYZ 10107 del documento de Endesa DYZ 1000							
	CD1 A CD2	3				3,00		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CD2 A CD3	2				2,00		
	CD3 A CD4	3				3,00		
	CD4 A CD 5	3				3,00		
	CD5 A CD6							
	CD 6 A RONDA NUDO 45	2				2,00		
	NUDO 1 SUB A NUDO 20 CMO PATRIA	6				6,00		
						19,00	514,00	9.766,00
2.07	ml Tubo PVC 200 mm tubo de 200 mm de diámetro exterior, a una profundidad mínima de 70 cm en aceras y tierra y 90 cm en calzadas, medidos desde la parte superior del tubo al pavimento. Poseerán una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación tomando como referencia la norma informativa CNL002 Tubos Polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas. Debera de dar cumplimiento al plano N° DYZ10103 de las _Norma de Endesa DYZ1000							
	CD1 A CD2	1	422,00			422,00		
	CD2 A CD3	1	280,00			280,00		
	CD3 A CD4	1	230,00			230,00		
	CD4 A CD 5	1	504,00			504,00		
	CD5 A CD6	1	42,00			42,00		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00			57,00		
	NUDO 1 A NUDO 20 CMNO PATRIA	1	2.026,00			2.026,00		
						3.561,00	8,31	29.591,91
2.055	tetratubos de control Tetratubos de control ubicados encima de los tubos eléctricos. Esta canalización, tendrá continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera. Debera de dar cumplimiento al plano N° DYZ10103 de las _Norma de Endesa DYZ1000							
	CD1 A CD2	1	422,00			422,00		
	CD2 A CD3	1	280,00			280,00		
	CD3 A CD4	1	230,00			230,00		
	CD4 A CD 5	1	504,00			504,00		
	CD5 A CD6	1	42,00			42,00		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00			57,00		
	NUDO 1 SUB A NUDO 20 CAMO PATRIA	1	2.026,00			2.026,00		
						3.561,00	1,00	3.561,00
2.08	m3 Zahorra artificial Zahorra artificial, husos ZA(20), en base de firmes , puesta en obra, extendida y compactada al 98% del P.M, incluso preparación de la superficie de asiento, en capas de 20/30 cm. de espesor.							
			2.026,00	0,50	0,10	101,30		
					0,10	0,10		
	CD1 A CD2	1	422,00	0,50	0,10	21,10		
	CD2 A CD3	1	280,00	0,50	0,10	14,00		
	CD3 A CD4	1	230,00	0,50	0,10	11,50		
	CD4 A CD 5	1	504,00	0,50	0,10	25,20		
	CD5 A CD6	1	42,00	0,50	0,10	2,10		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00	0,50	0,10	2,85		
						178,15	21,15	3.767,87
2025 CRMT	m 2025 Circuito de Red de Media Tensión Suministro y montaje de circuito de media tensión subterráneo bajo tubo, realizada con cables conductores RH5Z1 de (3x240) Al. 18/30 kV., según norma Endesa							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES
PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CD1 A CD2	1	422,00			422,00		
	CD2 A CD3	1	280,00			280,00		
	CD3 A CD4	1	230,00			230,00		
	CD4 A CD 5	1	504,00			504,00		
	CD5 A CD6	1	42,00			42,00		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00			57,00		
	VUELTA	1	500,00			500,00		
		1	2.026,00			2.026,00		
						4.061,00	38,40	155.942,40
2025 STMT	Partida SELLADO DE TUBOS M.T.							
	Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables, yeso o mortero ignífugo							
	CD1 A CD2	40				40,00		
	CD2 A CD3	20				20,00		
	CD3 A CD4	70				70,00		
	CD4 A CD 5	13				13,00		
	CD5 A CD6	14				14,00		
	CD 6 A RONDA NUDO 45	18				18,00		
		120				120,00		
						295,00	1,20	354,00

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2025 ERV	Partida 2025 EQUIPO RADAR VERIFICACIÓN Verificación con equipo de radar de Laboratorio Móvil de circuito de cable subterráneo de MT con elaboración de informe e inspección de OCA							
		5				5,00		
						5,00	900,00	4.500,00
HORMIGONADOS						m3	Partida HORMIGONADOS RED DE	
M-T								
RED DE M-T	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.							
CD1 A CD2	1	422,00	0,40	0,20		33,76		
			0,40	0,20		0,08		
				0,20		0,20		
CD2 A CD3	1	280,00	0,40	0,20		22,40		
CD3 A CD4	1	230,00	0,40	0,20		18,40		
CD4 A CD 5	1	504,00	0,40	0,20		40,32		
CD5 A CD6	1	42,00	0,40	0,20		3,36		
CD 6 A RONDA NUDO 45	1	57,00	0,40	0,20		4,56		
NUDO 1 A NUDO 20	1	2.026,00	0,40	0,20		162,08		
						285,16	90,00	25.664,40
TOTAL C1								658.026,70

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C2	RED DE M.T. AEREA							
02.01	m3 EXCAVACIÓN MONOBLOQUE APOYOS							
	METROS CUBICOS DE EXCAVACION							
	APOYO 1 FL HAR 5000	1	1,54	1,54	2,20	5,22		
	APOYO 2 AN-AM RU C-2000	1	1,05	1,05	2,01	2,22		
	APOYO 3 AL-AM RU C-500	1	1,01	1,01	1,49	1,52		
	APOYO 4 AN-AM RU C-2000	1	1,05	1,05	2,01	2,22		
	APOYO 5 AN-AM RU C-3000	1	1,16	1,16	2,24	3,01		
	APOYO 6 AN-AM MI-2500	1	1,39	1,39	1,98	3,83		
	APOYO 7 AN-AM RU C-3000	1	1,06	1,06	2,20	2,47		
	APOYO 8 AN-AM RU C-2000	1	1,05	1,05	2,01	2,22		
	APOYO 9 AN-AM RU C-2000	1	1,05	1,05	2,01	2,22		
	APOYO 10 AN-AM MI MI-2500	1	1,29	1,29	1,95	3,24		
	APOYO 11 AN-AM RU C-3000	1	1,23	1,23	2,27	3,43		
	APOYO 12 AN-AM MI MI-2500	1	1,49	1,49	2,02	4,48		
	APOYO 13 AN-AM MI MI-2000	1	1,39	1,39	1,90	3,67		
	APOYO 14 AL-AM RU C-500	1	1,08	1,08	1,53	1,78		
	APOYO 15 AN-AM RU C-2000	1	1,13	1,13	2,05	2,62		
	APOYO 16 AN-AM RU C-2000	1	1,13	1,13	2,05	2,62		
	APOYO 17 AN-AM RU C-2000	1	1,13	1,13	2,05	2,62		
	APOYO 18 FL HA HA-5400	1	1,50	1,50	2,12	4,77		
						54,16	36,65	1.984,96
02.02	m3 CIMENTACION HG .250							
	Hormigón estructural HA-25 (según EHE-08 o EHE, hoy Código Estructural).							
	Resistencia característica: 25MPa							
	Consistencia: generalmente plástica (S2) para zapatas y cimentaciones.							
	Tamaño del árido: 20–25 mm, según armado y condiciones de vertido.							
	APOYO 1 FL HAR 5000					5,69	5.69	
	APOYO 2 AN-AM RU C-2000					2,44	2.44	
	APOYO 3 AL-AM RU C-500					1,72	1.72	
	APOYO 4 AN-AM RU C-2000					2,44	2.44	
	APOYO 5 AN-AM RU C-3000					3,28	3.28	
	APOYO 6 AN-AM MI-2500					4,22	4.22	
	APOYO 7 AN-AM RU C-3000					2,69	2.69	
	APOYO 8 AN-AM RU C-2000					2,44	2.44	
	APOYO 9 AN-AM RU C-2000					2,44	2.44	
	APOYO 10 AN-AM MI MI-2500					3,57	3.57	
	APOYO 11 AN-AM RU C-3000					3,73	3.73	
	APOYO 12 AN-AM MI MI-2500					4,92	4.92	
	APOYO 13 AN-AM MI MI-2000					4,06	4.06	
	APOYO 14 AL-AM RU C-500					2,01	2.01	
	APOYO 15 AN-AM RU C-2000					2,88	2.88	
	APOYO 16 AN-AM RU C-2000					2,88	2.88	
	APOYO 17 AN-AM RU C-2000					2,88	2.88	
	APOYO 18 FL HA HA-5400					5,22	5.22	
						59,51	107,42	6.392,56
02.03	kg APOYOS DE CELOSIA							
	Apoyos de celosia en funcion del anexo calculos y resultados del comportamiento mecanico de los apoyos, calculado con lmedexa (ver anexo calculos).							
	APOYO 1 FL HAR 5000	1.239				1.239,00		
	APOYO 2 AN-AM RU C-2000	622				622,00		
	APOYO 3 AL-AM RU C-500	410				410,00		
	APOYO 4 AN-AM RU C-2000	622				622,00		
	APOYO 5 AN-AM RU C-3000	886				886,00		
	APOYO 6 AN-AM MI-2500	850				850,00		
	APOYO 7 AN-AM RU C-3000	759				759,00		
	APOYO 8 AN-AM RU C-2000	622				622,00		
	APOYO 9 AN-AM RU C-2000	622				622,00		

PRESUPUESTO V 2 mot 8

TOTAL C2.....	40.296,08

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN							
CD1	CD1 C.T. 2*630 TELEMANDADO Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000. Plano de Norma FYZ30122 - C.T SUPERFICIE EDIFICIO PREFABRICADO 2 TRAFOS. 24 kv (HOJAS 3 DE 3)							
	CD1	1				1,00		
						1,00	75.000,00	75.000,00
CD2	CD2 C.T. 2*630 TELEMANDADO Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000. Plano de Norma FYZ30122 - C.T SUPERFICIE EDIFICIO PREFABRICADO 2 TRAFOS. 24 kv (HOJAS 3 DE 3)							
	CD2	1				1,00		
						1,00	75.000,00	75.000,00
CD3	CD3 C.T. 1*630 TELEMANDADO MEDIDA EN ALTA Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000							
	CD3	1				1,00		
						1,00	70.000,00	70.000,00
CD4	CD4 C.T. 2*630 TELEMANDADO Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000. Plano de Norma FYZ30122 - C.T SUPERFICIE EDIFICIO PREFABRICADO 2 TRAFOS. 24 kv (HOJAS 3 DE 3)							
	CD4	1				1,00		
						1,00	75.000,00	75.000,00
CD5	CD5 C.T. 2*630 TELEMANDADO Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000. Plano de Norma FYZ30122 - C.T SUPERFICIE EDIFICIO PREFABRICADO 2 TRAFOS. 24 kv (HOJAS 3 DE 3)							

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1				1,00		
						1,00	75.000,00	75.000,00
CD6	CD6 C.T. 1*630 TELEMANDADO Con carácter general, se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC.TT prefabricados hormigón tipo superficie. Se dará cumplimiento a la Norma de endesa FYZ30000. Plano de Norma FYz30122 - C.T SUPERFICIE EDIFICIO PREFABRICADO 1 TRAFO. 24 kv (HOJAS 2 DE 2)	1				1,00	62.000,00	62.000,00
TOTAL C3								432.000,00
C4	REDES DE B.T.							
C3.1. CD1-TR1	RED B.T. CD1. TRAFO 1 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de Un ≤ 1.000 V					1,00	9.968,00	9.968,00
C3.1. CD1-TR2	RED B.T. CD1. TRAFO 2 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de Un ≤ 1.000 V					1,00	19.488,00	19.488,00
C3.1. CD2-TR1	RED BT. CD2. TRAFO 1 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de Un ≤ 1.000 V					1,00	22.652,00	22.652,00
C3.1. CD2-TR2	RED B.T..CD2 TRAFO 2 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor					1,00	22.652,00	22.652,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1.000$ V							
						1,00	16.772,00	16.772,00
C3.1.CD4-TR1	RED B.T..CD4 TRAF0 1 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1.000$ V							
						1,00	15.848,00	15.848,00
C3.1.CD4-TR2	RED B.T..CD4 TRAF0 2 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1.000$ V							
						1,00	27.328,00	27.328,00
C3.1.CD5-TR1	RED B.T..CD5 TRAF0 1 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1.000$ V							
						1,00	6.104,00	6.104,00
C3.1.CD5-TR2	RED B.T..CD5 TRAF0 2 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión de $Un \leq 1.000$ V							
						1,00	5.824,00	5.824,00
C3.1.CD6-TR1	RED B.T..CD6 TRAF0 1 Se ajustarán a lo indicado en la norma UNE-HD 603-5X, y se tomará como referencia el documento informativo CNL001 Cables unipolares redes subterráneas de distribución BT tensión asignada 0.6/1kV Material AL y sección del conductor 240mm. Cumplimento NRZ002 Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones de							

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Distribución en Baja Tensión de Un ≤ 1.000 V							
						1,00	9.408,00	9.408,00
CANALIZACIÓN Partida CANALIZACIÓN (TUBOS Y ARQUETAS)								
(TUBOS Y AR								
	Canalización subterránea de dos tubos (un circuito)circuitos en acera con tubo de control.							
	Cumplimiento NRZ002001 de Endesa - Ver palnos de documento NRZ002 de Endesa.							
	NRZ002							
	Cumplimientp Especificaciones Particulares para Instalaciones de							
	Distribución en Baja Tensión de Un ≤ 1.000 V							
						1,00	58.663,94	58.663,94
TOTAL C4								192.055,94

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.08	u CINTURÓN DE SEGURIDAD POLIÉSTER CINTURON DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN FABRICADO EN POLIÉSTER, DOBLE ANILLAJE, HEBILLAS DE ACERO GALVANIZADO, CUERDA DE AMARRE DE 1 M DE LONGITUD Y MOSQUETON DE ACERO SEGÚN R.D. 773/97 Y MARCADO CE SEGÚN R.D. 1407/92. MEDIDA LA UNIDAD EN OBRA.	20				20,00		
						20,00	46,43	928,60
01.09	u CUERDA DE SEGURIDAD POLIAMIDA DIÁM. 14 MM 50 M	15				15,00		
						15,00	85,48	1.282,20
TOTAL CAPITULO 5.1								5.180,25
PARTIDA 5.2	PROTECCIONES COLECTIVAS							
02.01	m3 EXCAVACIÓN MONOBLOQUE APOYOS METROS CUBICOS DE EXCAVACION	10				10,00		
						10,00	36,65	366,50
02.02	m3 CIMENTACION HG .250 Hormigón estructural HA-25 (según EHE-08 o EHE, hoy Código Estructural). Resistencia característica: 25MPa Consistencia: generalmente plástica (S2) para zapatas y cimentaciones. Tamaño del árido: 20–25 mm, según armado y condiciones de vertido.	30				30,00		
						30,00	107,42	3.222,60
02.03	kg APOYOS DE CELOSIA Apoyos de celosia en funcion del anexo calculos y resultados del comportamiento mecanico de los apoyos, calculado con Imedexa (ver anexo calculos).	30				30,00		
						30,00	2,32	69,60
02.04	u LÁMPARA INTERMITENTE (SIN PILAS) SOBRE TRIPODE AC. LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA SIN PILAS, SOBRE TRIPODE DE ACERO GALVANIZADO, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	20				20,00		
						20,00	10,31	206,20
02.05	u PILA PARA LÁMPARA INTERMITENTE CON CÉLULA PILA PARA LÁMPARA INTERMITENTE CON CELULA FOTOELÉCTRICA, INCLUSO COLOCACIÓN, VALORADA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO ÓPTIMO DE UTILIZACIONES. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA.	25				25,00		
						25,00	7,30	182,50
02.06	u HITO BALIZAMIENTO REFLECTANTE (PIQUETAS) 10X28 CM HITO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (PIQUETAS) DE 10X28 CM, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA CANTIDAD EJECUTADA							

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		20				20,00		
						20,00	4,92	98,40
02.07	m CORDÓN DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE CORDÓN DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE, SOBRE SOPORTE DE ACERO DE DIÁMETRO 10 MM, INCLUSO COLOCACIÓN DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES Y MODELOS DEL R.D. 485/97. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA.	125				125,00		
						125,00	4,59	573,75
02.08	m VALLA METÁLICA PARA ACOTAMIENTO DE ESPACIOS, ELEM. VALLA METÁLICA PARA ACOTAMIENTO DE ESPACIOS, FORMADA POR ELEMENTOS METÁLICOS AUTÓNOMOS NORMALIZADOS DE 2,50X1,10 M, INCLUSO MONTAJE Y DESMONTAJE DE LOS MISMOS. MEDIDA LA LONGITUD EJECUTADA.	150				150,00		
						150,00	1,47	220,50
TOTAL CAPITULO 5.2								4.940,05
TOTAL C5								10.120,30

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C6	GESTIÓN DE RESIDUOS							
GR.01	t Canon de vertido RCD no peligroso tierras limpias Canon de vertido en vertedero autorizado, realizado por transportista autorizado, para residuo no peligroso, tierras limpias.							
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,30	600,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,30	24,30	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,30	300,00
							924,30	2,00 1.848,60
GR.03	t Canon de vertido RCD de residuos de mezclas Canon de vertido en vertedero autorizado, realizado por transportista autorizado, para residuo formado por mezcla de materiales pétreos, no pétreos, mezclas bituminosas, cerámicos y hormigón en masa y/o armado.							
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,15	300,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,15	12,15	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,15	150,00
							462,15	8,00 3.697,20
GR.04	m3 CARGA TIERRAS/ESCOMBROS C/RETRO-PALA EX Carga de tierras de excavaciones o productos procedentes de la demolición, sobre camión basculante, con retro-pala excavadora, y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir el transporte.							
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,30	600,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,30	24,30	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,30	300,00
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,15	300,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,15	12,15	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,15	150,00
							1.386,45	1,46 2.024,22
GR.05	m3 TRAN. TIERRA/ESCOMBROS DISTANCIA <3km. Transporte de tierras/escombros de obra al lugar de empleo o a vertedero autorizado, a una distancia menor de 3 km., considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.							
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,30	600,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,30	24,30	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,30	300,00
							924,30	1,16 1.072,19
GR.06	m3 TRAN. TIERRA/ESCOMBROS DISTANCIA <6km. Transporte de tierras/escombros de obra al lugar de empleo o a vertedero autorizado, a una distancia de hasta 6 kms., considerando ida y vuelta, con camión basculante y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la carga.							
	SUBESTACIÓN CAMINO PATRIA	2	2.000,00	0,50	0,15	300,00		
	EXCAVACIÓN APOYOS 18 APOYOS DENSIDAD 2	36		1,50	1,50	0,15	12,15	
	ECCA VACIÓN aVDA COSTA TROPICAL HASTA CIERRE				21.000,00	0,50	0,15	150,00
							462,15	1,91 882,71
	TOTAL C6							9.524,92
	TOTAL							1.342.023,94

#

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PRESUPUESTO V 2 mot 8

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
C1	RED DE M.T. SUBTERRANEA	658.026,70	49,03
C2	RED DE M.T. AEREA.....	40.296,08	3,00
C3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	432.000,00	32,19
C4	REDES DE B.T.....	192.055,94	14,31
C5	SEGURIDAD Y SALUD.....	10.120,30	0,75
C6	GESTIÓN DE RESIDUOS	9.524,92	0,71
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1.342.023,94	
13,00 % Gastos generales.....		174.463,11	
6,00 % Beneficio industrial.....		80.521,44	
Suma.....		254.984,55	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		1.597.008,49	
21% IVA		335.371,78	
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1.932.380,27	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTOS TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS OCHENTA EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS

DOCUMENTO NUMERO 5 PLANOS

- 1. EMPLAZAMIENTO**
- 2. PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN**
 - 2.1 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN**
 - 2.2 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN**
 - 2.3 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN**
 - 2.4 PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN**
- 3. ESQUEMA UNIFILAR RED SUBTERRANEA DE M.T.**
- 4. CANALIZACIONES**
- 5. CONVERSIÓN SUBTERRANEA AEREA**
- 6. TAPAS Y ARQUETAS.**
- 7. PERFIL DE LAMT.**
- 8. SEPARATA VANO 12**
 - 8.1 SEPARATA VANO 13**
- 9. CIMENTACIONES APOYOS CELOSÍA.**
- 10. CADENAS DE AISLADORES.**
- 11. CRUCETAS PARA APOYOS DE CELOSIA**
- 12. ARMADO TRIANGULO**
- 13. APOYO METALICO CRUCETA TRIANGULO CON CONVERSIÓN AEREA SUBTERRANEA.**
- 14. HERRAJES PARA EL CABLE .**

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ ESTUDIANTE INGENIERIA ELECTRICA DOCUMENTO 4	TITULO: LÍNEA AÉREO/SUBTERRÁNEA 20 KV S/C PARA ELECTRIFICACIÓN P.P.S.U.S. MOT8 EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MOTRIL (GRANADA)	PAGINA 500

