

EXTRACAPEX 2018: SJ.01170



**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE  
MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y  
REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

Coordenadas UTM (ETRS89)	X	Y	Huso
INICIO NUEVA LSMT 1 (CD 29786”CDT-CHARILLA”)	419622	4150264	
FIN NUEVA LSMT 1 (APOYO Nº1)	419562	4150222	30
INICIO NUEVA LAMT (APOYO Nº1)	419562	4150222	30
FIN NUEVA LAMT (APOYO Nº40)	422196	4145444	30
INICIO NUEVA LSMT 2 (APOYO Nº40)	422196,	4145444	30
FIN NUEVA LSMT 2 (SUBESTACIÓN MAZUELOS)	422146	4144872	30

PETICIONARIO:



**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**  
CIF: B- 82.846.817  
Avda. de Vilanova nº 12  
08018 - Barcelona

Tarea:  
00461787

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

Expt. Nipsa:

JA-P-252

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL  
Nº.Colegiado.: 21162  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360  
DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

## **Documentos del Proyecto**

**0.- Hoja de Características**

**1.- Memoria**

**2.- Cálculos Justificativos**

**3.- Planos**

**4.- Pliego de Condiciones técnicas**

**5.- Presupuesto**

**6.- Estudio de Seguridad y Salud**

**7.- Anexos**

- **Anexo 1, Estudio de Gestión de Residuos**



## HOJA DE CARACTERÍSTICAS

**Peticionario:** Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

**Domicilio:** Avenida Ejército Español nº 2 A. C.P 23.007, Jaén

### INSTALACIONES

- Nuevo tramo de 0,82km de Línea Aérea de Media Tensión D/C 25kV con conductor 94-AL1/22-ST1A (LA-110).
- Nuevo tramo de 6,23km de Línea Aérea de Media Tensión S/C 25kV con conductor 94-AL1/22-ST1A (LA-110).
- Nuevo tramo de 0,700km de Línea Subterránea Media Tensión 25kV.
- Reforma del CD 29786 "CDT-CHARILLA" para añadir una celda más de línea SF6.

### EMPLAZAMIENTO

Coordenadas UTM (ETRS89)	X	Y	Huso
INICIO NUEVA LSMT 1 (CD 29786"CDT-CHARILLA")	419622	4150264	
FIN NUEVA LSMT 1 (APOYO Nº1)	419562	4150222	30
INICIO NUEVA LAMT (APOYO Nº1)	419562	4150222	30
FIN NUEVA LAMT (APOYO Nº40)	422196	4145444	30
INICIO NUEVA LSMT 2 (APOYO Nº40)	422196,	4145444	30
FIN NUEVA LSMT 2 (SUBESTACIÓN MAZUELOS)	422146	4144872	30

### ORGANISMOS AFECTADOS

«EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALCALÁ LA REAL »

<b>Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real</b>	Se necesitará Licencia Municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados
--	--

«DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN, SERVICIO DE CARRETERAS »

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
----------	-----------	----------	-------------------



«1»	«32 - 33»	«Cruzamiento con Carretera JA-4302 en el KM 1+234»	Alcalá la Real
-----	-----------	--	----------------

«RED TELEFÓNICA ESPAÑA, S.A. »

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
«1»	«32 - 33»	«Cruzamiento con Red Telefónica España»	Alcalá la Real

«CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR »

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
«1»	«7 - 8»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
«2»	«10 - 11»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
«3»	«12 - 13»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
«4»	«15 - 16»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
«5»	«18 - 19»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
«6»	«28 - 29»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real
«7»	«29 – 30º»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real
«8»	«32 – 33»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real

«CONSEJERIA DE MEDIOAMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO »

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
«1»	«17 - 18»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
«2»	«19 - 20»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
«3»	«30 - 31»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
«4»	«32 - 33»	«Cruzamiento con Colada Frailes»	Alcalá la Real



«REDEXIS, S.A.»

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
«1»	«17 - 18»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real
«2»	«18 - 19»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real
«3»	«20 - 21»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real