15. PUESTA A TIERRA .

16. DETALLES ANTIESCALO.

17. DETALLE DE SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL

18. CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (1 TRAFO)

19. CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (2 TRAFO).

20. CT ABONADO DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO 24KV (2 TRAFO).

**21. DISTRIBUCION DE TRANSFORMADORES EN ANILLO
SECCIONAMIENTO CON LMT REMARRO**

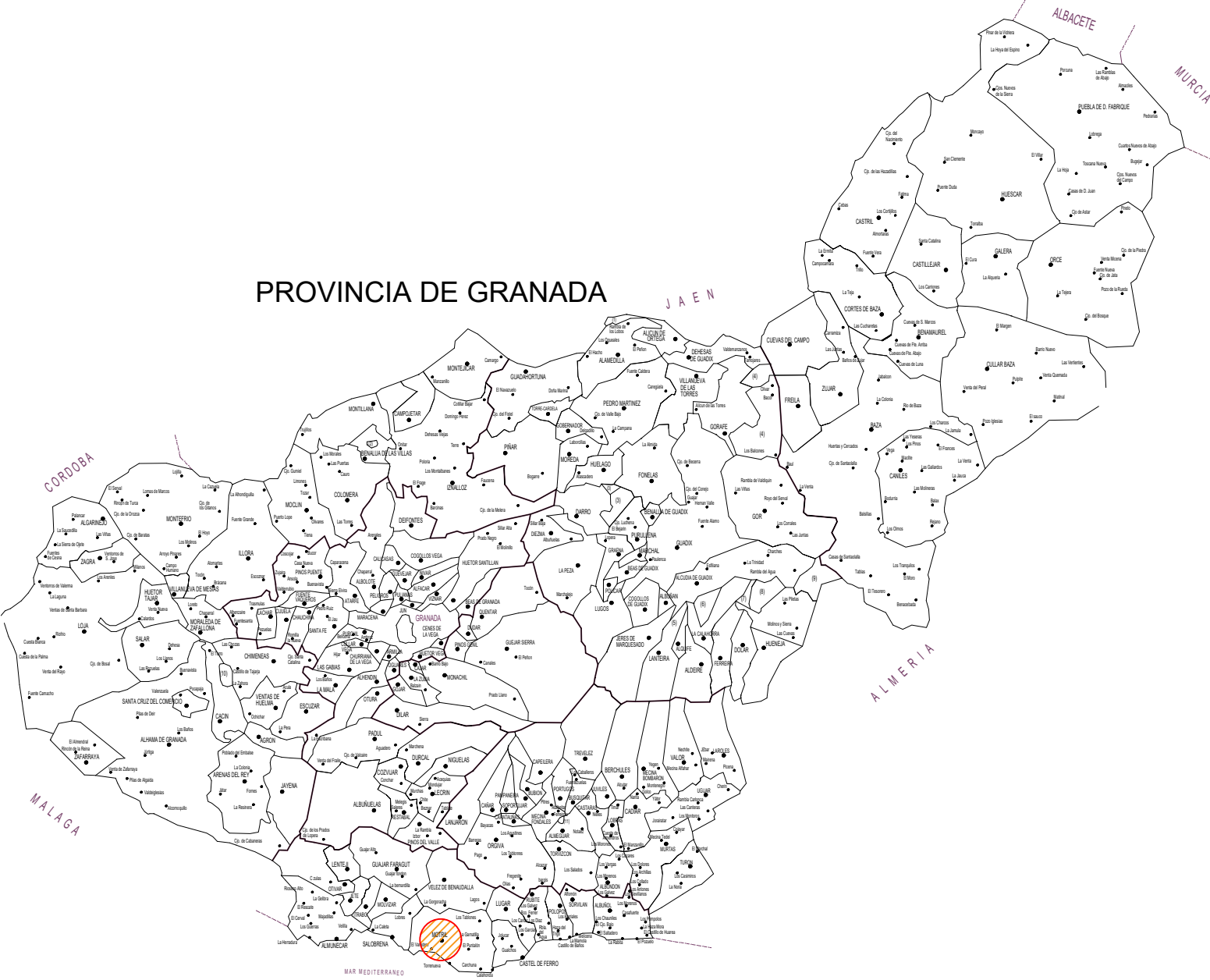
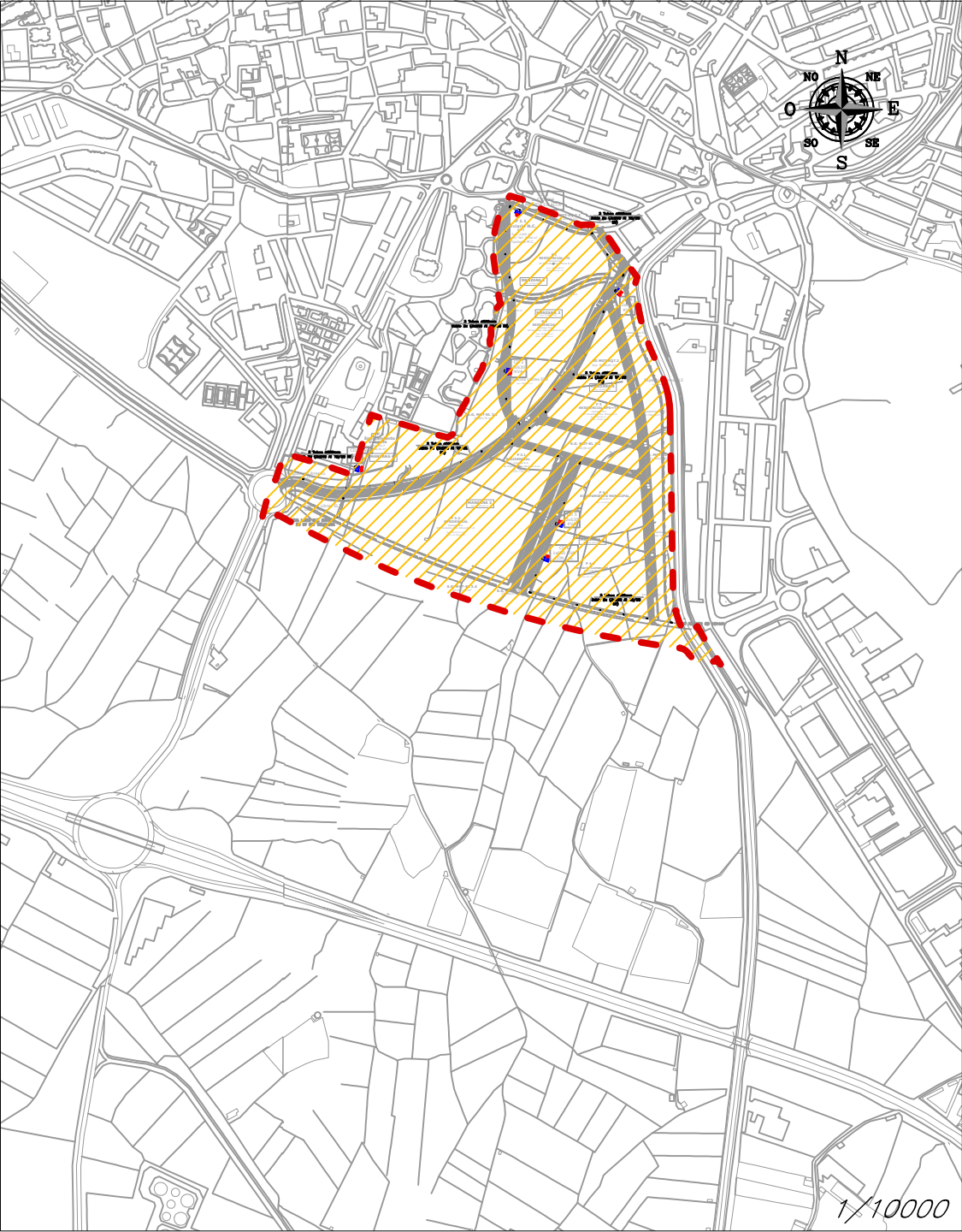
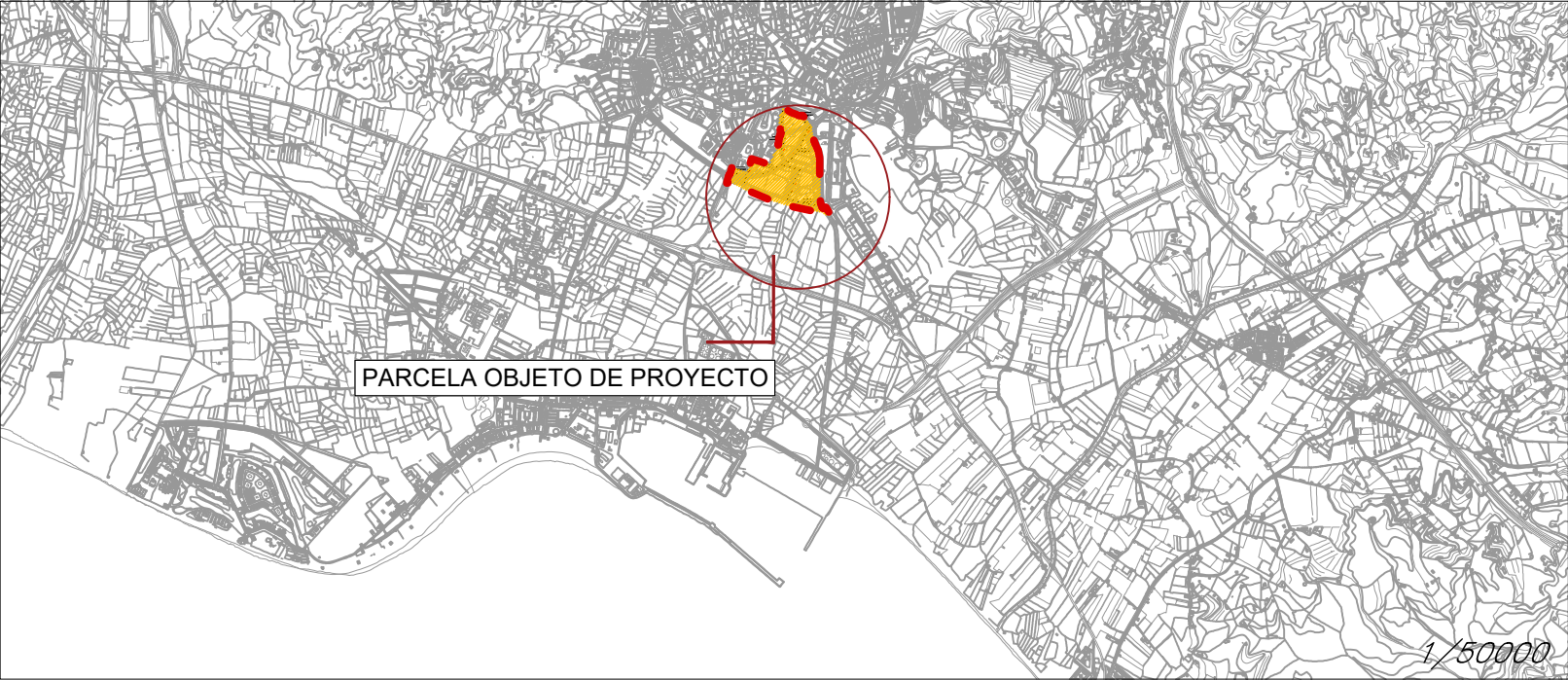
22. RED DE TIERRAS.

23. DIAGRAMA UNIFILAR C.T. DOBLE

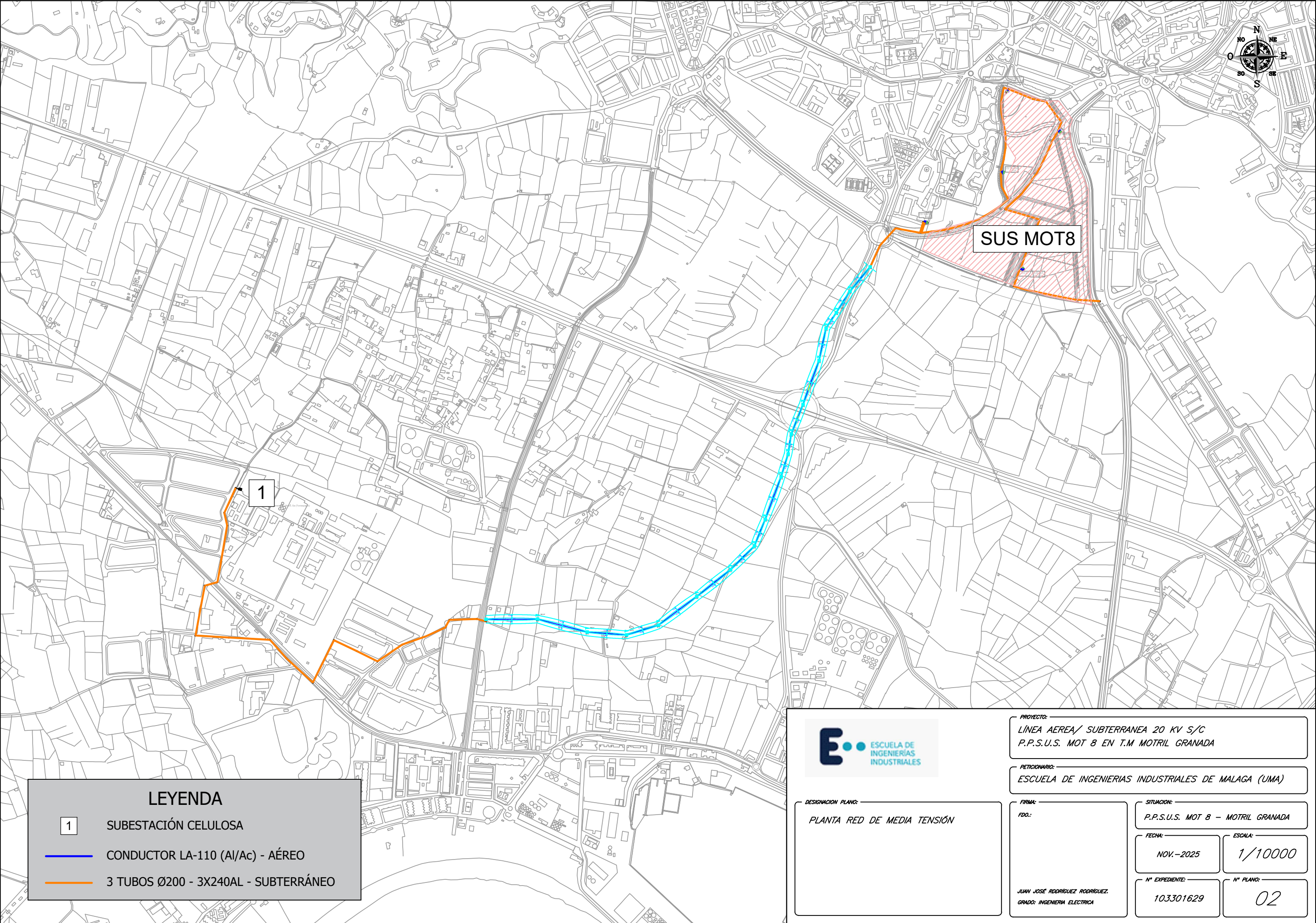
24. DIAGRAMA UNIFILAR C.T. ABONADO

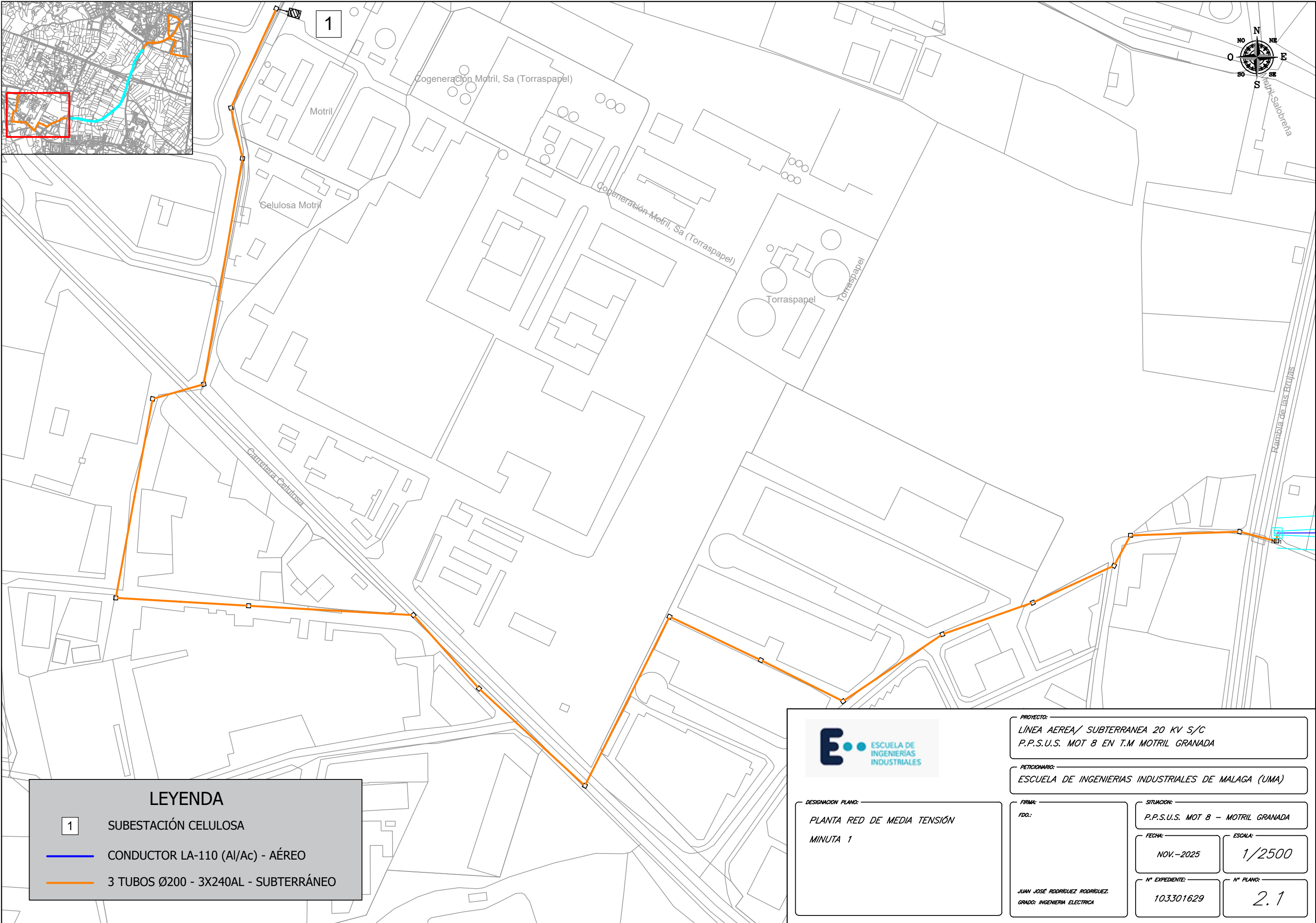
25. ESQUEMA DE CONEXIÓN SERVICIOS AUXILIARES.

26. EXCAVACIÓN C.T.



 ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES	PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA	
	PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)	
	FIRMA: FDO.:	SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA
	FECHA: NOV.-2025	ESCALA: S.E.
DESIGNACION PLANO: SITUACIÓN	Nº EXPEDIENTE: 103301629	
JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ. GRADO: INGENIERIA ELECTRICA		Nº PLANO: 01





LEYENDA

- 1 SUBESTACIÓN CELULOSA
- CONDUCTOR LA-110 (Al/Ac) - AÉREO
- 3 TUBOS Ø200 - 3X240AL - SUBTERRÁNEO



DESIGNACIÓN PLANO:
PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN
MINUTA 1

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO:

JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

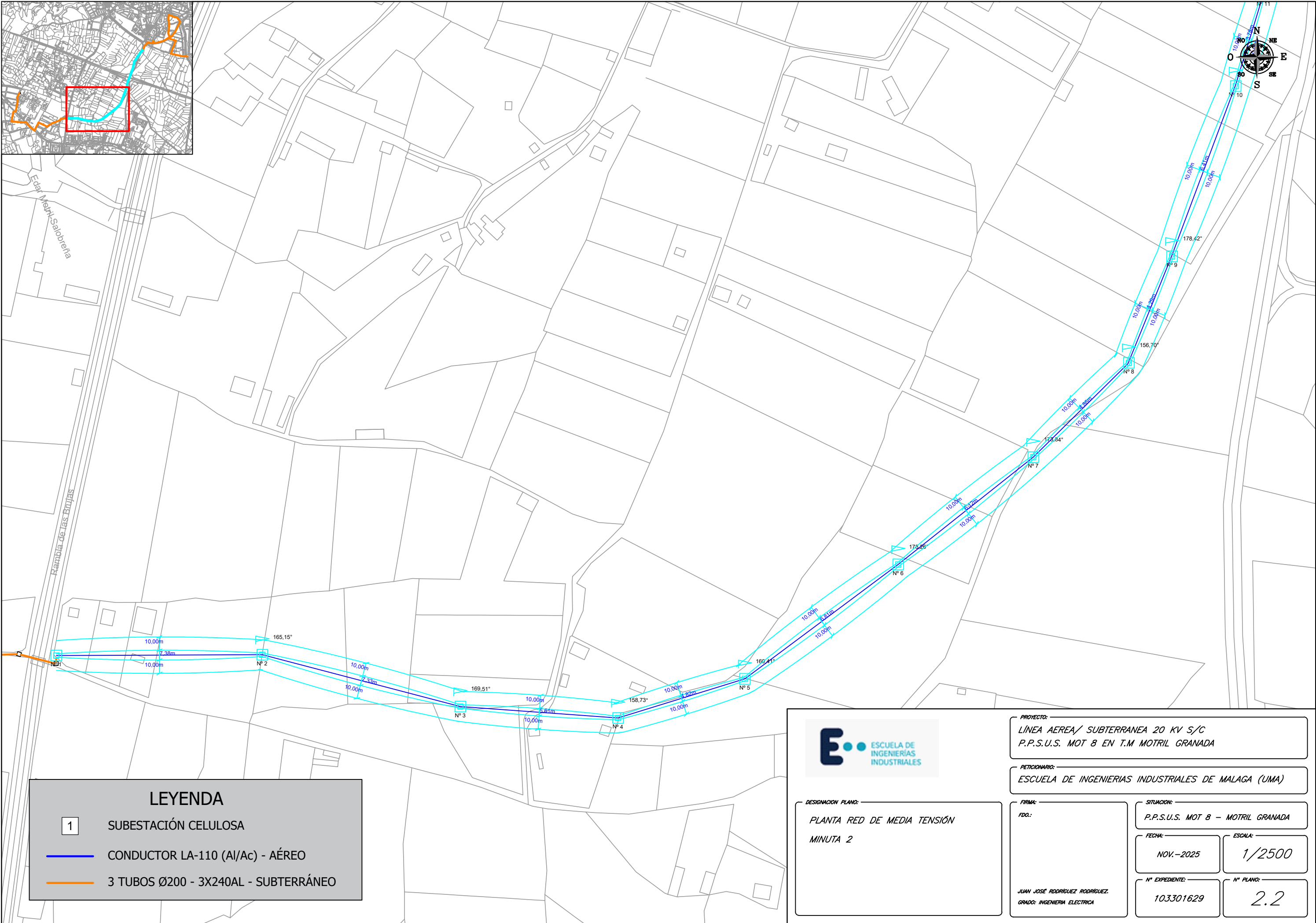
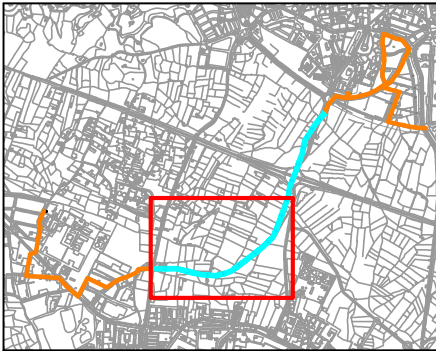
SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
1/2500

Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
2.1



LEYENDA

1

SUBESTACIÓN CELULOSA

CONDUCTOR LA-110 (AI/AC) - AÉREO

3 TUBOS Ø200 - 3X240AL - SUBTERRÁNEO



DESIGNACIÓN PLANO: PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN MINUTA 2

PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

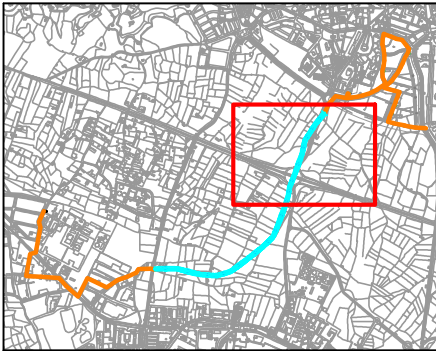
PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA: FDO: JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ. GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACIÓN: P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA

FECHA: NOV.-2025 ESCALA: 1/2500

Nº EXPEDIENTE: 103301629 N° PLANO: 2.2



LEYENDA

1

SUBESTACIÓN CELULOSA

CONDUCTOR LA-110 (Al/Ac) - AÉREO

3 TUBOS Ø200 - 3X240AL - SUBTERRÁNEO



DESIGNACIÓN PLANO:

PLANTA RED DE MEDIA TENSIÓN

MINUTA 3

PROYECTO:

LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C

P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:

FDO:

JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ

GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:

P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA

FECHA:

NOV.-2025

ESCALA:

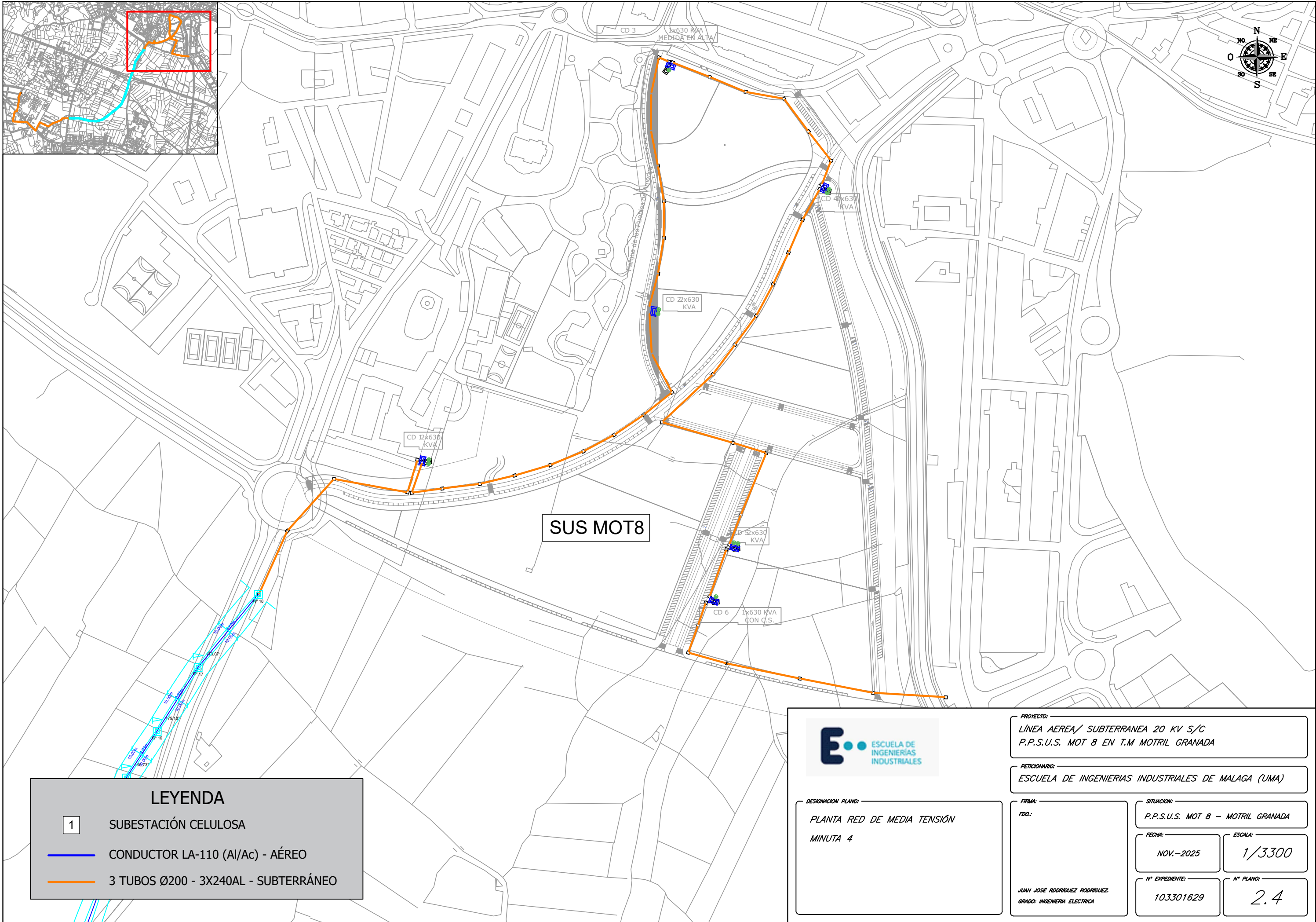
1/2500

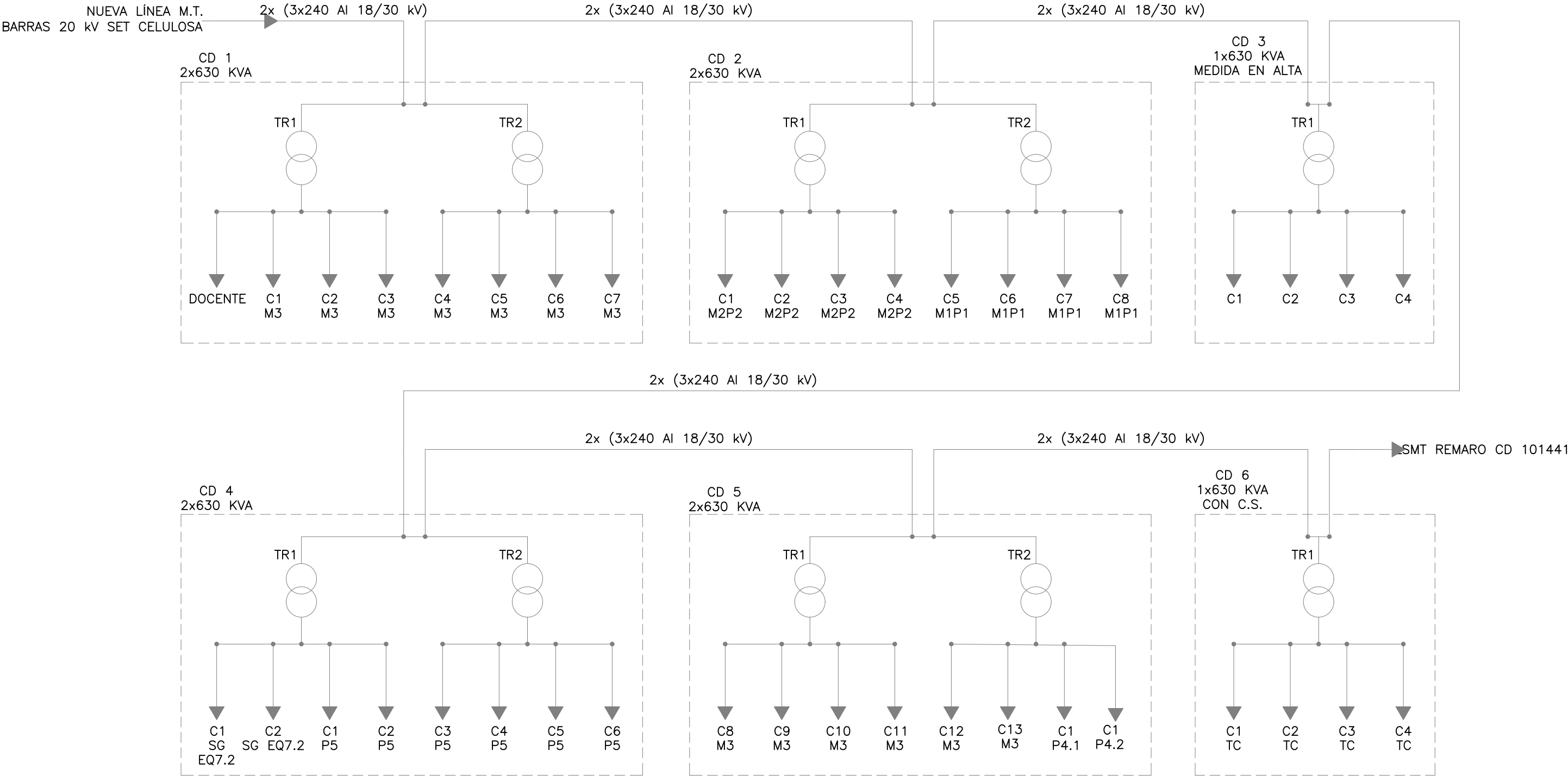
Nº EXPEDIENTE:

103301629

Nº PLANO:

2.3





DESIGNACION PLANO:
ESQUEMA UNIFILAR
RED SUBTERRANEA DE M.T.

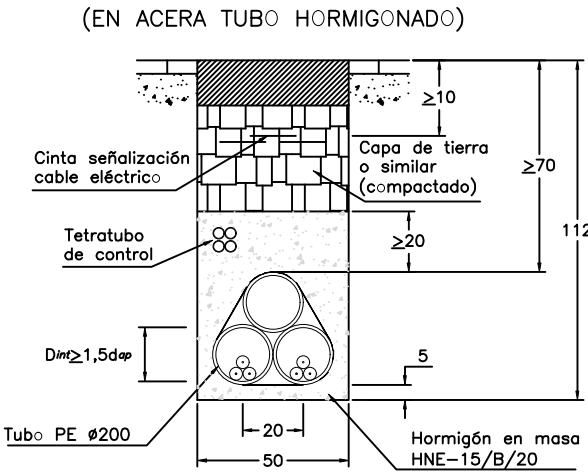
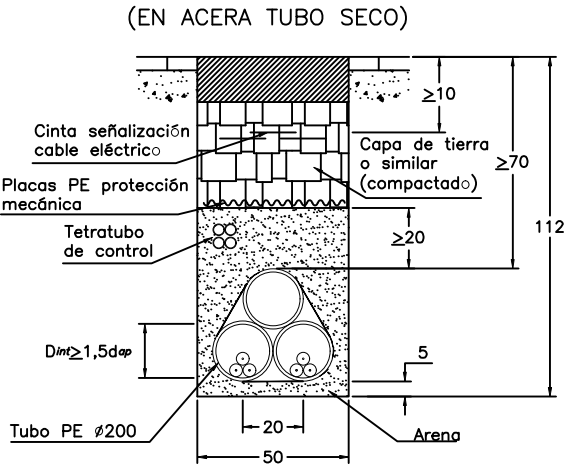
PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

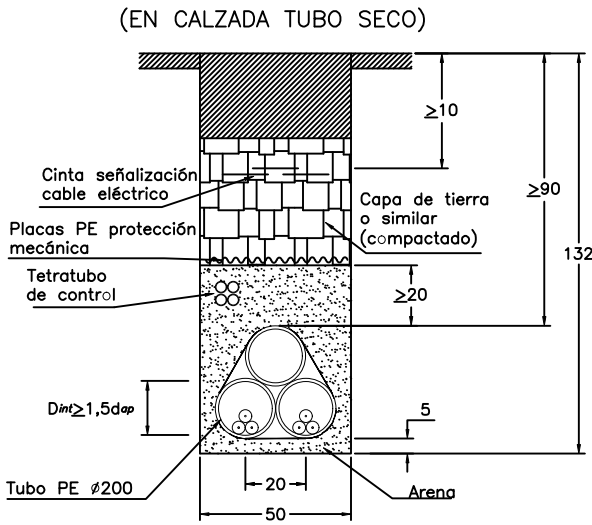
FIRMA:
FDO.:
JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA
FECHA:
NOV.-2025
Nº EXPEDIENTE:
103301629
ESCALA:
S.E.
Nº PLANO:
03

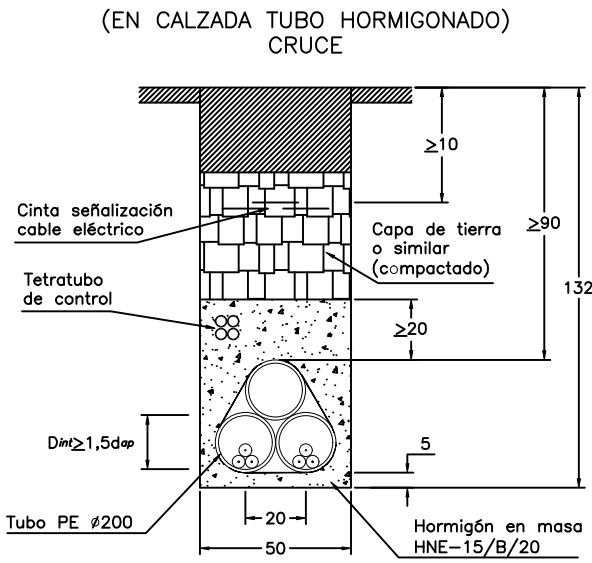
CIRCUITOS EN ACERA



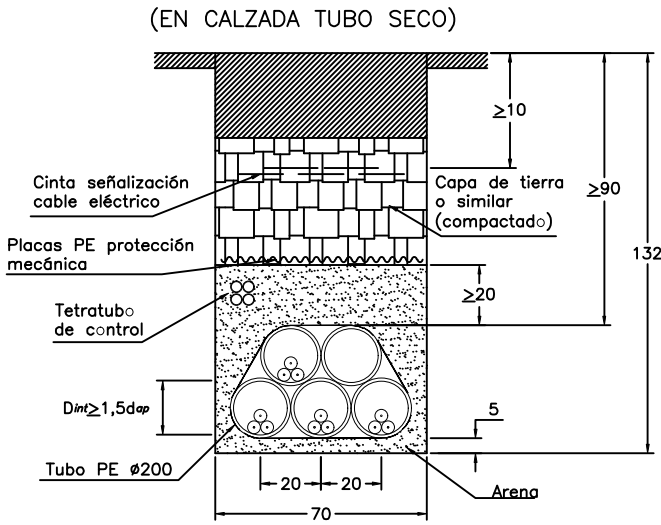
CIRCUITOS EN CALZADA



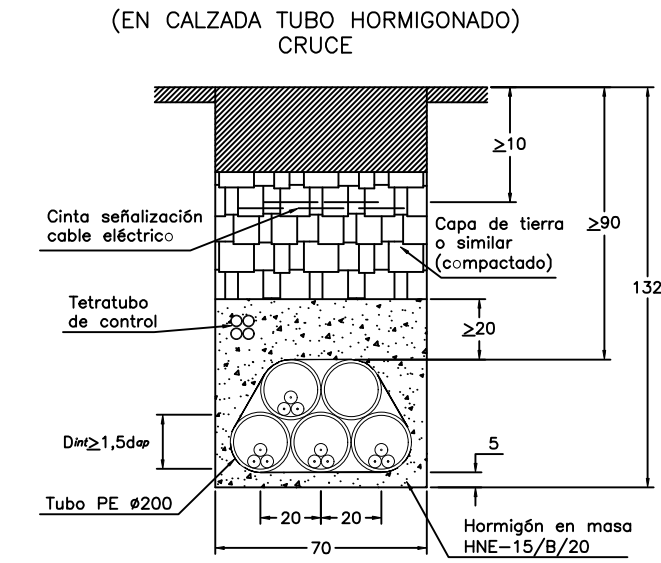
NOTA: A utilizar solo en zanja paralela a la acera



CIRCUITOS EN CALZADA



NOTA: A utilizar solo en zanja paralela a la acera



PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO:
CANALIZACIONES

FIRMA:
FDO.:

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

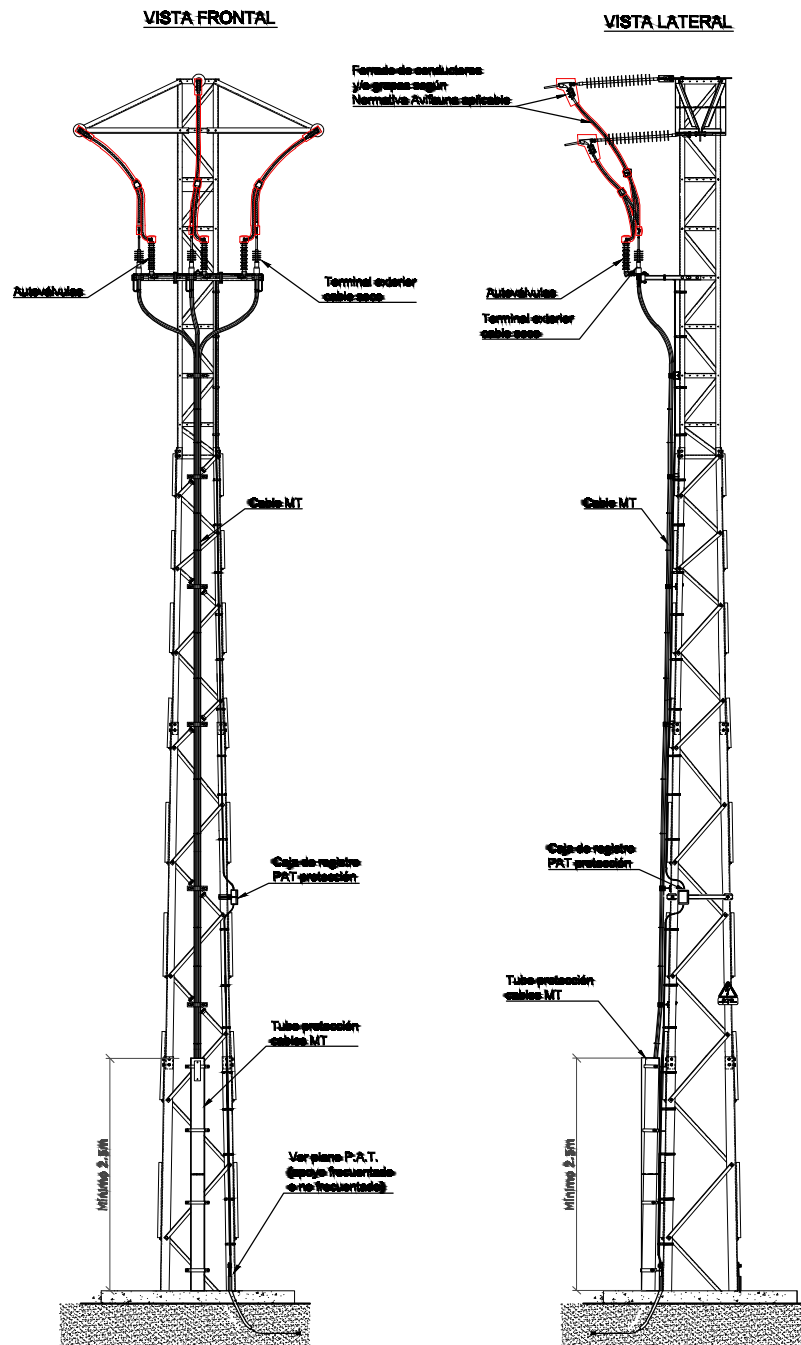
ESCALA:
1/25

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
04

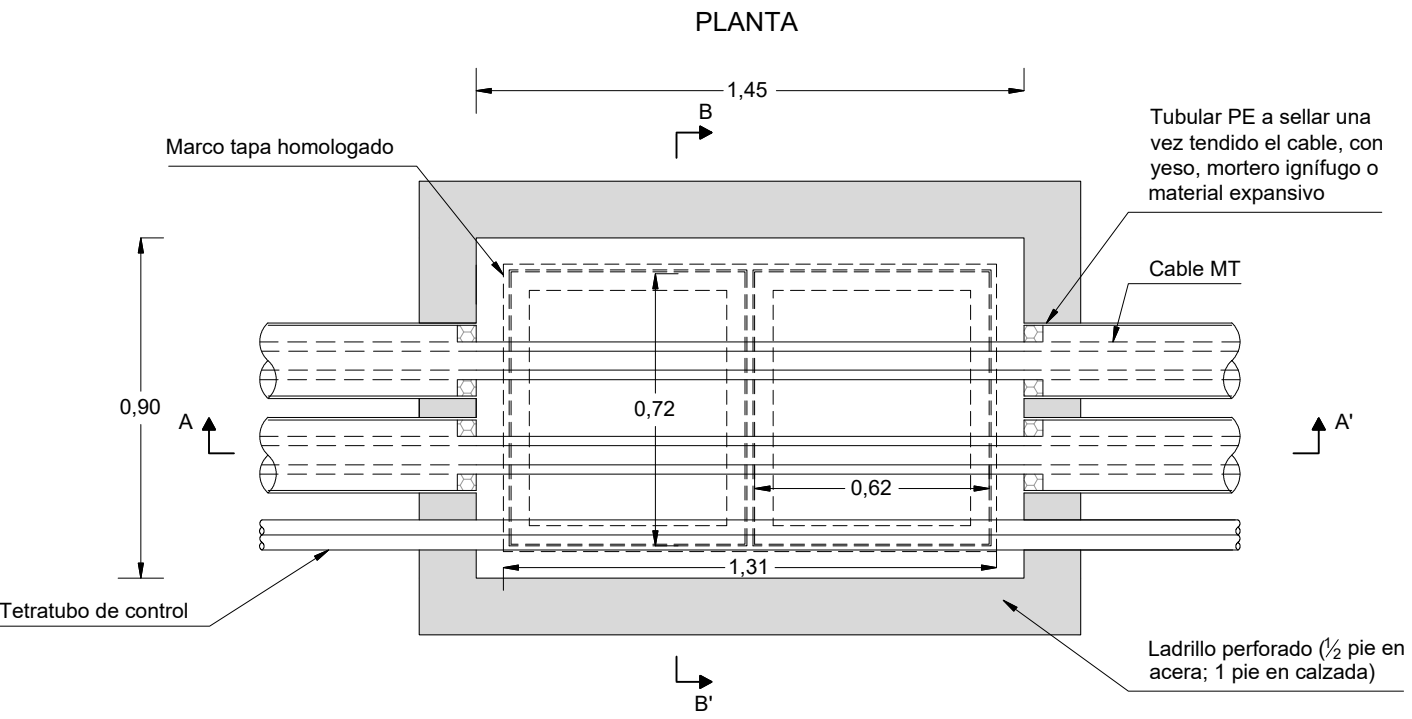
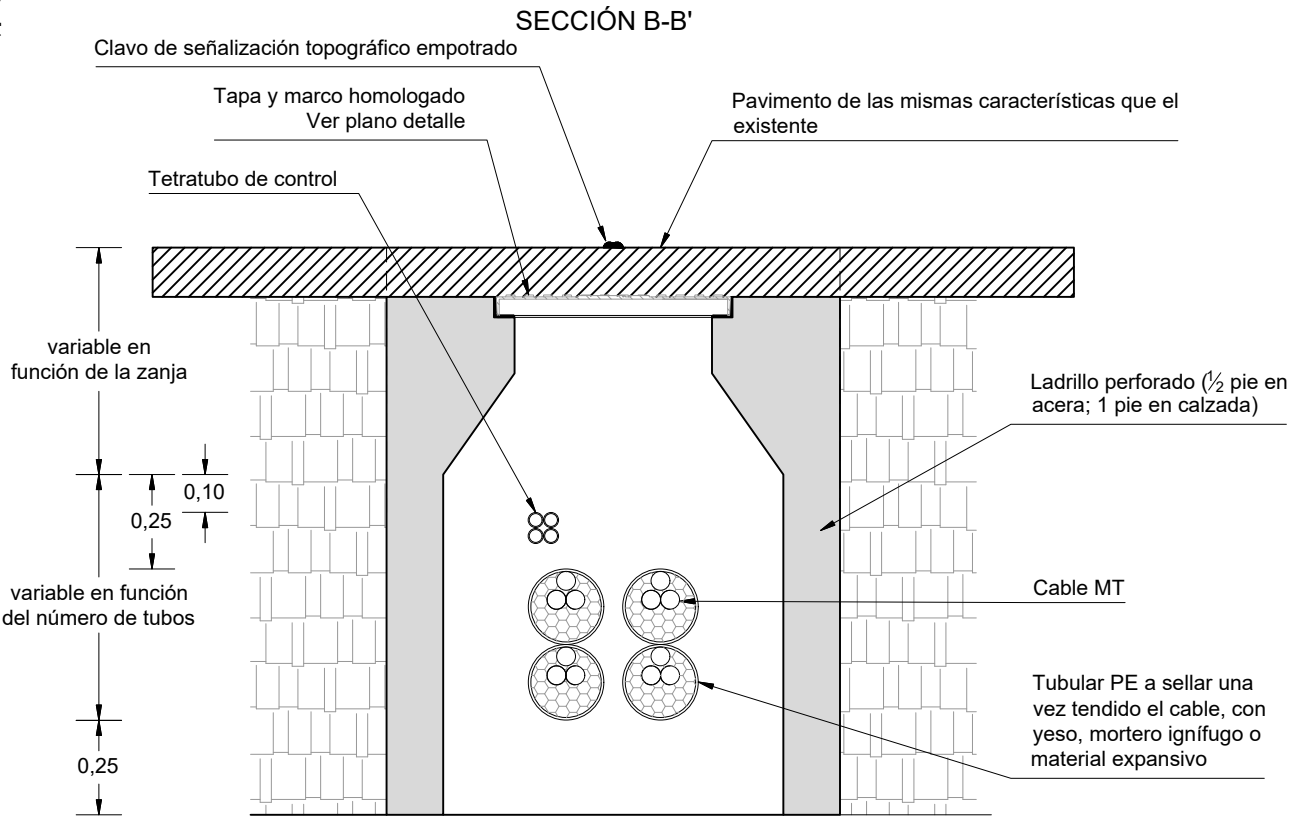
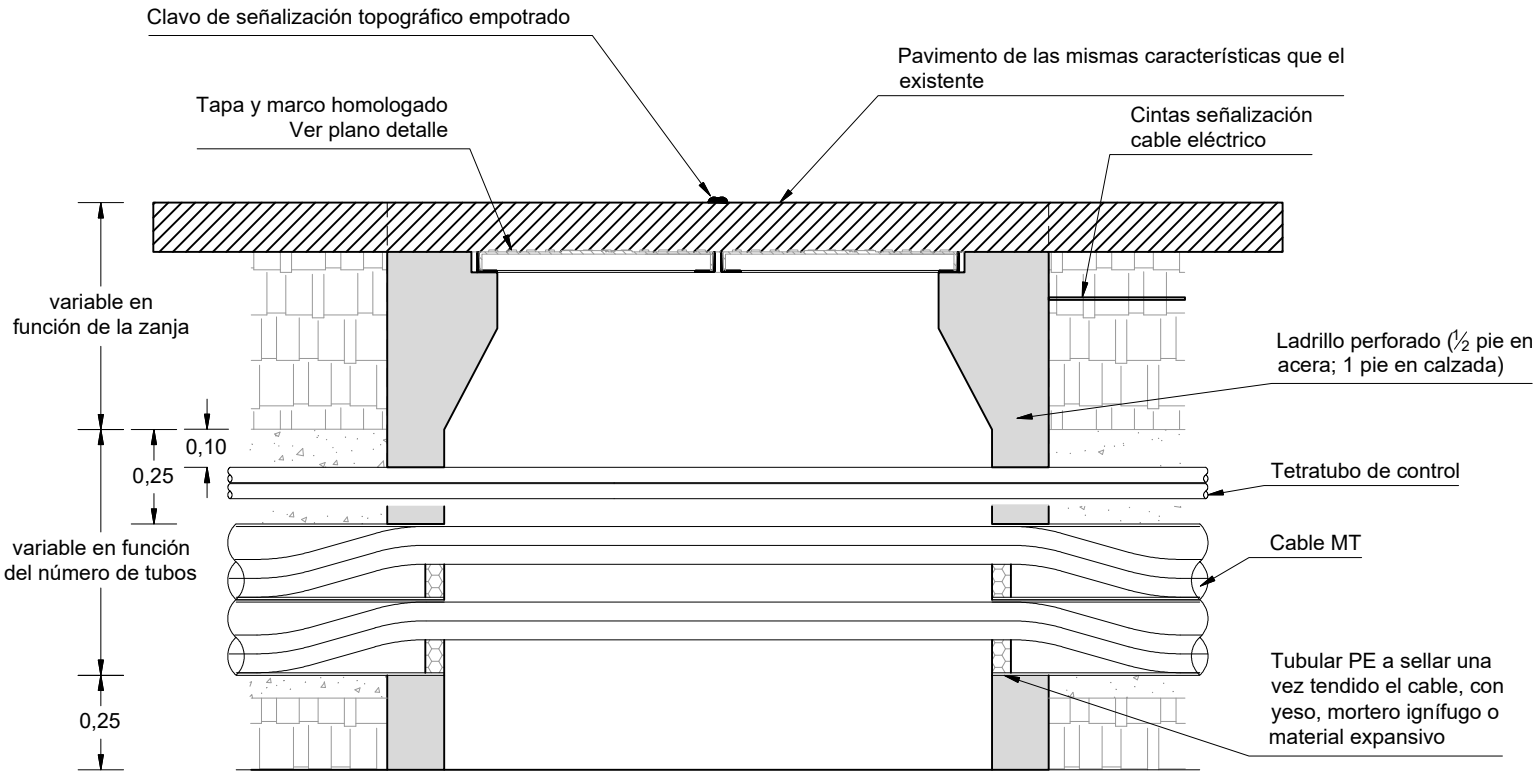
APOYO METÁLICO CRUCETA TRIANGULO CON CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA



PROYECTO:	LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA	
		ESCALA: S.E.
		PLANO N°. 5
PLANO	CONVERSION SUBTERRANEO AEREA	HOJA: 1 de 1

SECCIÓN A-A'

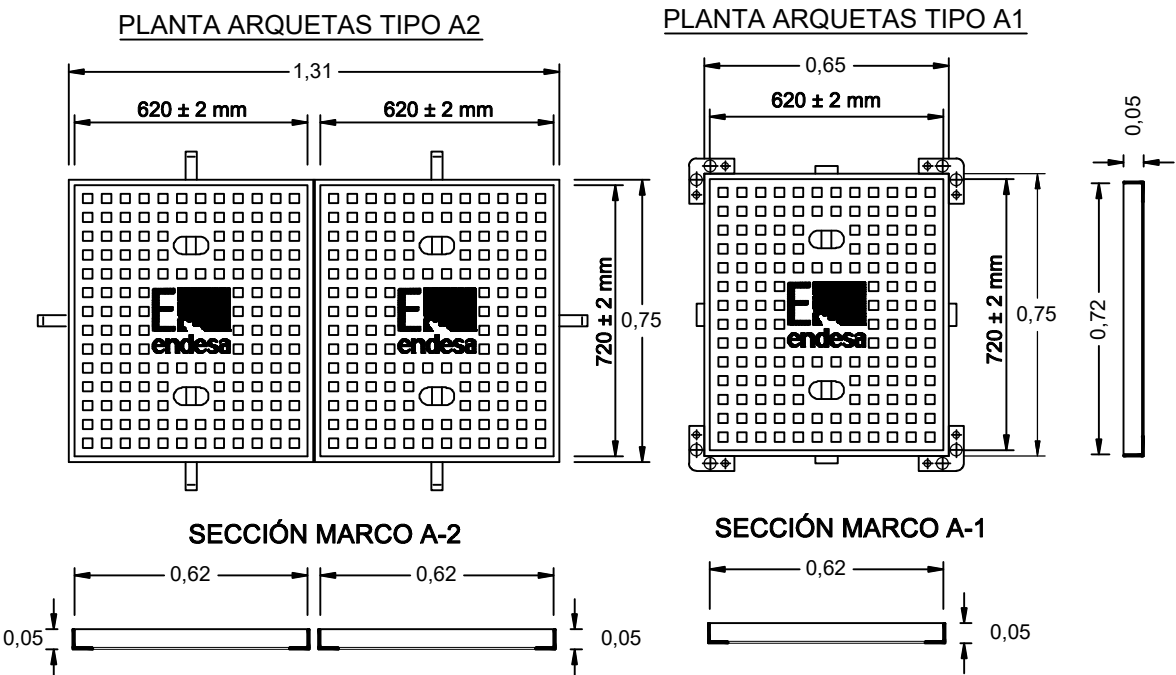
ARQUETA A2 REGISTRABLE



NOTA:

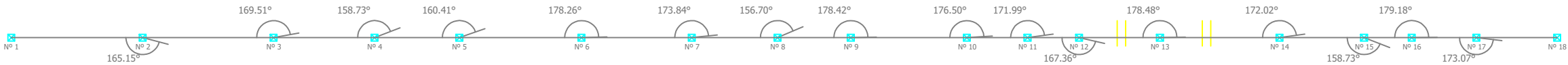
* Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra

DETALLE TAPAS

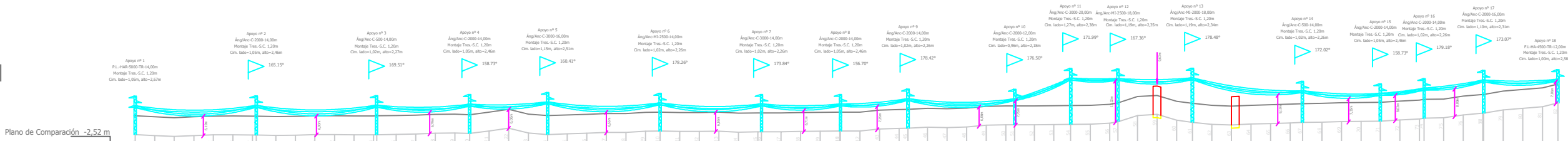


	PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA	
	PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)	
DESIGNACION PLANO: TAPAS Y ARQUETAS	FIRMA: FDO.:	SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA
	FECHA: NOV.-2025	ESCALA: 1/20
JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ. GRADO: INGENIERIA ELECTRICA	Nº EXPEDIENTE: 103301629	Nº PLANO: 06

Planta



Perfil



Datos topográficos	Estaciones		
	Parciales		
	Al origen		
	Distancias		
	Ordenadas del terreno		
	Num. de poste y vano		
Longitud de la línea en km			
Num. y longitud de las parcelas			



PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO:
PERFIL DE LAMT.

FIRMA:
FDO.:

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
S.E.

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

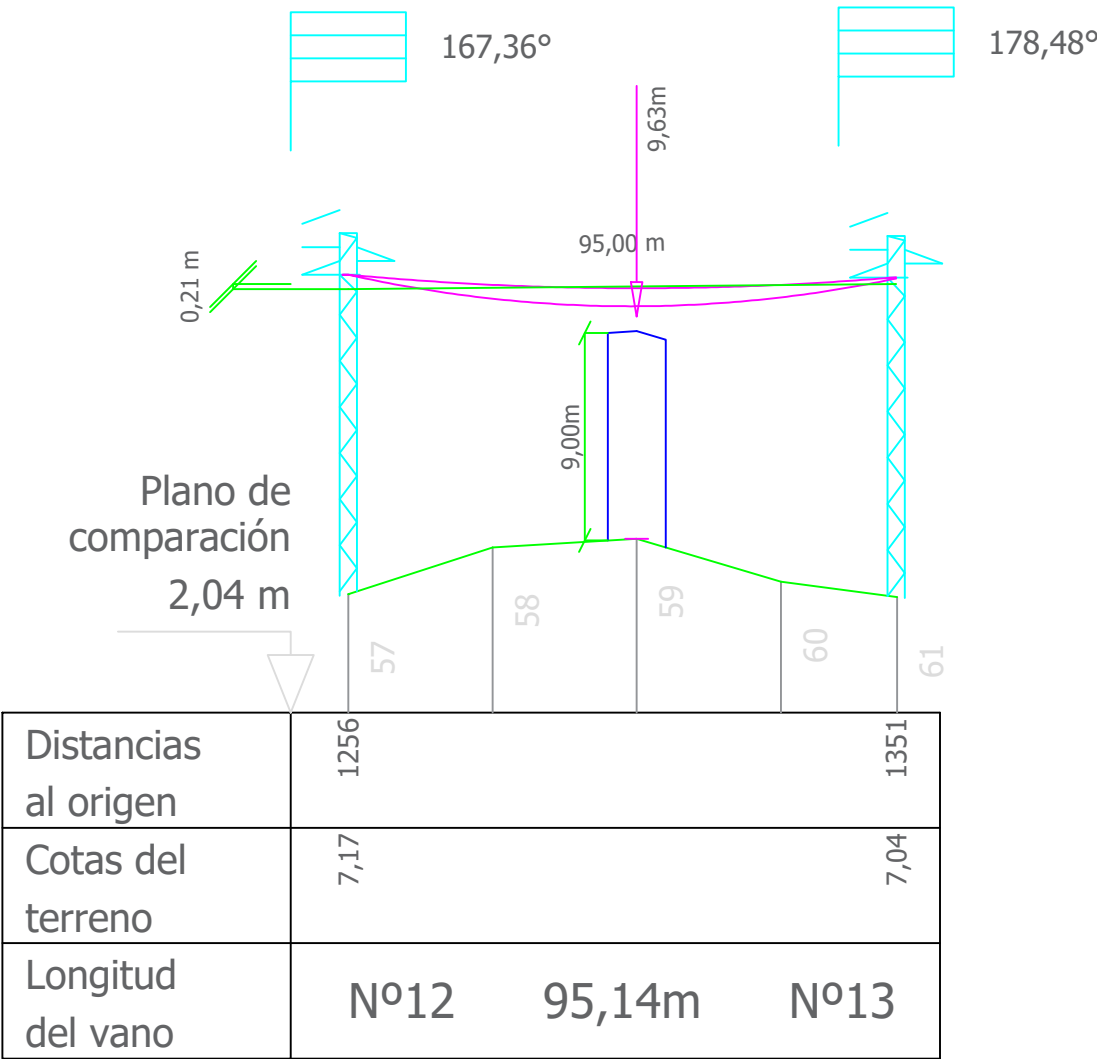
Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
07

PLANTA



PERFIL



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 12: Ángulo/Anclaje--4.2E+02daN-18m
Montaje Tresbolillo
Separación de Conductores 4,2E+0257m
- Apoyo nº 13: Ángulo/Anclaje--4.2E+02daN-18m
Montaje Tresbolillo
Separación de Conductores 4,2E+0257m

PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA: NOV.-2025

ESCALA: S.E.

Nº EXPEDIENTE: 103301629

Nº PLANO: 8

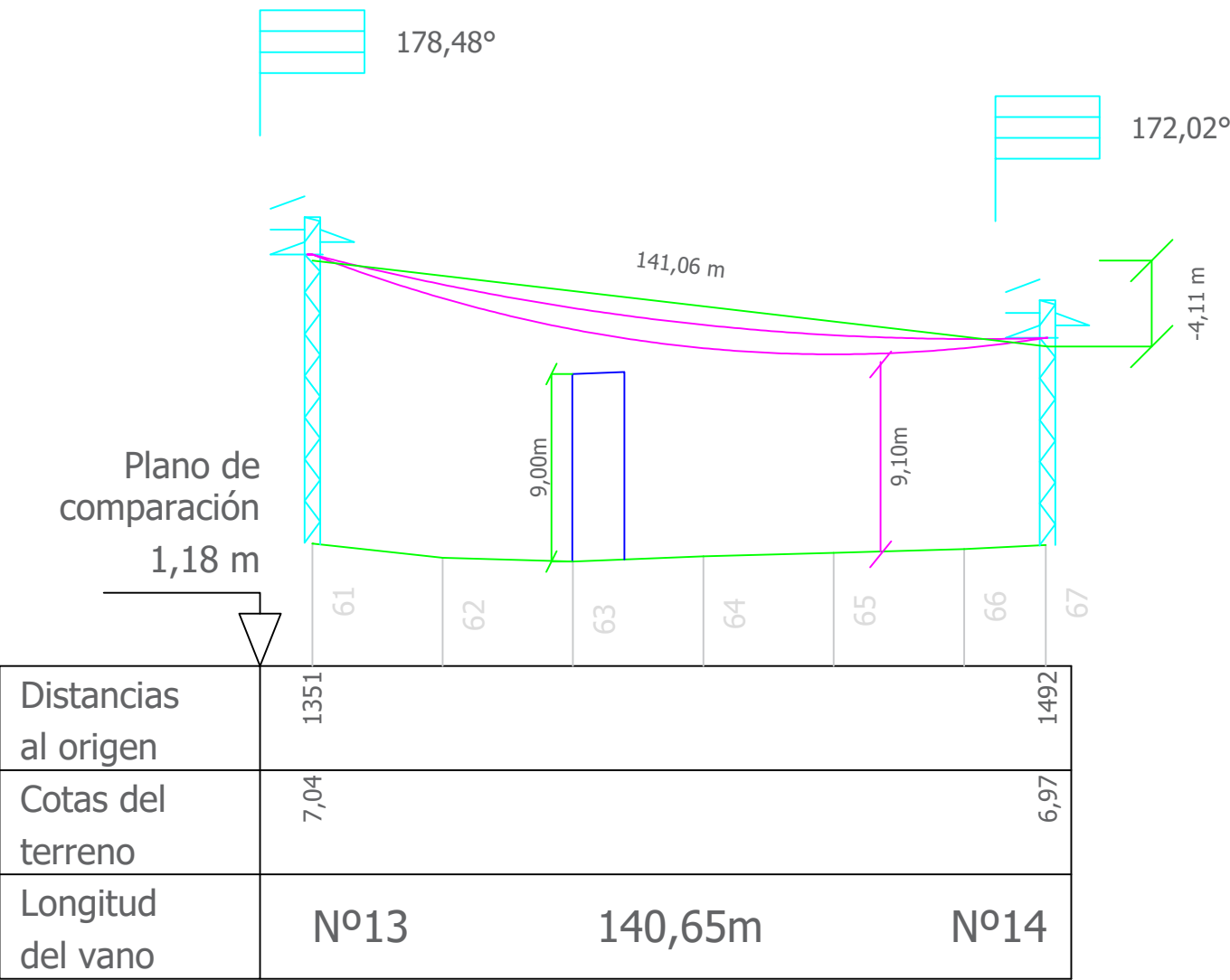
DESIGNACION PLANO: SEPARATA VANO 12

FIRMA: JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

PLANTA



PERFIL



Características de los apoyos:

- Apoyo nº 13: Ángulo/Anclaje--4.2E+0202daN-18m
Montaje Tresbolillo
Separación de Conductores 4,2E+0257m
- Apoyo nº 14: Ángulo/Anclaje--4.2E+0202daN-18m
Montaje Tresbolillo
Separación de Conductores 4,2E+0257m



PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO:
SEPARATA VANO 13

FIRMA:
FDO:

JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

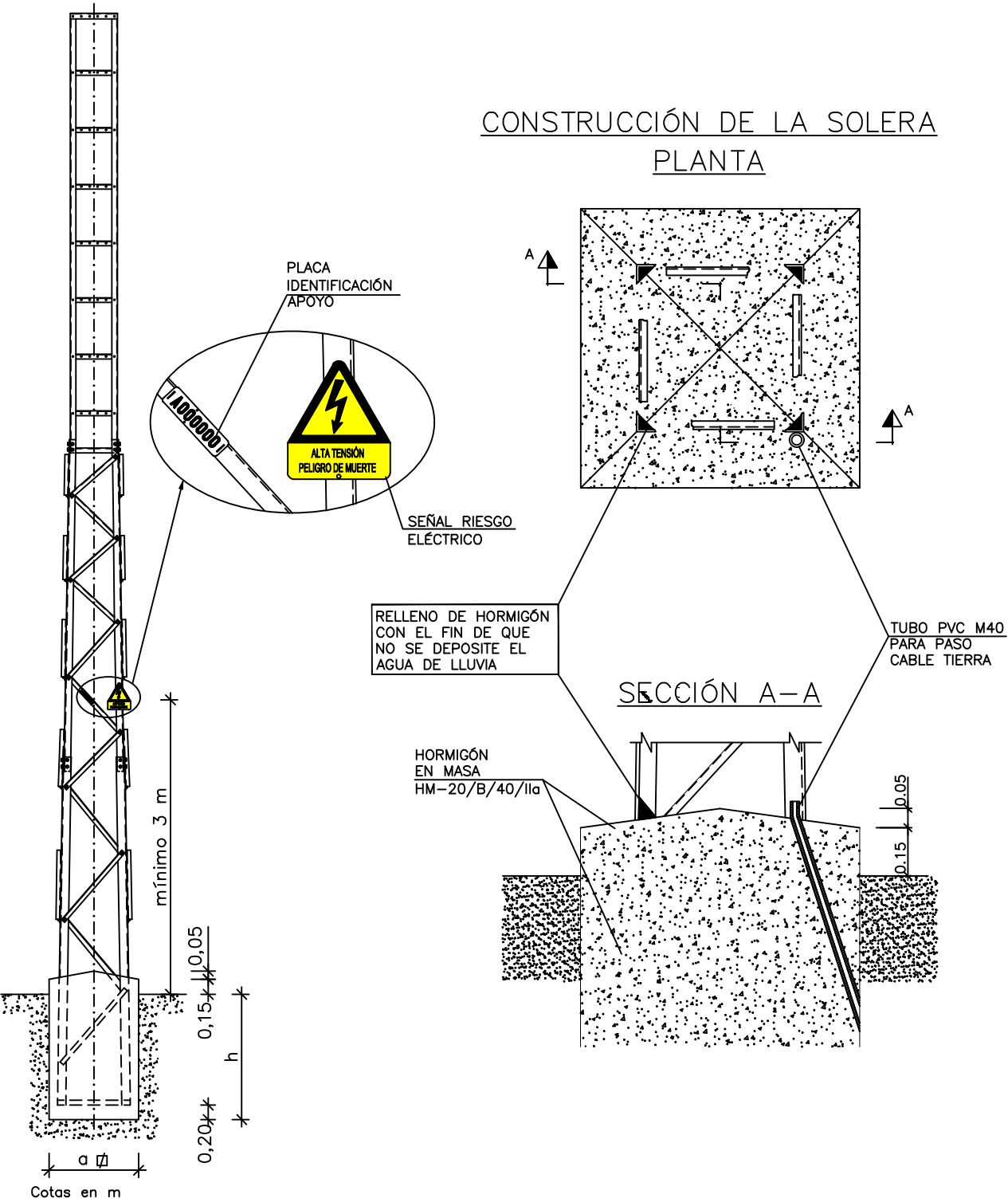
Nº EXPEDIENTE:
103301629

ESCALA:
S.E.

Nº PLANO:
8.1

CIMENTACIONES

APOYO		TIPO DE TERRENO											
		Flojo (K=8)				Normal (K=12)				Rocoso (K=16)			
		Dimensiones		Volumen		Dimensiones		Volumen		Dimensiones		Volumen	
Altura (m)	Esfuerzo (daN)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)	a (m)	h (m)	Excavación (m³)	Hormigonado (m³)
10	500	0.91	1.58	1.31	1.45	0.91	1.44	1.20	1.34	0.91	1.34	1.11	1.25
	1000	0.89	1.92	1.53	1.66	0.89	1.74	1.38	1.52	0.89	1.62	1.29	1.42
	2000	0.92	2.27	1.93	2.07	0.92	2.06	1.75	1.89	0.92	1.92	1.63	1.77
	3000	0.92	2.51	2.13	2.27	0.92	2.28	1.93	2.08	0.92	2.13	1.81	1.95
	4500	0.97	2.74	2.58	2.74	0.97	2.49	2.35	2.50	0.97	2.32	2.19	2.34
12	500	1.00	1.61	1.61	1.78	1.00	1.47	1.47	1.64	1.00	1.37	1.37	1.54
	1000	0.97	1.96	1.85	2.01	0.97	1.78	1.68	1.84	0.97	1.66	1.57	1.72
	2000	1.01	2.32	2.37	2.54	1.01	2.11	2.16	2.33	1.01	1.96	2.00	2.17
	3000	1.01	2.58	2.64	2.81	1.01	2.34	2.39	2.56	1.01	2.18	2.23	2.40
	4500	1.09	2.80	3.33	3.53	1.09	2.53	3.01	3.21	1.09	2.36	2.81	3.01
	7000	1.40	2.95	5.79	6.11	1.40	2.75	5.39	5.72	1.40	2.55	5.00	5.33
14	9000	1.40	3.10	6.08	6.41	1.40	2.90	5.69	6.02	1.40	2.70	5.30	5.62
	500	1.09	1.63	1.94	2.14	1.09	1.48	1.76	1.96	1.09	1.39	1.66	1.85
	1000	1.05	2.00	2.21	2.39	1.05	1.82	2.01	2.20	1.05	1.70	1.88	2.06
	2000	1.10	2.36	2.86	3.06	1.10	2.15	2.61	2.81	1.10	2.00	2.42	2.63
	3000	1.11	2.62	3.23	3.44	1.11	2.37	2.93	3.13	1.11	2.21	2.73	2.93
	4500	1.21	2.83	4.15	4.39	1.21	2.57	3.77	4.01	1.21	2.39	3.50	3.75
	7000	1.55	3.00	7.21	7.61	1.55	2.75	6.61	7.01	1.55	2.55	6.13	6.53
16	9000	1.55	3.15	7.57	7.97	1.55	2.95	7.09	7.49	1.55	2.75	6.61	7.01
	500	1.17	1.65	2.26	2.49	1.17	1.50	2.06	2.29	1.17	1.40	1.92	2.15
	1000	1.11	2.05	2.53	2.74	1.11	1.85	2.28	2.49	1.11	1.73	2.14	2.34
	2000	1.18	2.40	3.35	3.58	1.18	2.18	3.04	3.27	1.18	2.03	2.83	3.06
	3000	1.18	2.67	3.72	3.95	1.18	2.42	3.37	3.61	1.18	2.25	3.14	3.37
	4500	1.31	2.87	4.93	5.22	1.31	2.60	4.47	4.75	1.31	2.43	4.18	4.46
	7000	1.70	3.05	8.82	9.30	1.70	2.70	7.81	8.29	1.70	2.60	7.52	8.00
18	9000	1.70	3.20	9.25	9.73	1.70	2.95	8.53	9.01	1.70	2.75	7.95	8.43
	500	1.25	1.67	2.61	2.87	1.25	1.52	2.38	2.64	1.25	1.42	2.22	2.48
	1000	1.18	2.07	2.89	3.12	1.18	1.88	2.62	2.85	1.18	1.75	2.44	2.67
	2000	1.27	2.43	3.92	4.19	1.27	2.20	3.55	3.82	1.27	2.05	3.31	3.58
	3000	1.26	2.69	4.28	4.54	1.26	2.44	3.88	4.14	1.26	2.27	3.61	3.87
	4500	1.43	2.89	5.91	6.26	1.43	2.62	5.36	5.70	1.43	2.44	4.99	5.34
	7000	1.85	3.10	10.61	11.19	1.85	2.80	9.59	10.16	1.85	2.75	9.42	9.99
20	9000	1.85	3.25	11.13	11.70	1.85	3.00	10.27	10.84	1.85	2.85	9.76	10.33
	500	1.34	1.67	3.00	3.30	1.34	1.52	2.73	3.03	1.34	1.42	2.55	2.85
	1000	1.26	2.08	3.31	3.57	1.26	1.90	3.02	3.29	1.26	1.77	2.82	3.08
	2000	1.34	2.46	4.42	4.72	1.34	2.23	4.01	4.31	1.34	2.08	3.74	4.04
	3000	1.35	2.73	4.98	5.28	1.35	2.49	4.54	4.85	1.35	2.30	4.20	4.50
	4500	1.53	2.92	6.84	7.23	1.53	2.65	6.21	6.60	1.53	2.47	5.79	6.18
	7000	2.00	3.13	12.52	13.19	2.00	2.85	11.40	12.07	2.00	2.80	11.20	11.87
22	9000	2.00	3.28	13.12	13.79	2.00	3.00	12.00	12.67	2.00	2.90	11.60	12.27
	500	1.40	1.69	3.32	3.64	1.40	1.54	3.02	3.35	1.40	1.44	2.83	3.15
	1000	1.35	2.10	3.83	4.14	1.35	1.91	3.49	3.79	1.35	1.78	3.25	3.55
	2000	1.45	2.47	5.20	5.55	1.45	2.24	4.71	5.07	1.45	2.09	4.40	4.75
	3000	1.46	2.74	5.85	6.20	1.46	2.48	5.29	5.65	1.46	2.31	4.93	5.28
	4500	1.61	2.95	7.65	8.08	1.61	2.67	6.93	7.36	1.61	2.49	6.46	6.89
	7000	2.20	3.16	15.30	16.11	2.20	2.85	13.80	14.61	2.20	2.85	13.80	14.61
24	9000	2.20	3.32	16.07	16.88	2.20	3.05	14.77	15.57	2.20	2.90	14.04	14.85
	500	1.40	1.79	3.51	3.84	1.40	1.62	3.18	3.51	1.40	1.53	3.00	3.33
	1000	1.40	2.05	4.02	4.35	1.40	1.86	3.65	3.98	1.40	1.73	3.40	3.72
	2000	1.45	2.38	5.01	5.36	1.45	2.15	4.53	4.88	1.45	2.01	4.23	4.58
	3000	1.47	2.60	5.62	5.98	1.47	2.35	5.08	5.44	1.47	2.20	4.76	5.12
	4500	1.61	2.83	7.34	7.77	1.61	2.56	6.64	7.07	1.61	2.40	6.23	6.66
	7000	2.47	2.68	16.36	17.37	2.47	2.44	14.89	15.91	2.47	2.35	14.34	15.36
26	9000	2.52	2.85	18.10	19.16	2.52	2.59	16.45	17.51	2.52	2.41	15.31	16.37
	500	1.45	1.81	3.81	4.16	1.45	1.65	3.47	3.82	1.45	1.54	3.24	3.59
	1000	1.47	2.07	4.48	4.84	1.47	1.88	4.07	4.43	1.47	1.75	3.79	4.15
	2000	1.55	2.39	5.75	6.15	1.55	2.16	5.19	5.59	1.55	2.02	4.86	5.26
	3000	1.57	2.61	6.44	6.85	1.57	2.36	5.82	6.23	1.57	2.20	5.43	5.84
	4500	1.66	2.83	7.80	8.26	1.66	2.56	7.06	7.52	1.66	2.40	6.62	7.08
	7000	2.64	2.68	18.68	19.85	2.64	2.45	17.08	18.24	2.64	2.41	16.80	17.96
26	9000	2.70	2.85	20.78	22.00	2.70	2.59	18.89	20.10	2.70	2.49	18.16	19.37



PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA: FDO.: SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA: NOV.-2025 ESCALA: S/E

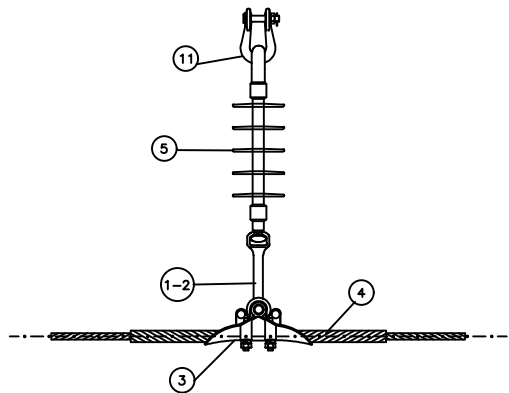
Nº EXPEDIENTE: 103301629 Nº PLANO: 09

DESIGNACION PLANO: CIMENTACIONES APOYOS CELOSIA

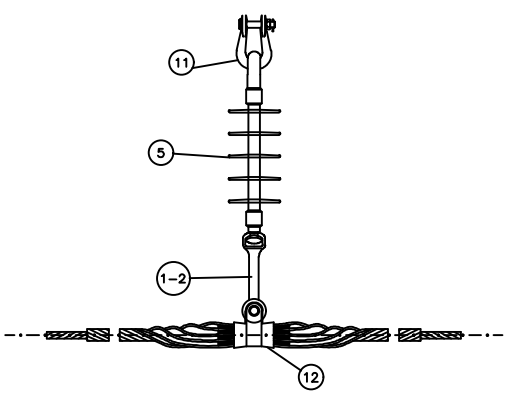
JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

AISLAMIENTO POLIMÉRICO SUSPENSIÓN

CON PREFORMADO (ARMOR ROD)

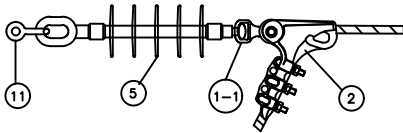


GRAPA ARMADA

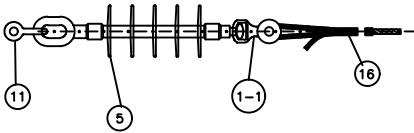


AISLAMIENTO POLIMÉRICO AMARRE

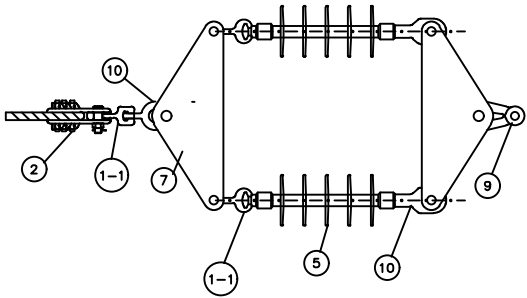
AMARRE SENCILLO CON GRAPA



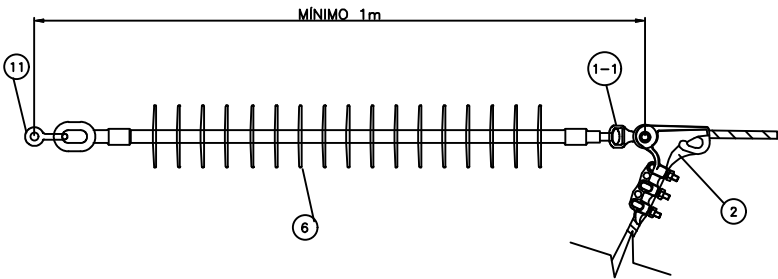
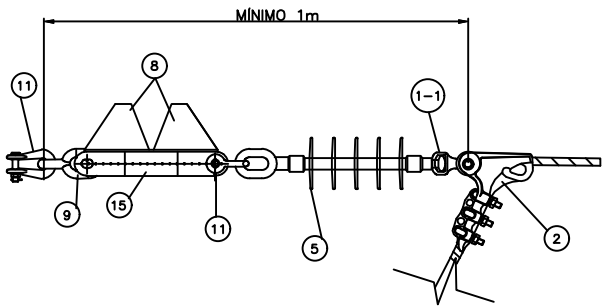
AMARRE SENCILLO CON PERFORMADO



AMARRE DOBLE CON GRAPA



CADENA AISLAMIENTO POLIMÉRICO
ZONA ESPECIAL PROTECCIÓN AVIFAUNA



LEYENDA

1-1	RÓTULA CORTA	7	YUGO DE ACERO GALVANIZADO
1-2	RÓTULA LARGA	8	CHAPA ANTIPOSDAS
2	GRAPA DE AMARRE	9	GRILLETE REVIRADO
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN	10	ANILLA BOLA
4	VARILLA PERFORMADA DE PROTECCIÓN (ARMOR-ROD)	11	GRILLETE NORMAL
5	AISLADOR POLIMÉRICO (TIPO VARIABLE SEGÚN PROYECTO)	12	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADO GSA
6	AISLADOR POLIMÉRICO ZONA AVIFAUNA	13	RÓTULA GUARDACABOS
		15	ALARGADERA
		16	RETENCIÓN PREFORMADA



DESIGNACION PLANO:
CADENAS DE AISLADORES

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

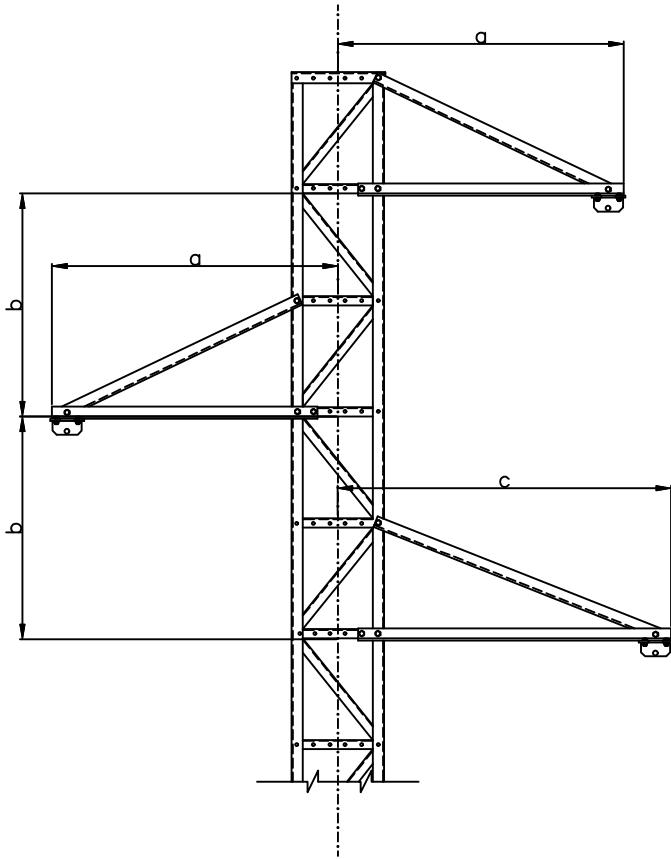
FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
S/E

Nº EXPEDIENTE:
103301629

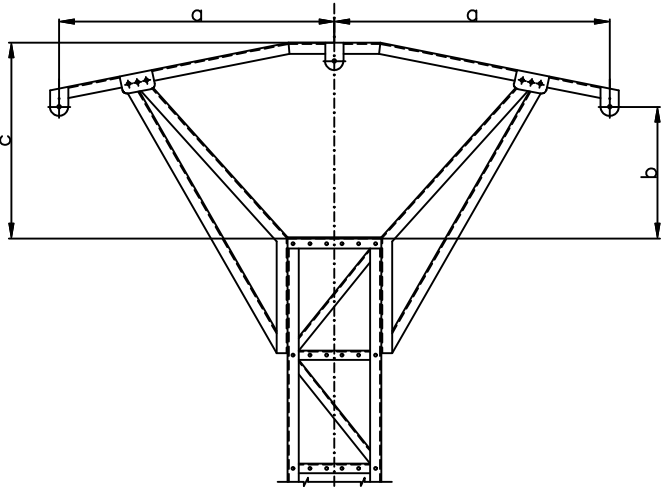
Nº PLANO:
10

CRUCETAS PARA APOYOS CELOSÍA



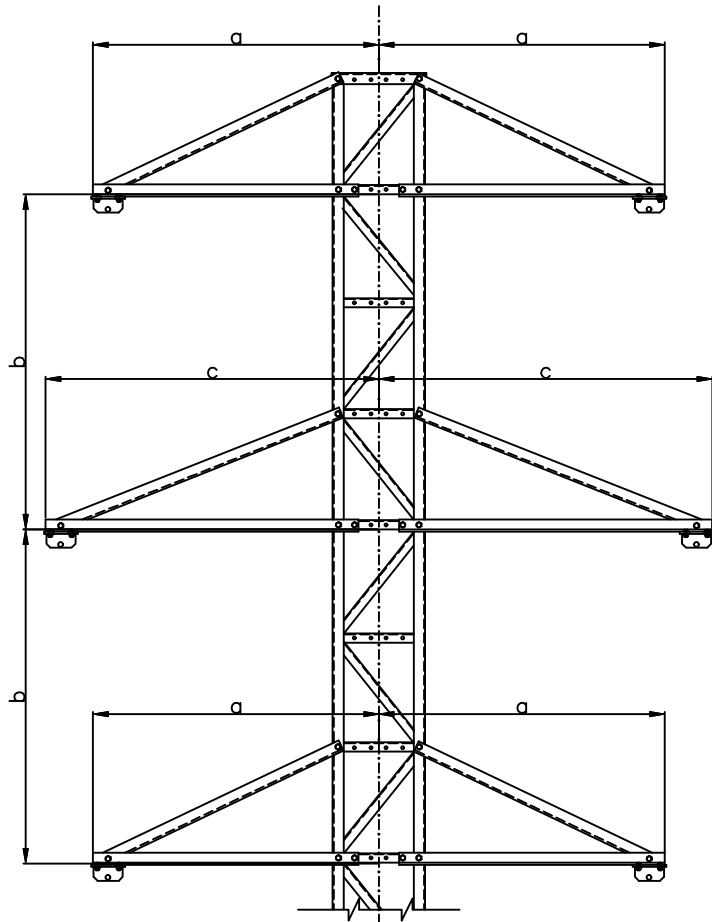
TRESBOLILLO			
	a	b	c
TB1	1.50	1.20	1.75
TB2	1.50	1.80	1.75
TB3	1.75	1.20	2.00
TB4	1.75	1.80	2.00
TB5	2.00	1.80	2.00

* medidas en metros
NOTA: Disposición simétrica de crucetas (a=c) también podrá considerarse válida



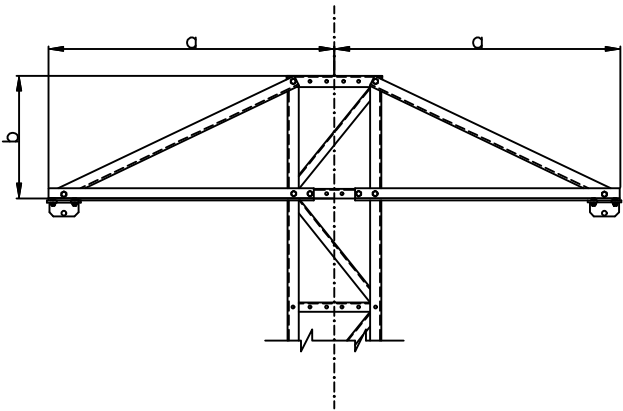
BÓVEDA			
	a	b	c
B1	1.50	0.70 mín 1.20 máx	1.10 mín 1.20 máx
B2	2.00	1.00 mín 1.20 máx	1.10 mín 1.60 máx
B3	2.50	1.00 mín 1.10 máx	1.60 mín 1.80 máx
B4	3.00	0.90 mín 1.10 máx	2.00 mín 2.10 máx

* medidas en metros



DOBLE CIRCUITO			
	a	b	c
E1	1.50	1.20	1.75
E2	1.50	1.80	1.75
E3	1.75	1.20	2.00
E4	1.75	1.80	2.00

* medidas en metros
NOTA: En aquellos casos en los que se requiera una distancia b=2,40 metros se podrán instalar extensiones en la cabeza del apoyo de acuerdo a la Norma AND001



TRIANGULO		
	a	b
TR1	1.50	0.60
TR2	1.75	0.60
TR3	2.00	0.60

* medidas en metros

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

DESIGNACION PLANO:
CRUCETAS PARA APOYOS DE CELOSÍA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO:

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

FECHA:
NOV.-2025

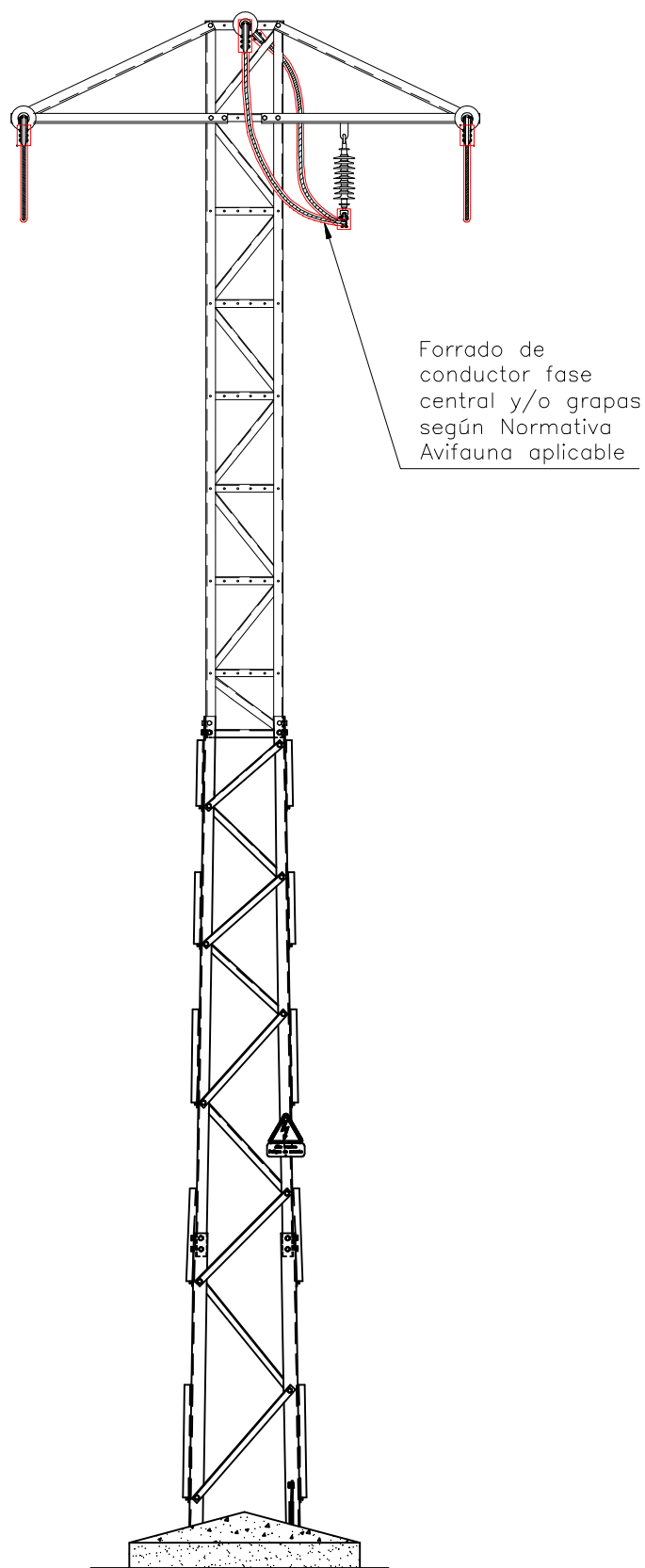
Nº EXPEDIENTE:
103301629

ESCALA:
S/E

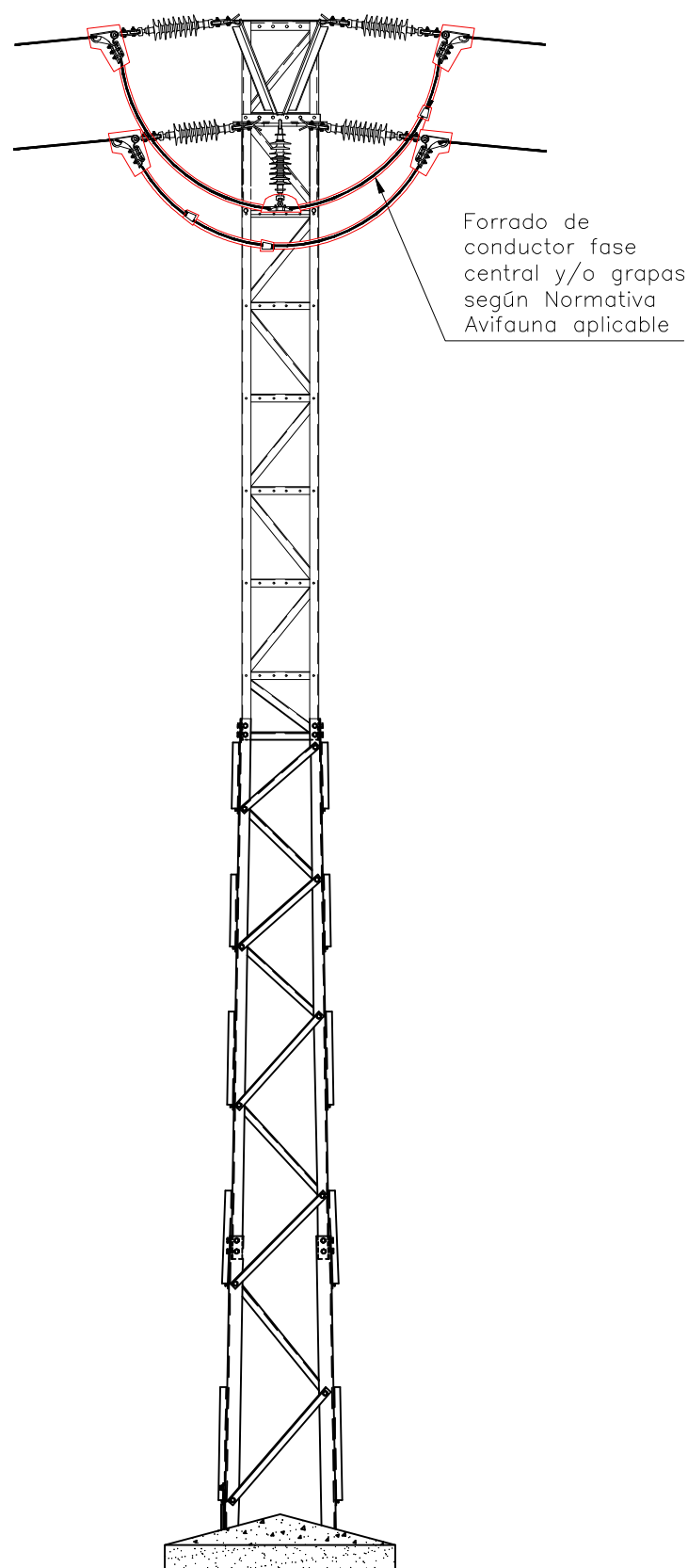
Nº PLANO:
11

ARMADO TRIANGULO
DETALLE AISLADOR FASE CENTRAL

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PROYECTO: *LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C*
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: *ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)*

DESIGNACION PLANO: *ARMADO TRIANGULO*

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION: *P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA*

FECHA: *NOV.-2025*

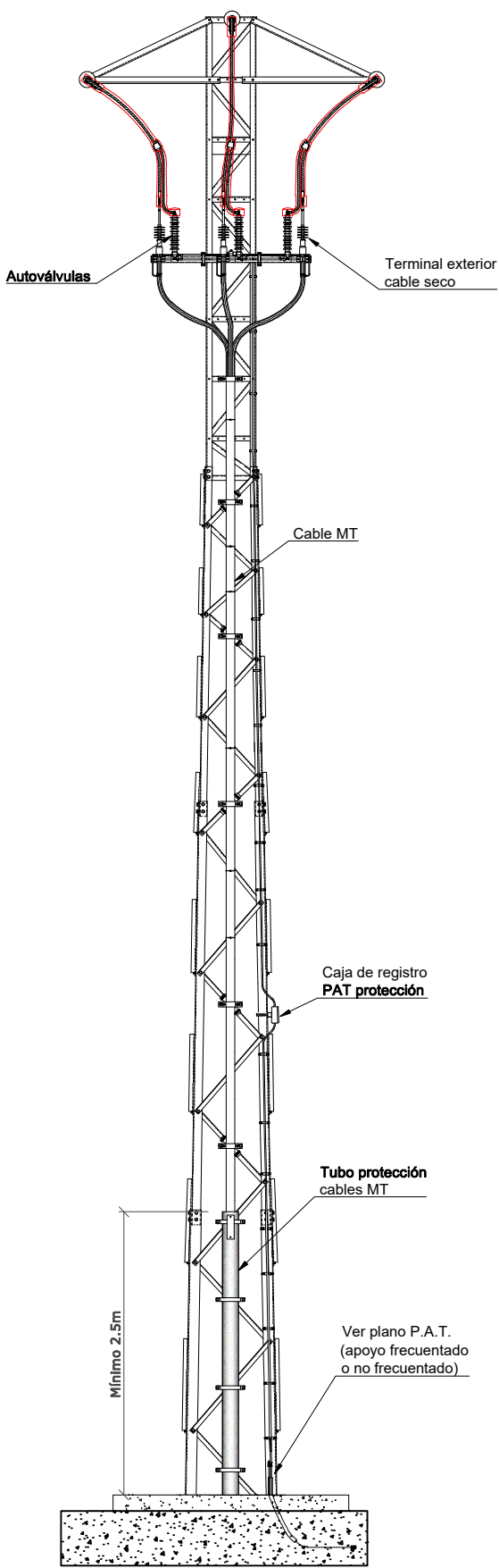
ESCALA: *S/E*

Nº EXPEDIENTE: *103301629*

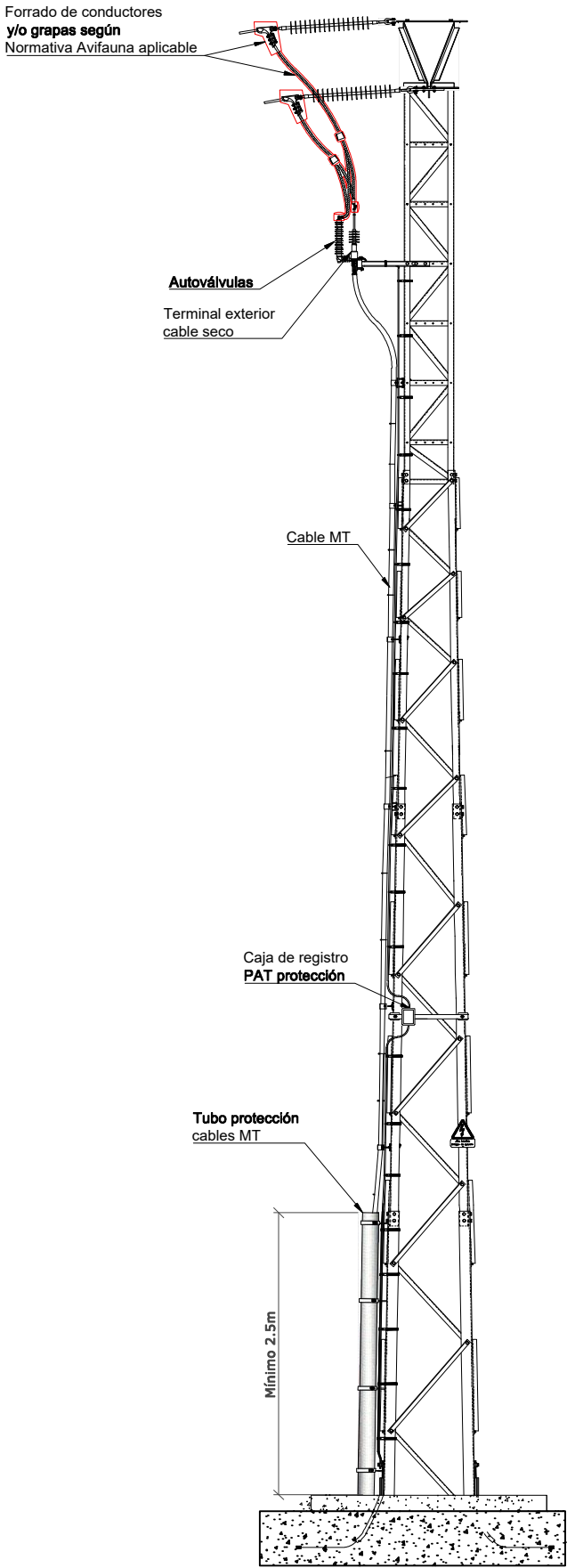
Nº PLANO: *12*

APOYO METÁLICO CRUCETA TRIANGULO
CON CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PROYECTO: **LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C**
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: **ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)**

DESIGNACION PLANO: **APOYO METÁLICO CRUCETA TRIÁNGULO**
CON CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION: **P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA**

FECHA: **NOV.-2025**

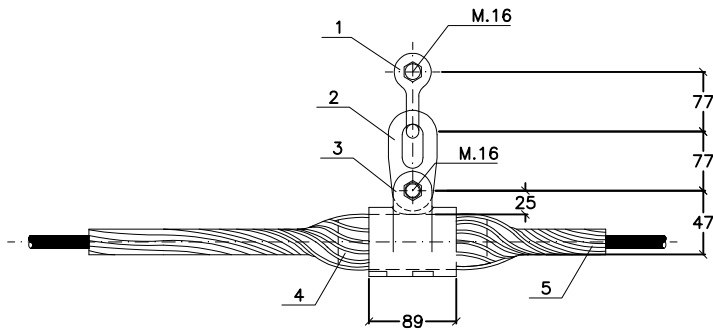
ESCALA: **S/E**

Nº EXPEDIENTE: **103301629**

Nº PLANO: **13**

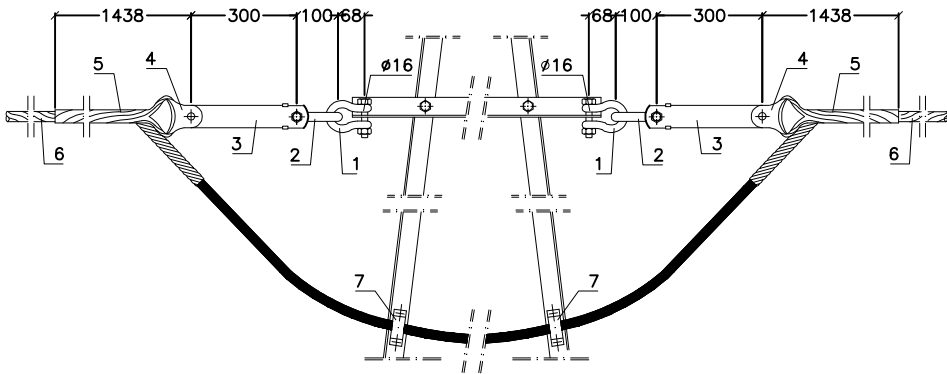
HERRAJES PARA EL CABLE ADSS

CADENA DE SUSPENSIÓN



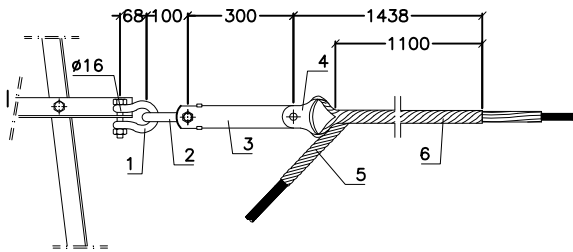
CADENA DE SUSPENSIÓN	
1	GRILLETE RECTO
2	ESLABÓN PLANO
3	GRAPA SUSPENSIÓN ARMADA
4	INSERTO GOMA NEOPRENO
5	VARILLAS PERFORMADAS

CADENA DE AMARRE LÍNEA PASANTE



CADENA DE AMARRE LÍNEA PASANTE	
1	GRILLETE RECTO
2	ESLABÓN REVIRADO
3	TENSOR DE CORREDERA
4	GUARDACABOS
5	EMPALME DE PROTECCIÓN
6	RETENCIÓN DE ANCLAJE
7	GRAPA DE FIJACIÓN A TORRE

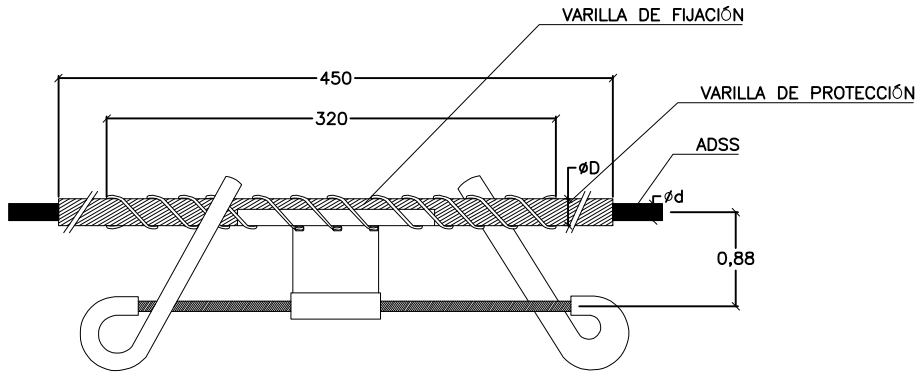
CADENA DE AMARRE FINAL DE LÍNEA



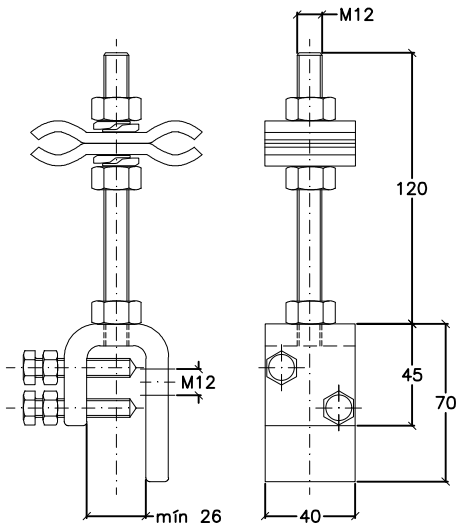
CADENA DE AMARRE FINAL DE LÍNEA	
1	GRILLETE RECTO
2	ESLABÓN REVIRADO
3	TENSOR DE CORREDERA
4	GUARDACABOS
5	VARILLA DE PROTECCIÓN
6	RETENCIÓN DE ANCLAJE

HERRAJES PARA EL CABLE ADSS

ANTIVIBRADOR STOKCBRIDGE (SAPREM)



SOPORTES DE BAJADA



PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

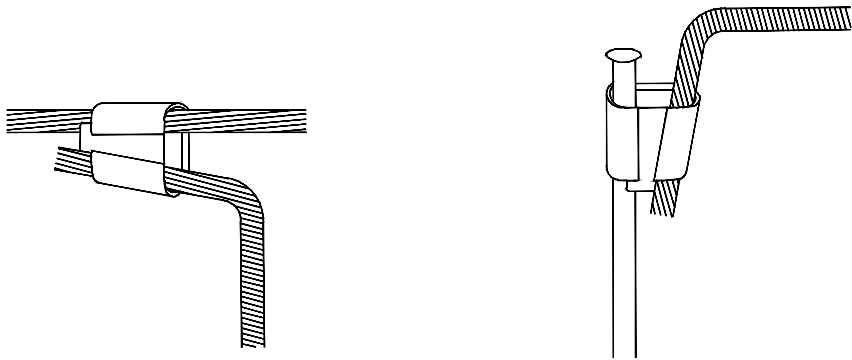
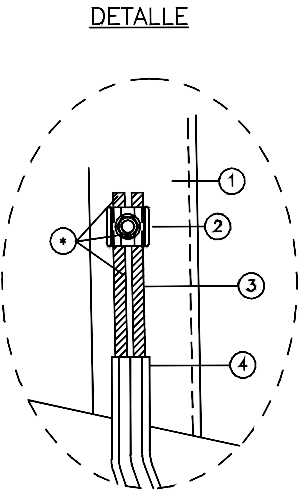
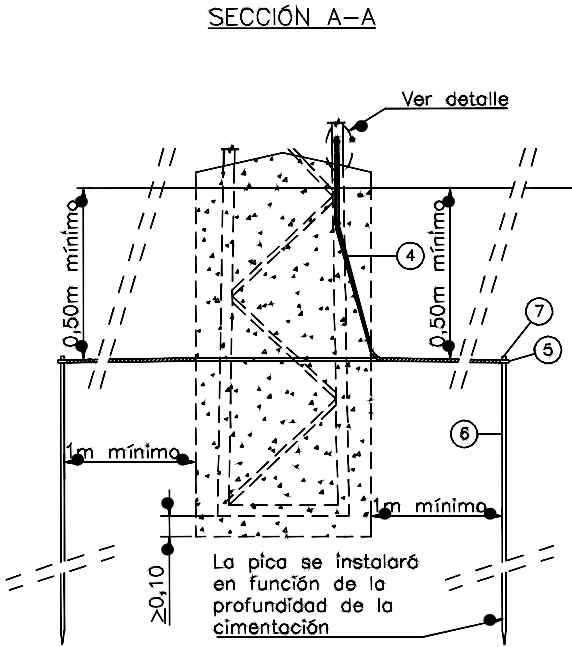
DESIGNACION PLANO: HERRAJES PARA EL CABLE

FIRMA: JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
FDO.: GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

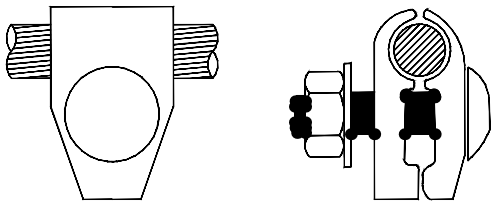
SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA
FECHA: NOV.-2025
ESCALA: S/E
Nº EXPEDIENTE: 103301629
Nº PLANO: 14

APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

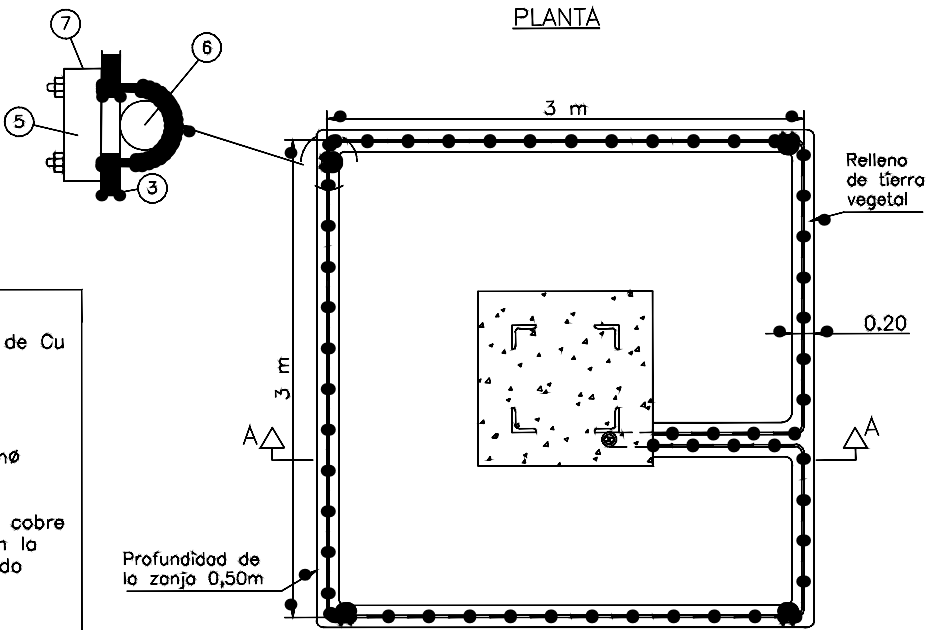


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



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 mínima 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo.



- 1 Apoyo
 - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
 - 3 Cable desnudo de 50mm²
 - 4 Tubo PVC M-40
 - 5 Grapa de conexión para pica
 - 6 Pica de toma a tierra 14,6mm[∅]
 - 7 Cinta protección anticorrosiva
- * El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC



PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO:
PUESTA A TIERRA

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

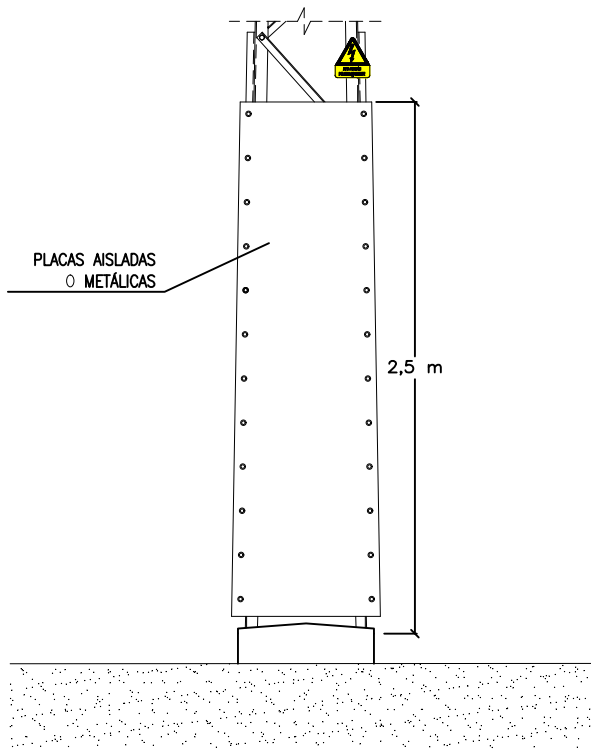
FECHA:
NOV.-2025

Nº EXPEDIENTE:
103301629

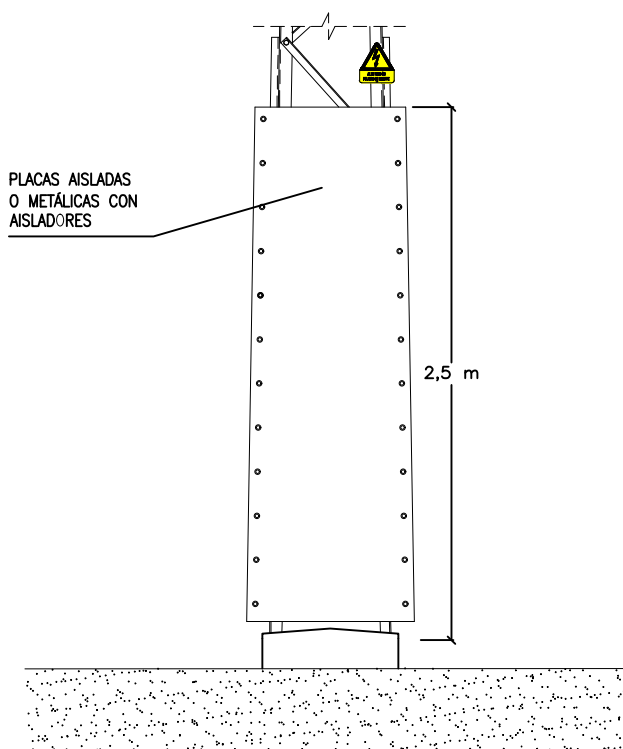
ESCALA:
S.E.

Nº PLANO:
15

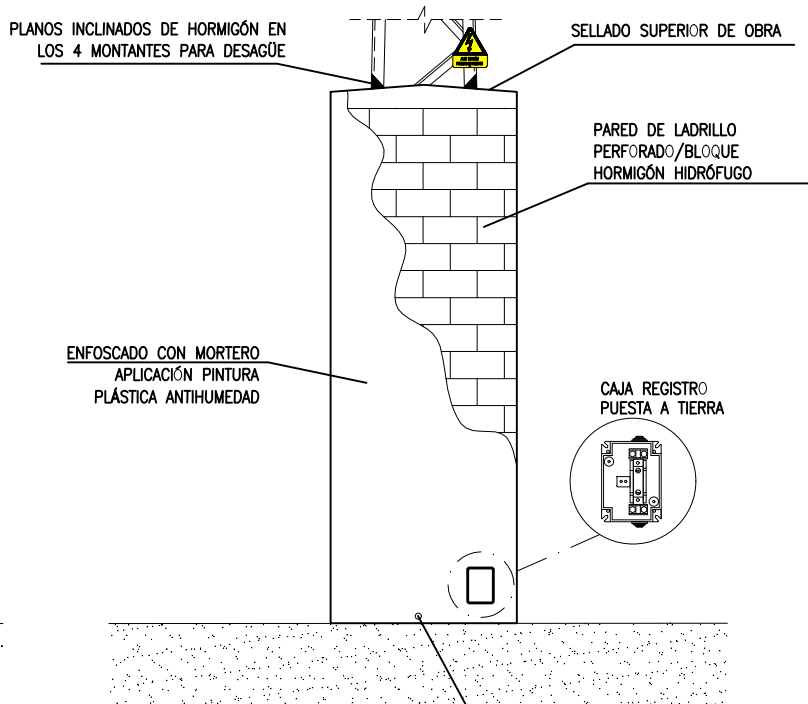
CHAPA ANTIESCALO



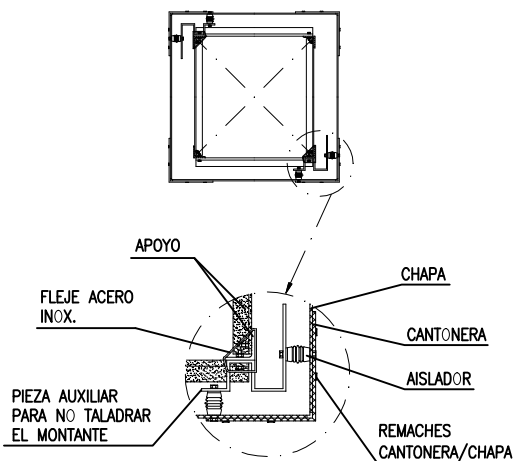
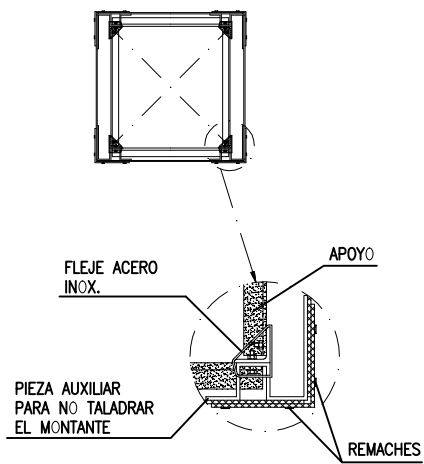
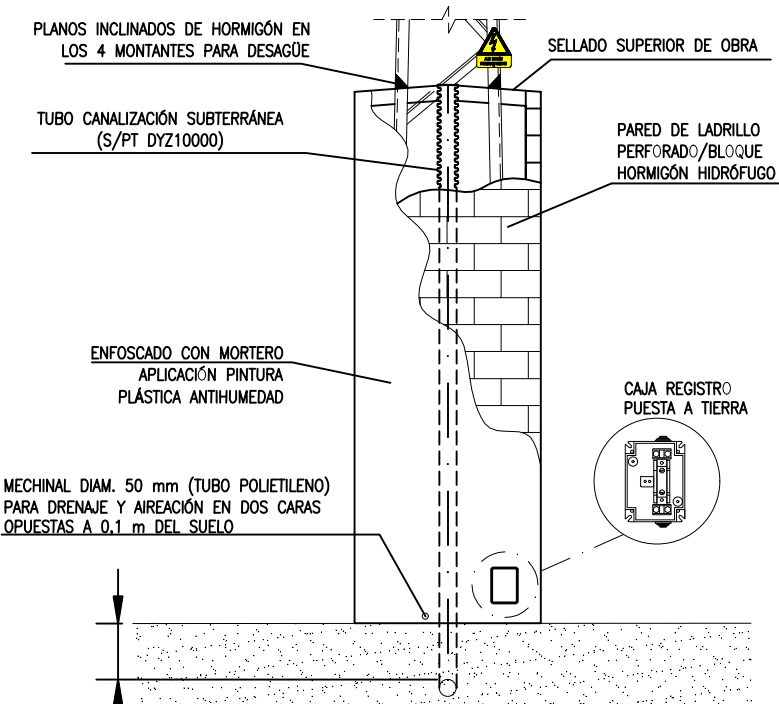
CHAPA ANTIESCALO AISLADO



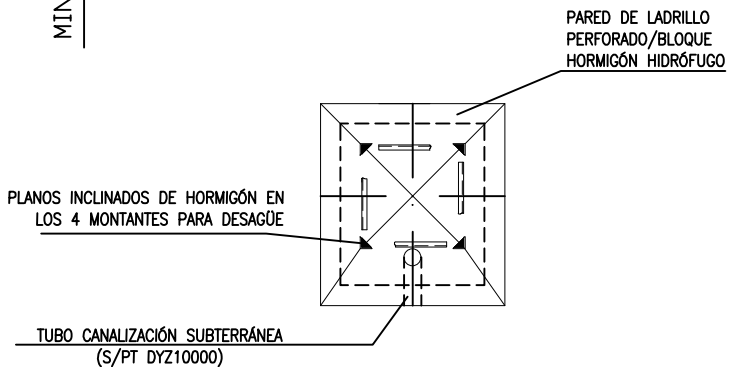
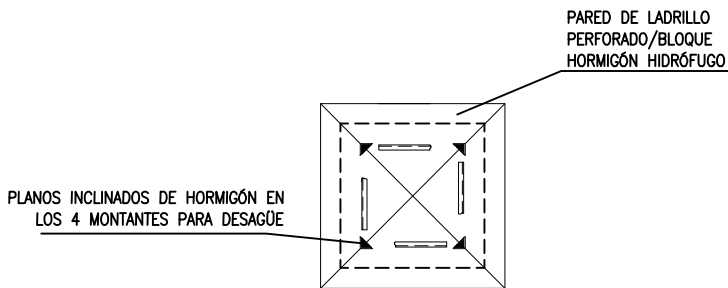
ANTIESCALO OBRA CIVIL



ANTIESCALO OBRA CIVIL Y CONVERSIÓN AÉREO SUBTERRÁNEA



MECHINAL DIAM. 50 mm (TUBO POLIETILENO) PARA DRENAJE Y AIREACIÓN EN DOS CARAS OPUESTAS A 0,1 m DEL SUELO



DESIGNACIÓN PLANO:
DETALLES ANTIESCALO

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRÁNEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

SITUACIÓN:
P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

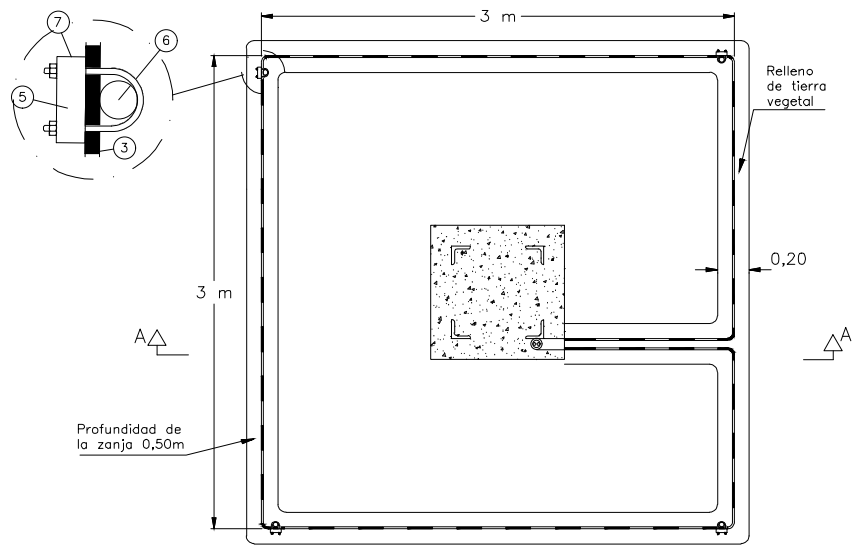
ESCALA:
S/E

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

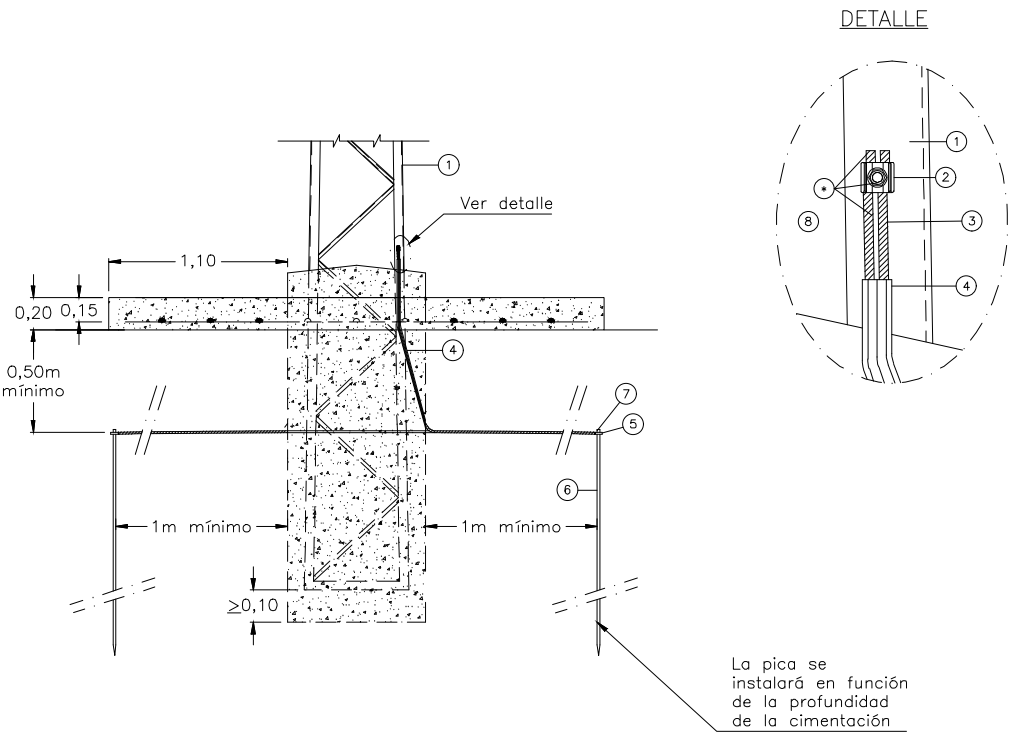
Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
16

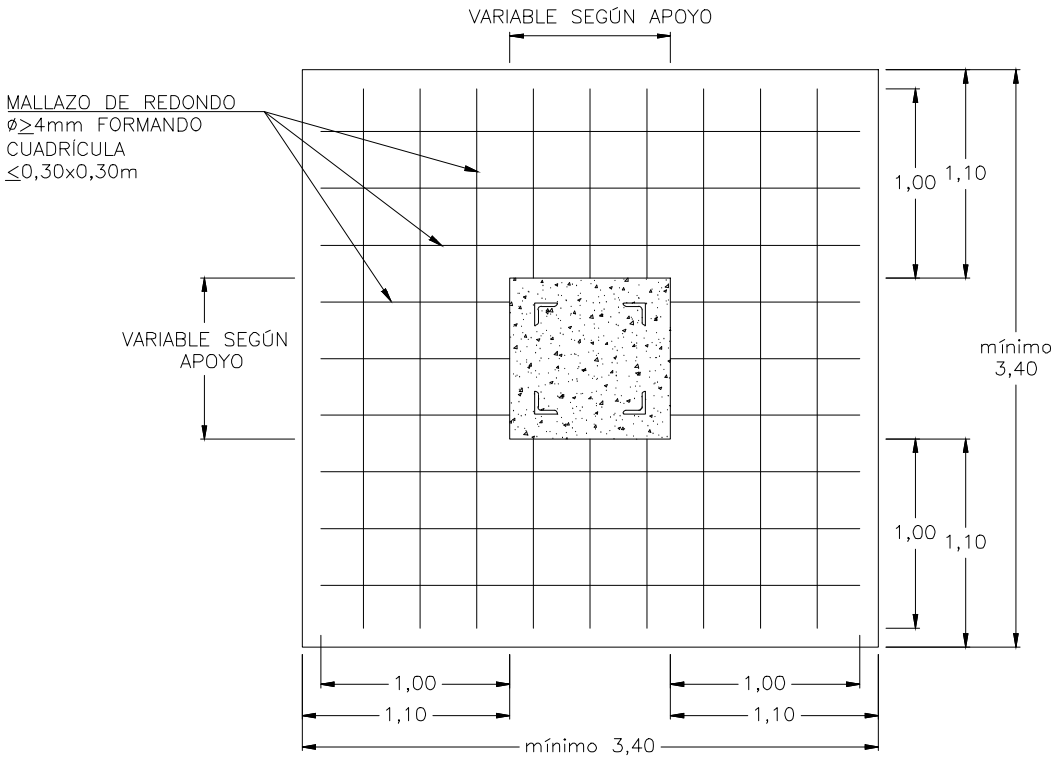
PLANTA ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA



SECCIÓN A-A



PLANTA MALLA EQUIPOTENCIAL



- LEYENDA
- 1 Apoyo
 - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
 - 3 Cable desnudo de 50mm²
 - 4 Tubo PVC M-40
 - 5 Grapa de conexión para pica
 - 6 Pica de toma a tierra 14,6mm^Ø
 - 7 Cinta protección anticorrosiva
- * El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC



PROYECTO: **LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C**
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: **ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)**

DESIGNACION PLANO: **SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL**

FIRMA: **JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

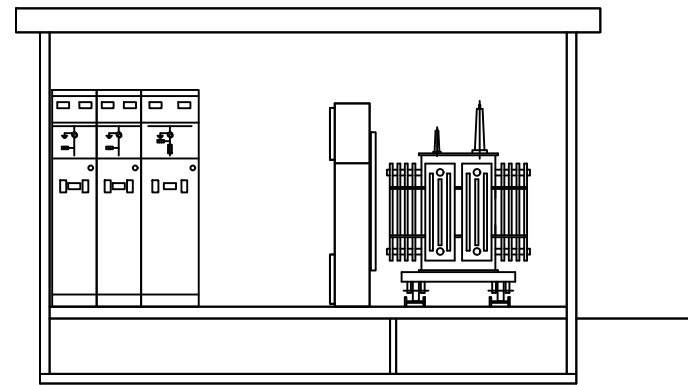
SITUACION: **P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA**

FECHA: **NOV.-2025**

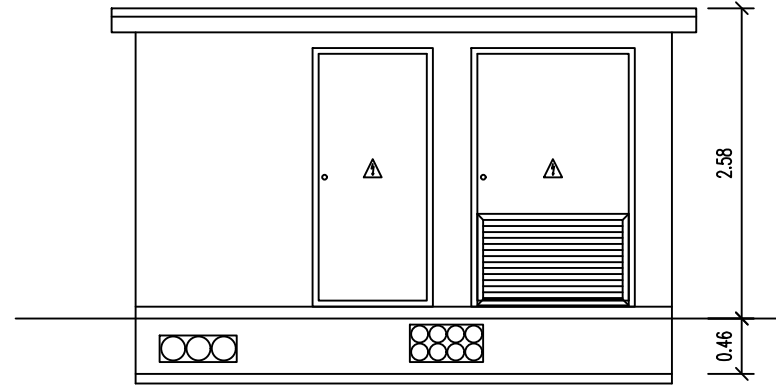
ESCALA: **S.E.**

Nº EXPEDIENTE: **103301629**

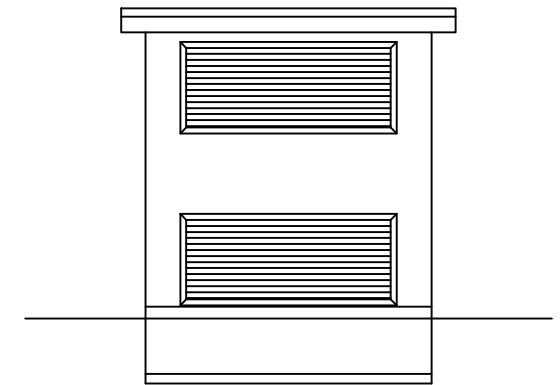
Nº PLANO: **17**



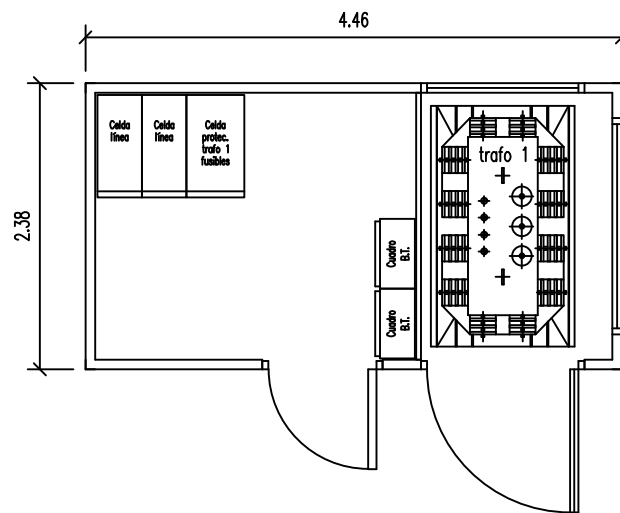
SECCIÓN TRANSVERSAL



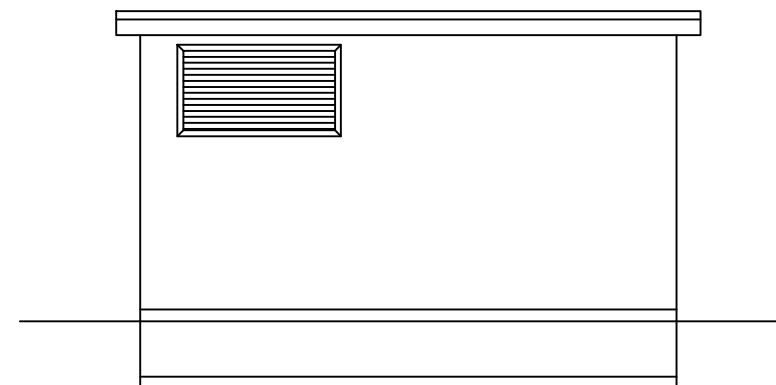
ALZADO FRONTAL



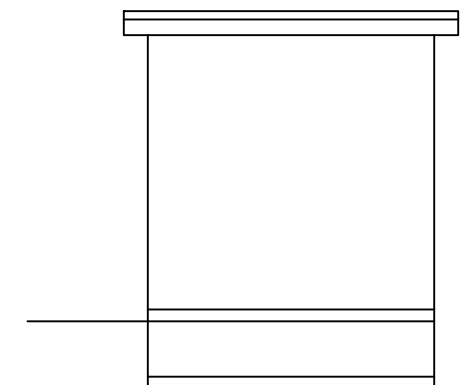
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
5.26 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.



DESIGNACIÓN PLANO:
CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO
24KV (1 TRAF0)

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

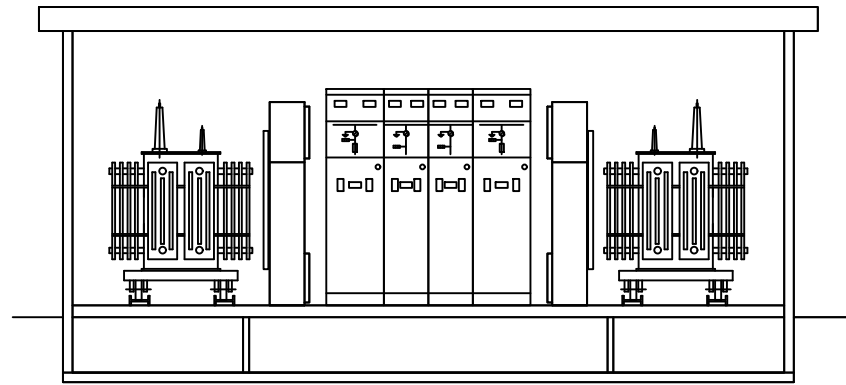
SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

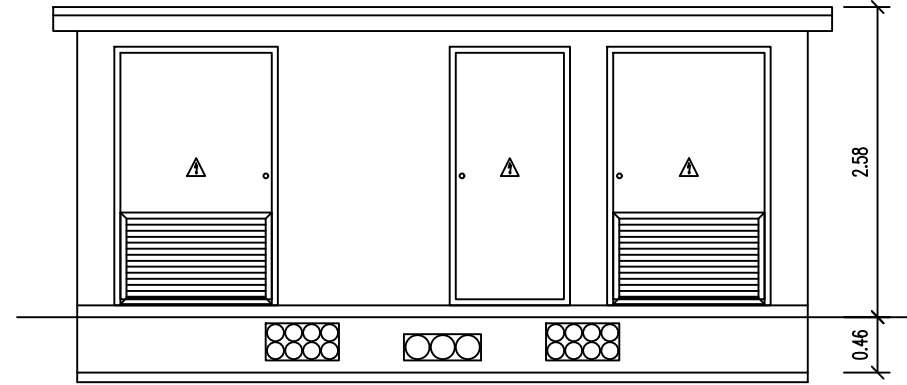
ESCALA:
S.E.

Nº EXPEDIENTE:
103301629

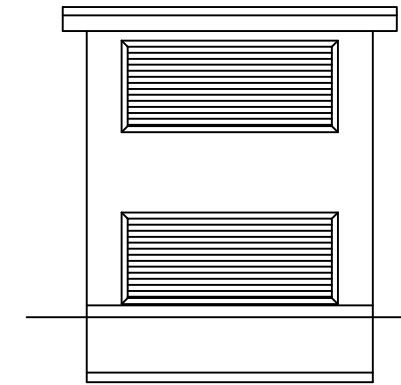
Nº PLANO:
18



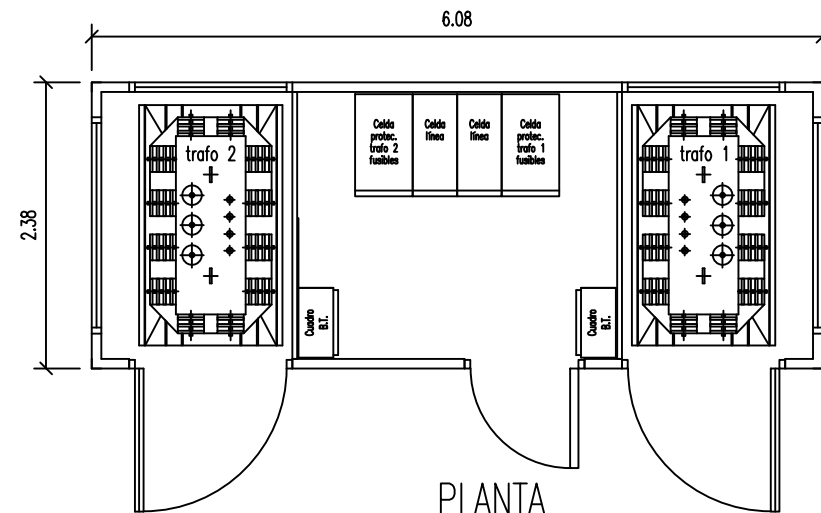
SECCIÓN TRANSVERSAL



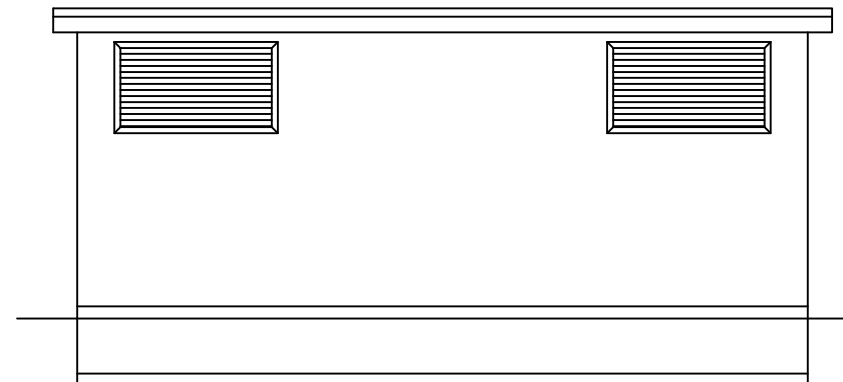
ALZADO FRONTAL



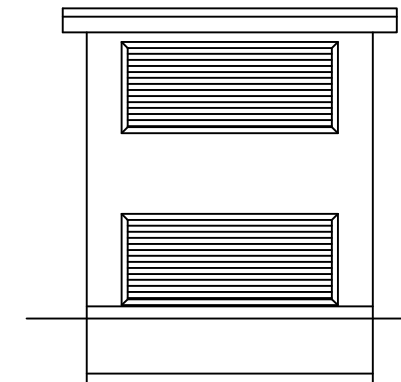
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



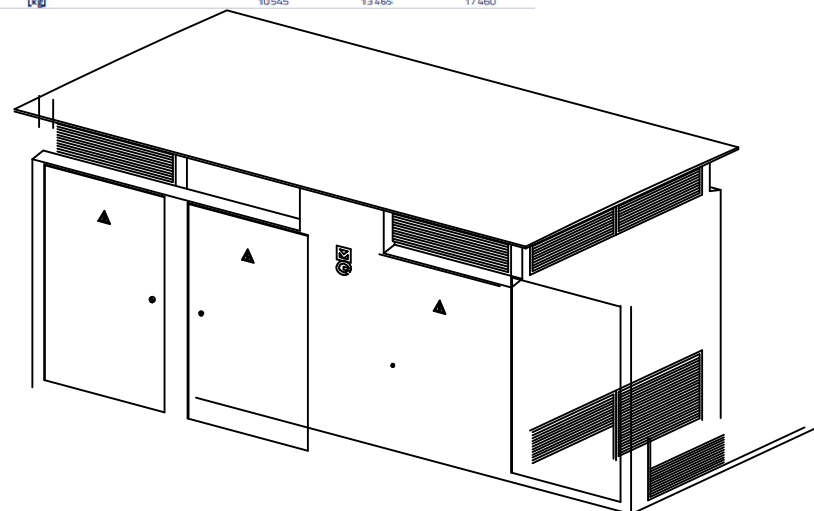
ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

		pfu-3	pfu-4	pfu-5
Longitud*	[mm]	3280	4460	6080
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045
	[mm]	Cubierta sobreelevada	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585
	[mm]	Cubierta sobreelevada	2780	2780
Peso**	[kg]	10545	13465	17460



DESIGNACIÓN PLANO:
CT DE SUPERFICIE EN EDIFICIO PREFABRICADO
24KV (2 TRAFOS)

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

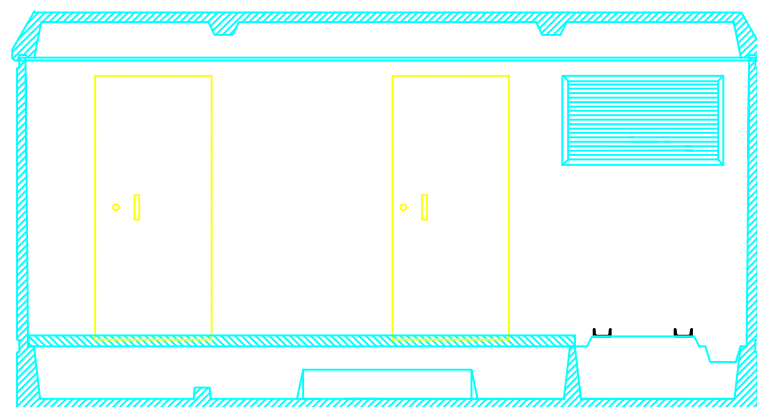
SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
S.E.

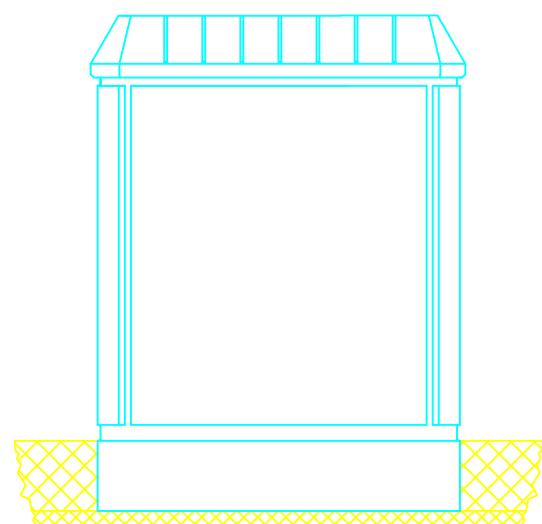
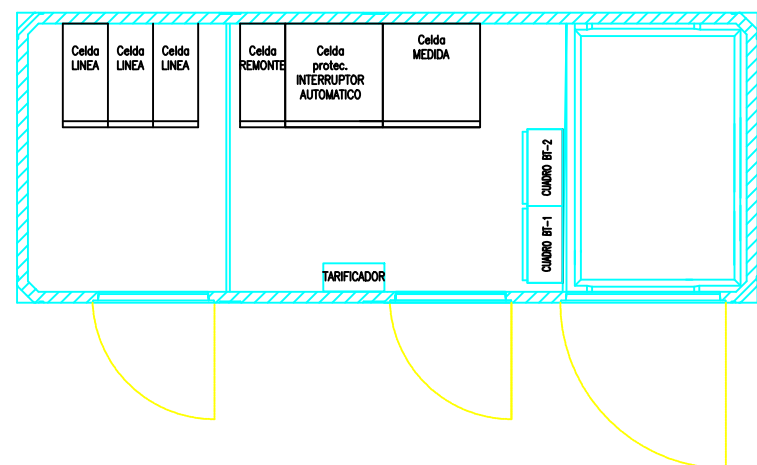
Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
19

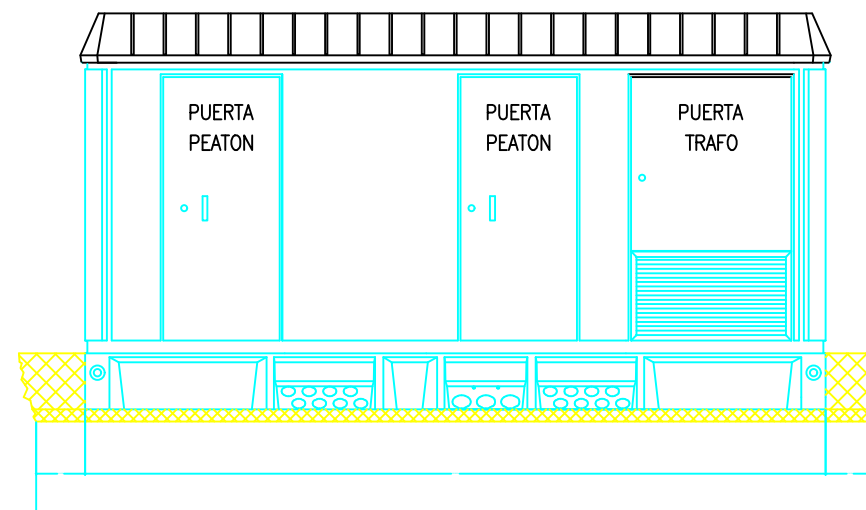


CT ABONADO

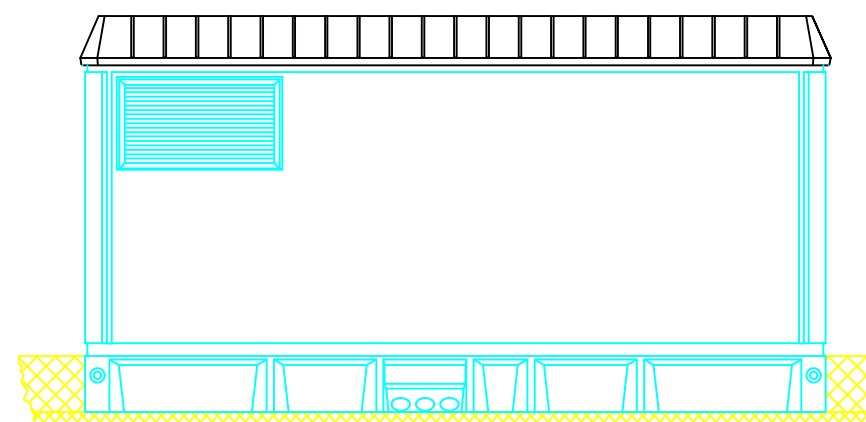
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



VISTA LATERAL
DERECHA – IZQUIERDA



VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR

Arena de nivelación



DESIGNACION PLANO:
CT ABONADO DE SUPERFICIE EN EDIFICIO
PREFABRICADO 24KV (2 TRAF0)

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSE RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

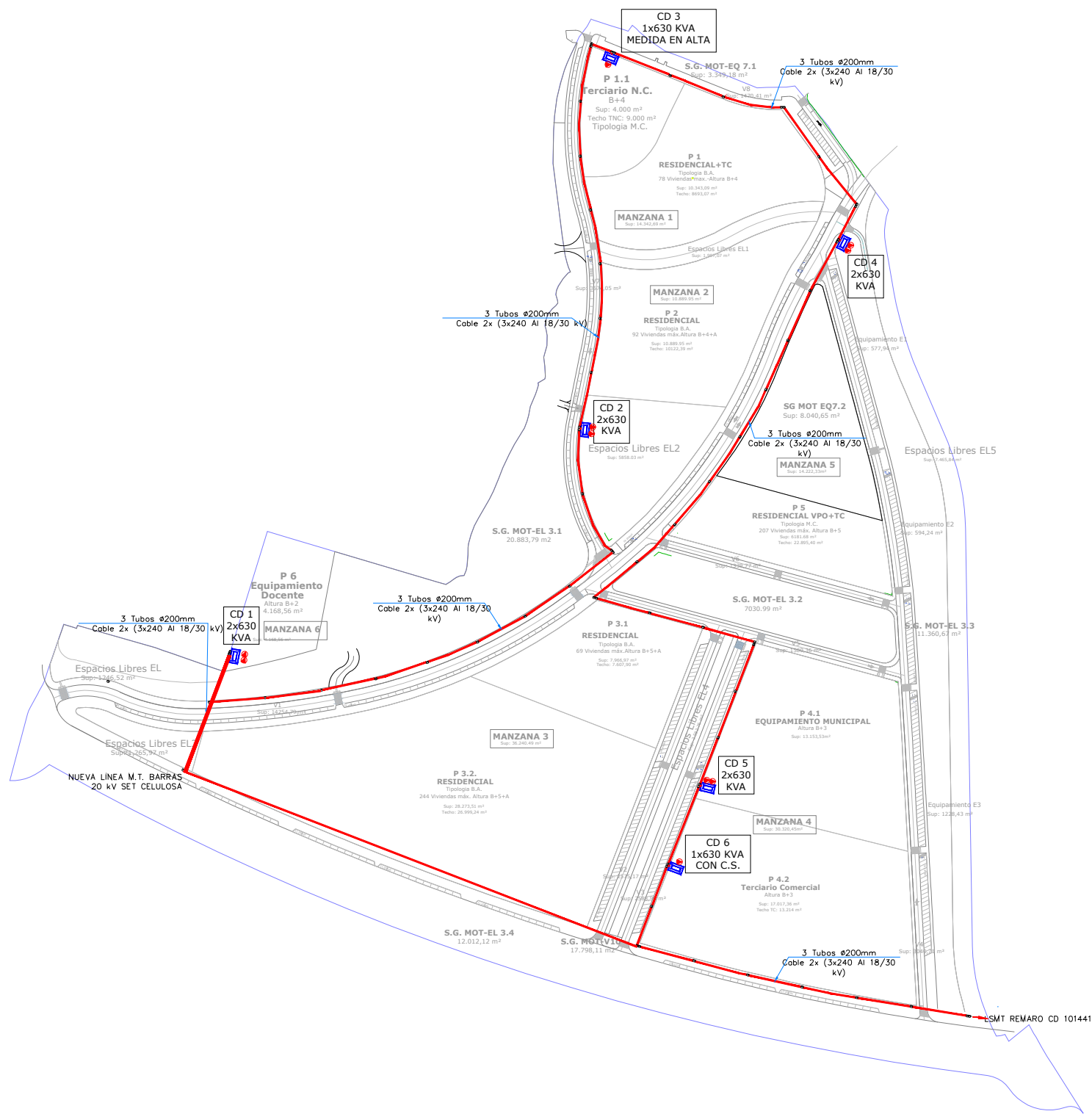
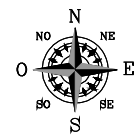
SITUACION:
P.P.S.U.S. MOT 8 – MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
S.E.

Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
20



DESIGNACIÓN PLANO:

DISTRIBUCIÓN DE TRANSFORMADORES EN ANILLO, SECCIONAMIENTO CON REMARRO

PROYECTO:

LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES DE MÁLAGA (UMA)

FIRMA:

FDO:

SITUACIÓN:

P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:

DICIEMBRE - 2025

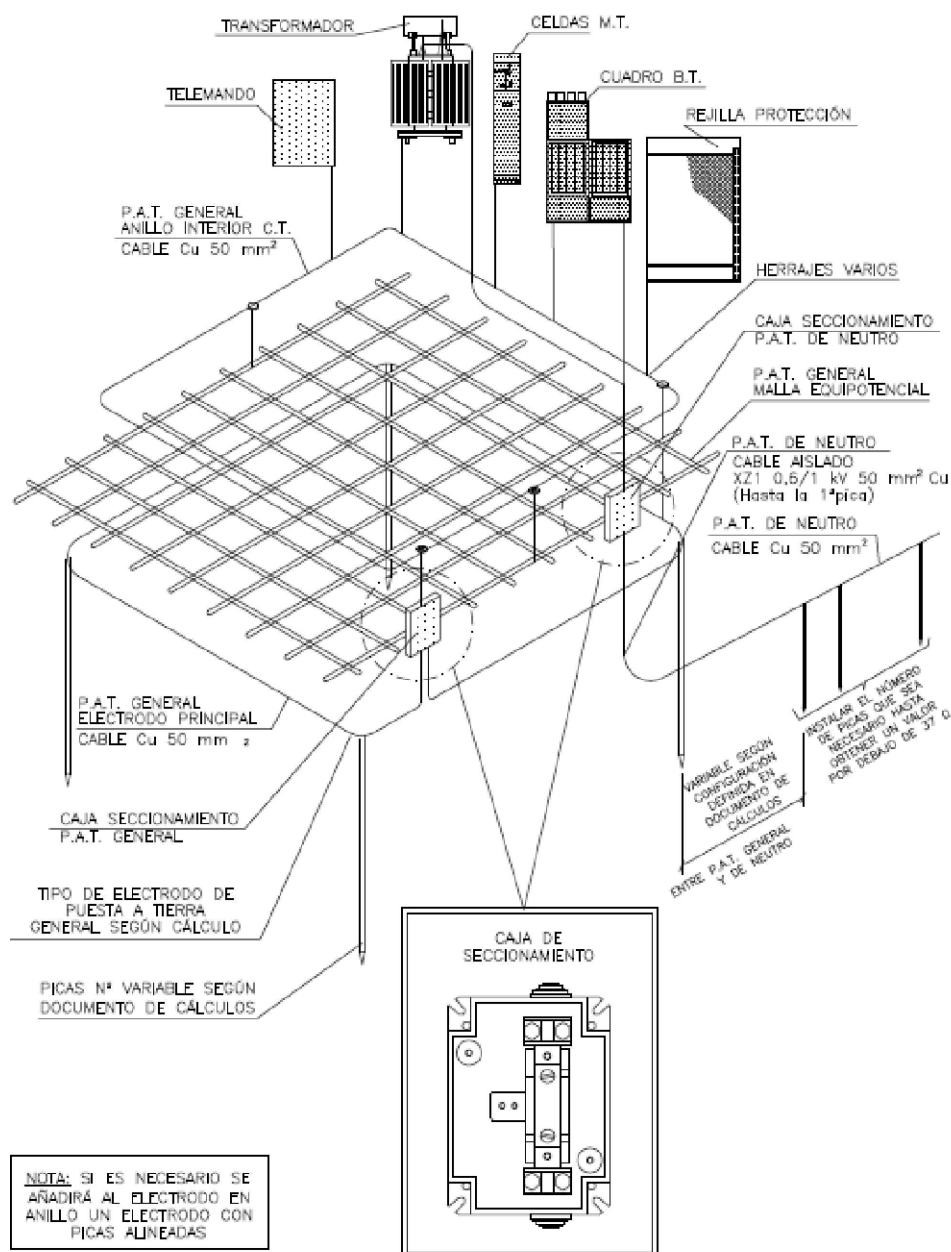
ESCALA:

S.E.

Nº PLANO:

21

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.
GRADO: INGENIERÍA ELÉCTRICA



PROYECTO:

LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO:

RED DE TIERRAS

FIRMA:

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ.
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION:

P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:

NOV -2025

ESCALA:

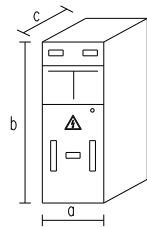
S.E.

N° EXPEDIENTE:

103301629

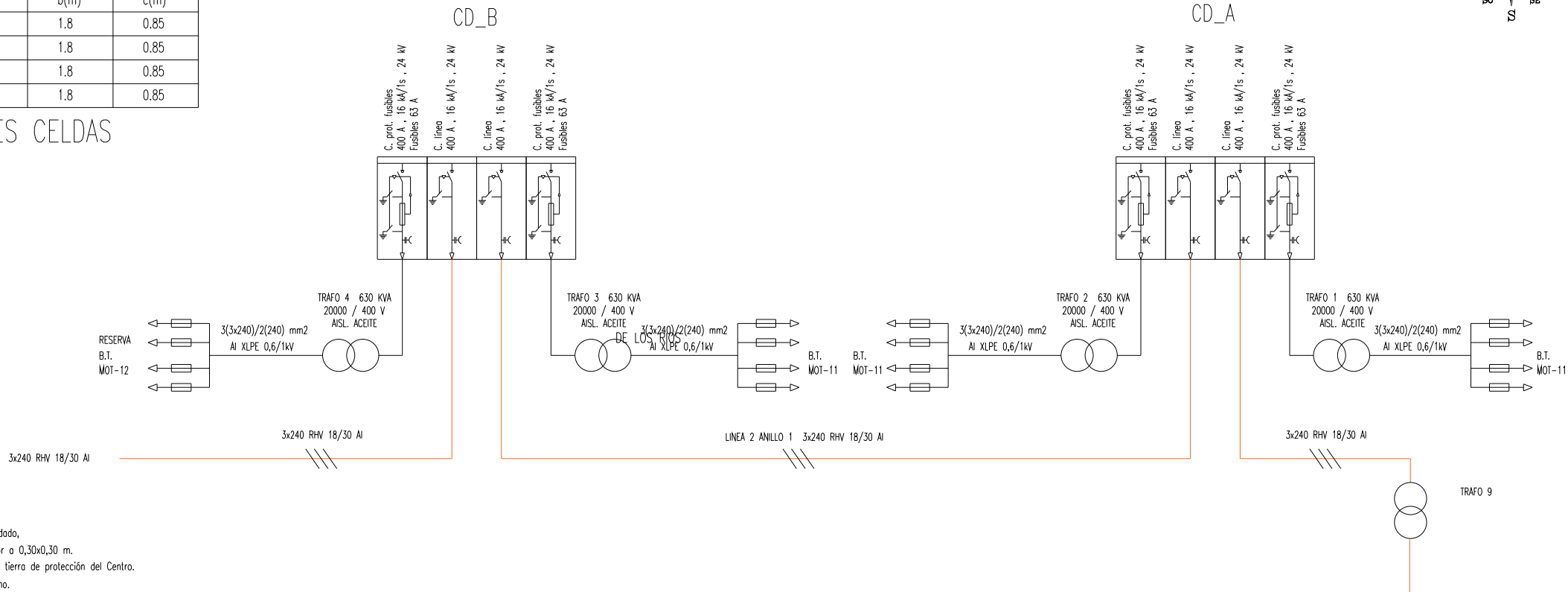
N° PLANO:

22



Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85
Línea	0.37	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	0.85

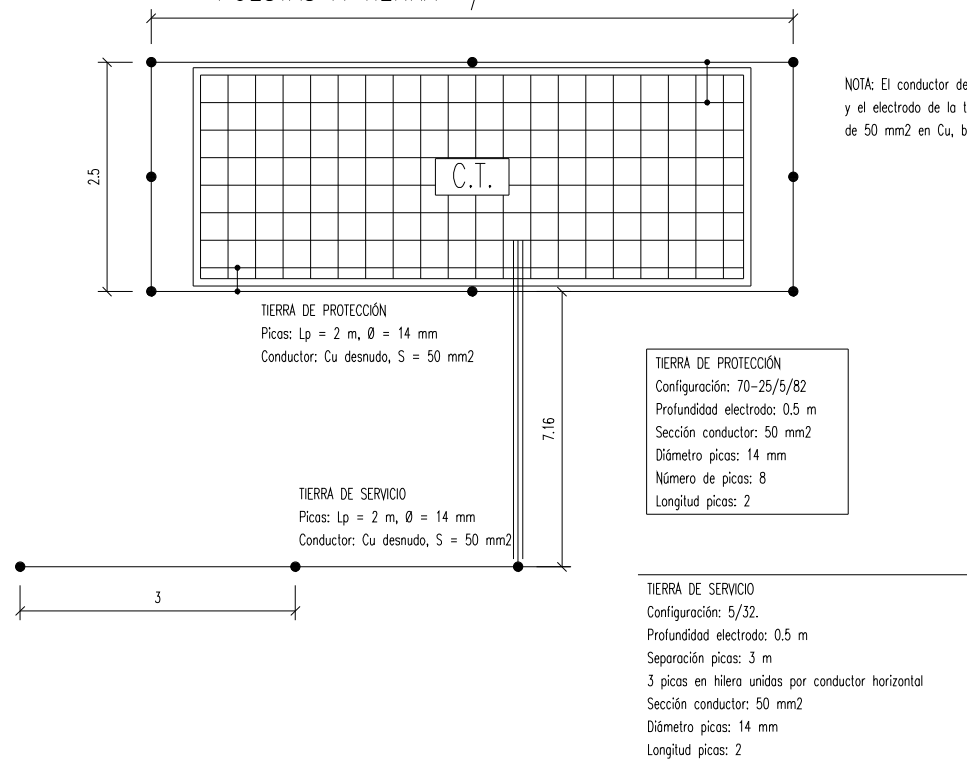
DIMENSIONES CELDAS



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

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

PUESTAS A TIERRA



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



PROYECTO: LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

DESIGNACION PLANO: DIAGRAMA UNIFILAR 2 TRAFOS DOBLES

FIRMA: JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ
FDO.: GRADO: INGENIERIA ELECTRICA

SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA: NOV.-2025

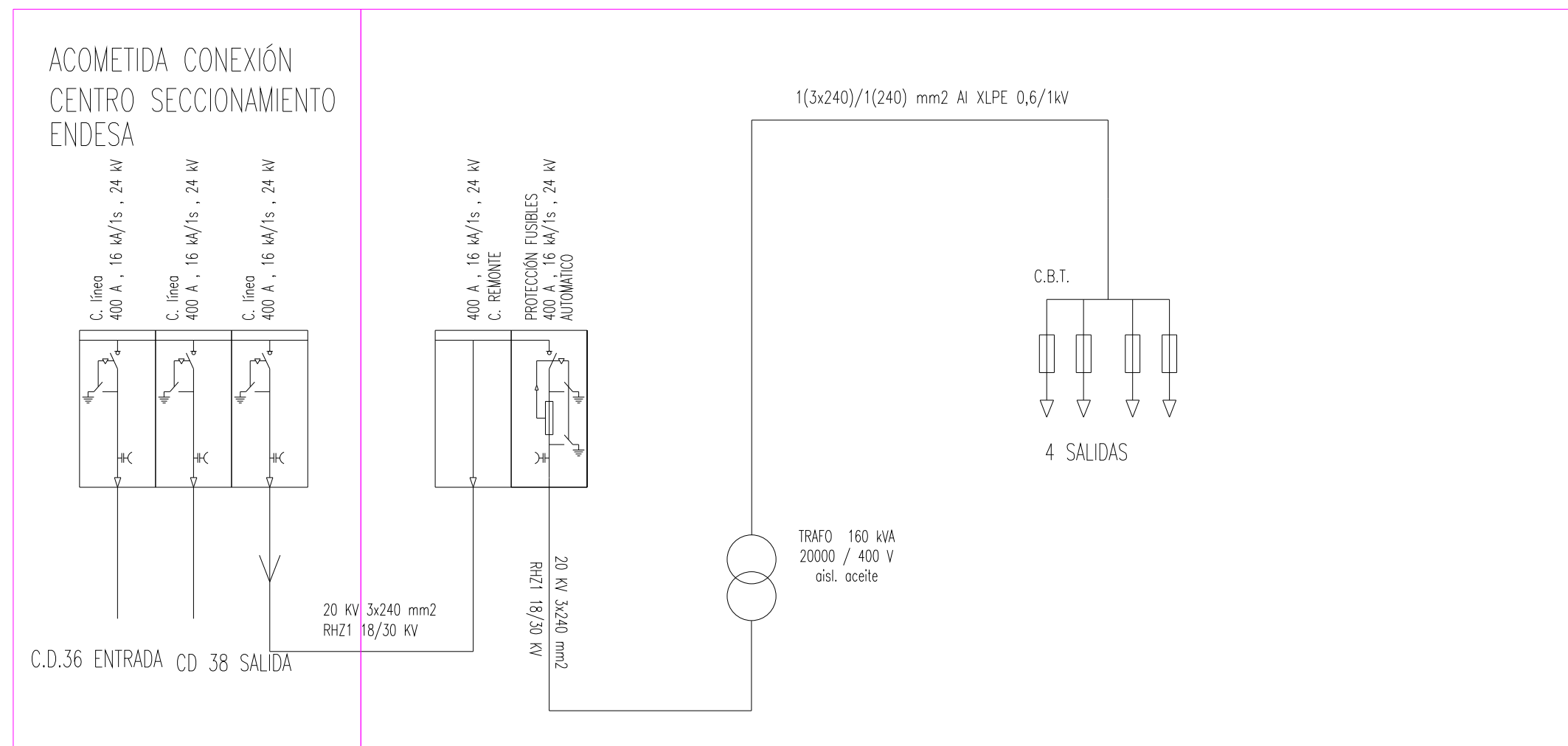
ESCALA: S.E.

Nº EXPEDIENTE: 103301629

Nº PLANO: 23



CT ABONADO



DESIGNACIÓN PLANO:
DIAGRAMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
ABONADO

PROYECTO:
LÍNEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO:
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES DE MÁLAGA (UMA)

FIRMA:
FDO.:

JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
GRADO: INGENIERÍA ELÉCTRICA

SITUACIÓN:
P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA:
NOV.-2025

ESCALA:
S.E.

Nº EXPEDIENTE:
103301629

Nº PLANO:
24

Unidad funcional de control del cuadro

Diagrama de cableado para una unidad funcional de control de cuadro. El diagrama muestra la conexión de un interruptor diferencial (ID) a un cuadro de alimentación de 10 kV. Se detallan los componentes como fusibles (F1, F2, F3, F4), bobinas de disparo (BD), relés (M1, M2) y un transformador de aislamiento (TRA). Se incluyen también las conexiones de los bornes de la unidad de control (1L1 a 1L8) y los bornes de la unidad de alimentación (2L5, 2L6). Se especifican los tipos de conductores y las condiciones de operación.

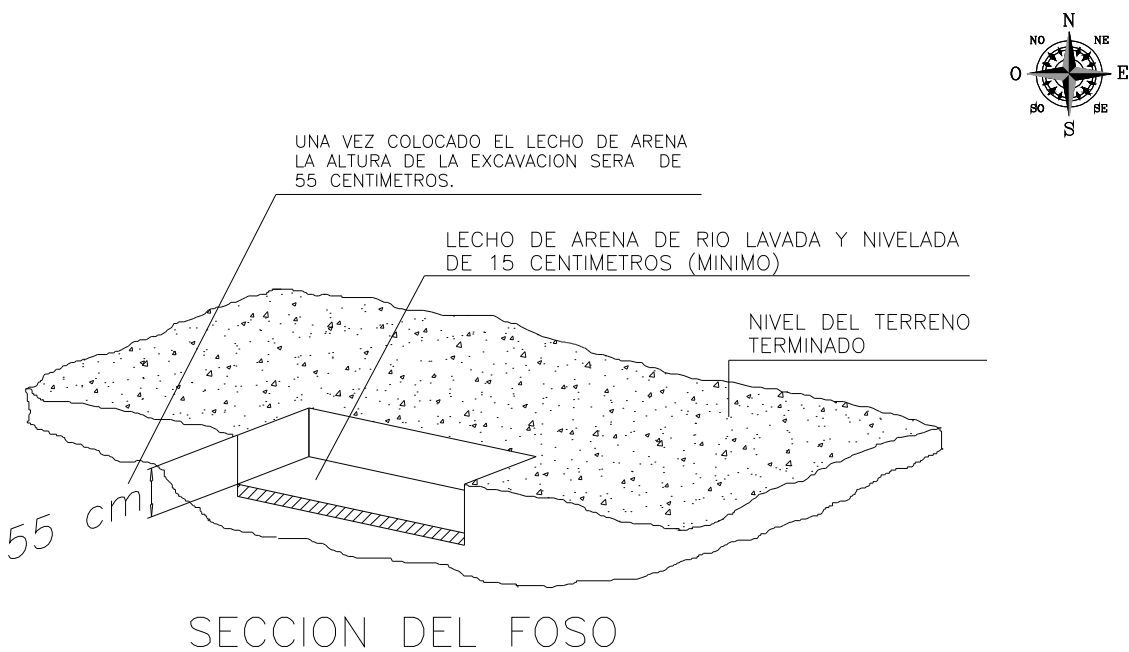
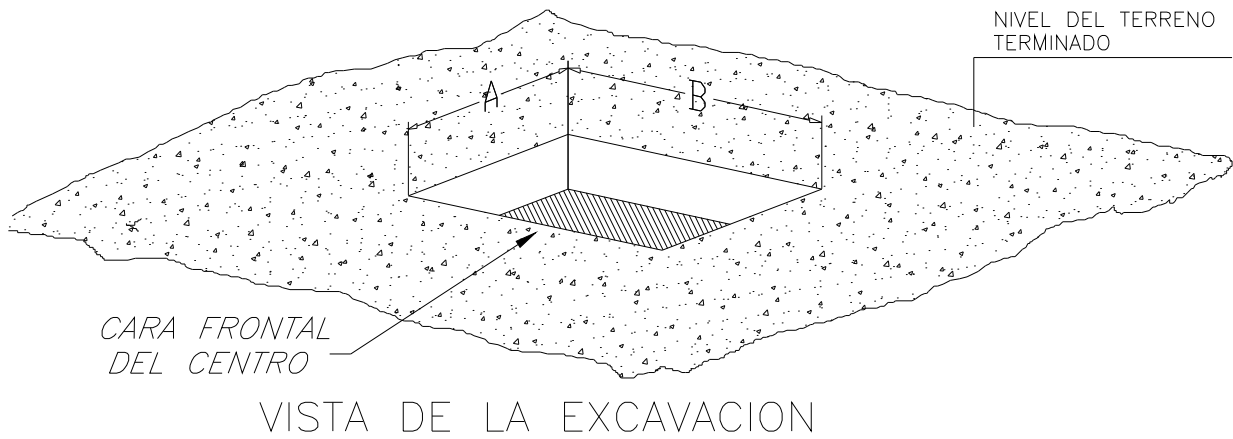
Denominación	Descripción
ID	Interruptor diferencial bipolar 40A, 30mA
F1	Coeficilindros seccionables con fusibles cilíndricos UTE tamaño 10x30 (16 gG-4PR)
F2	Coeficilindros seccionables con fusibles cilíndricos UTE tamaño 10x30 (16 gG-4PR)
BD	Torne de corriente bipolar de 10 A para disparo de bobinas (UNE 20210)
CT	Contacto del terminal del transformador MTBT
BD	Bobina de disparo del interruptor de protección del transformador MTBT
F3	Coeficilindros seccionables con fusibles cilíndricos UTE tamaño 10x30 (16 gG de tipo estándar (base y núcleo)
M1	Magnetotérmico bipolar 400V, 6 A, 16 kA, curva "C"
M2	Magnetotérmico bipolar 400 V, 16 A, 16 kA, curva "C"
TRA	Transformador de aislamiento monofásico 250 VA, 230/230V clase I
4B	Torne de corriente CT + 1 con bobina de disparo (base y núcleo) (UNE 20210, 10/16 A, 250 V con bobina de disparo)
IN	Interruptor alumbrado con piloto indicador de presencia
1L1, 1L2, 1L3, 1L4, 1L5, 1L6, 1L7, 1L8	Punto de las, mín. 2 pines y 150VA nivel medio

Diagrama de cableado para una unidad funcional de control de cuadro. El diagrama muestra la conexión de un interruptor diferencial (ID) a un cuadro de alimentación de 10 kV. Se detallan los componentes como fusibles (F1, F2, F3, F4), bobinas de disparo (BD), relés (M1, M2) y un transformador de aislamiento (TRA). Se incluyen también las conexiones de los bornes de la unidad de control (1L1 a 1L8) y los bornes de la unidad de alimentación (2L5, 2L6). Se especifican los tipos de conductores y las condiciones de operación.

Diagrama de cableado para una unidad funcional de control de cuadro. El diagrama muestra la conexión de un interruptor diferencial (ID) a un cuadro de alimentación de 10 kV. Se detallan los componentes como fusibles (F1, F2, F3, F4), bobinas de disparo (BD), relés (M1, M2) y un transformador de aislamiento (TRA). Se incluyen también las conexiones de los bornes de la unidad de control (1L1 a 1L8) y los bornes de la unidad de alimentación (2L5, 2L6). Se especifican los tipos de conductores y las condiciones de operación.



EXCAVACION DEL CT



DIMENSIONES MINIMAS DE EXCAVACION

TIPO PREFABRICADO	DIMENSIONES (EN METROS)		
	Longitud (mm)	Anchura (mm)	profundidad (mm)
PFU-4	5360(mm)	3180 (mm)	600 (mm)
PFU-5	6888(mm)	31880 (mm)	600 (mm)
PFU-7	9000 (mm)	3180 (mm)	600 (mm)

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

- Deberá existir un camino hasta la zona de ubicación del centro suficiente para el acceso de un camión-grúa de características: PMA=47 T; TARA=16 T; CARGA=31 T.
- La zona de ubicación del centro poseerá un espacio libre que permita una distancia entre el eje longitudinal o transversal del foso y el eje longitudinal del vehículo pesado más alejado de 7 m. si se emplea camión-grúa y de 14 m. si se utiliza góndola más grúa, de forma que no existan obstáculos que impidan la descarga de los materiales y el montaje del centro. (Ver catálogo. Para distancias menores, consultar)
- El lecho de arena de 150 milímetros de espesor mínimo, será por cuenta del cliente, y deberá estar realizado con anterioridad a la instalación del centro según se indica en el dibujo superior.

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



DESIGNACION PLANO: EXCAVACION C.T

PROYECTO: LINEA AEREA/ SUBTERRANEA 20 KV S/C
P.P.S.U.S. MOT 8 EN T.M MOTRIL GRANADA

PETICIONARIO: ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES DE MALAGA (UMA)

FIRMA: FDO:

SITUACION: P.P.S.U.S. MOT 8 - MOTRIL GRANADA

FECHA: NOV.-2025 ESCALA: S.E.

Nº EXPEDIENTE: 103301629 Nº PLANO: 26

JUAN JOSÉ RODRIGUEZ RODRIGUEZ
GRADO: INGENIERIA ELECTRICA