**PARCELAS AFECTADAS**

FINCAS AFECTADAS			METROS LÍNEA AÉREA	APOYOS
POLÍGONO CATASTRAL	PARCELA CATASTRAL	REFERENCIA CATASTRAL		
Polígono 1	Parcela 54	23002A001000540000RZ	68,29	APOYO Nº1, Nº2
Polígono 1	Parcela 59 B	23002A001000590000RB	28,99 m	-
Polígono 1	Parcela 60 B	23002A001000600000RW	54,16 m	-
Polígono 1	Parcela 61B	23002A001000610000RA	86,22 m	APONO Nº3
Polígono 1	Parcela 51	23002A001000510000RJ	47,58 m	-
Polígono 1	Parcela 44	23002A001000440000RR	75,22m	APOYO Nº42
Polígono 1	Parcela 43	23002A001000430000RK	32,13 m	-
Polígono 1	Parcela 41	23002A001000410000RM	45,64 m	-
Polígono 1	Parcela 40	23002A001000400000RF	32 m	A717825
Polígono 1	Parcela 38	23002A001000380000RM	6,07 m	-
Polígono 1	Parcela 37B	23002A001000370000RF	59,03 m	-
Polígono 1	Parcela 36B	23002A001000360000RT	41,28 m	-
Polígono 1	Parcela 28	23002A001000280000RY	120,20 m	APOYO 41, A717824
-	-		6,41 m	-
Polígono 1	Parcela 62 A	23002A001000620000RB	56,06 m	-
Polígono 1	Parcela 62 B	23002A001000620000RB	10m	APOYO Nº 4
Polígono 1	Parcela 9005	23002A001090050000RD	6,5m	-
Polígono 11	Parcela 462 A	23002A011004620000RE	39,06m	-
Polígono 11	Parcela 461 A	23002A011004610000RJ	40,56m	-
Polígono 11	Parcela 460	23002A011004600000RI	66,7 m	-
Polígono 11	Parcela 6 A	23002A011000060000RD	25,59m	APOYO Nº5
Polígono 11	Parcela 465	23002A011004650000RU	7,61m	-

Polígono 11	Parcela 4 B	23002A011000040000RK	26,2m	APOYO N°6
Polígono 11	Parcela 4 A	23002A011000040000RK	57,46m	-
Polígono 11	Parcela 48	23002A011000480000RU	48,25m	APOYO N°7
Polígono 11	Parcela 49	23002A011000490000RH	11,96m	-
Polígono 11	Parcela 62	23002A011000620000RP	36,48m	-
Polígono 9	Parcela 55	23002A009000550000RS	4m	APOYO N°8
Polígono 9	Parcela 56	23002A009000560000RZ	88,5m	-
Polígono 9	Parcela 57 B	23002A009000570000RU	59,74m	-
Polígono 9	Parcela 57 A	23002A009000570000RU	37, 02m	APOYO N°9
Polígono 9	Parcela 59 A	23002A009000590000RW	105,52m	APOYO N°10
Polígono 9	Parcela 84 A	23002A009000840000RI	86,21 m	-
Polígono 9	Parcela 85 A	23002A009000850000RJ	55,47 m	-
Polígono 9	Parcela 87 B	23002A009000870000RS	37,83m	-
Polígono 9	Parcela 87 A	23002A009000870000RS	106,78m	APOYO N°11
Polígono 9	Parcela 88	23002A009000880000RZ	22,14m	-
Polígono 9	Parcela 91	23002A009000910000RZ	24,34m	-
Polígono 9	Parcela 92	23002A009000920000RU	30,10m	-
Polígono 9	Parcela 95 B	23002A009000950000RA	29,58 m	-
Polígono 9	Parcela 110	23002A009001100000RK	51,63 m	-
Polígono 9	Parcela 98	23002A009000980000RG	46,23m	-
Polígono 9	Parcela 113	23002A009001130000RX	74,25 m	-
Polígono 9	Parcela 114 B	23002A009001140000RI	43,32m	-
Polígono 9	Parcela 9001	23002A009090010000RT	152,58 m	APOYO N°13
Polígono 9	Parcela 118	23002A009001180000RZ	30,47 m	-
Polígono 9	Parcela 131	23002A009001310000RG	141,44m	APOYO N°14
Polígono 9	Parcela 130	23002A009001300000RY	57,48 m	-
Polígono 9	Parcela 149 B	23002A009001490000RS	18,55 m	-
Polígono 9	Parcela 136	23002A009001360000RF	57,2m	APOYO N°15
Polígono 9	Parcela 140	23002A009001400000RM	12,88m	-
Polígono 9	Parcela 141	23002A009001410000RO	25m	-
Polígono 9	Parcela 331 A	23002A009003310000RM	140,32 m	APOYO N°16
Polígono 9	Parcela 331 B	23002A009003310000RM	91,72 m	-
Polígono 9	Parcela 332	23002A009003320000RO	83,65m	-
Polígono 9	Parcela 333	23002A009003330000RK	48,4 m	APOYO N°17
Polígono 9	Parcela 334	23002A009003340000RR	58,22 m	-
Polígono 9	Parcela 344	23002A009003440000RZ	204,58 m	-
Polígono 11	Parcela 180	23002A011001800000RU	109,40 m	-
Polígono 11	Parcela 181 B	23002A011001810000RH	505,2 m	APOYO N°18, N°21, N°22, N°23
Polígono 11	Parcela 198 B		59,54m	APOYO N°19

		23002A011001980000RR		
Polígono 11	Parcela 198 A	23002A011001980000RR	156,01 m	APOYO N°20
Polígono 11	Parcela 199	23002A011001990000RD	19,91m	-
Polígono 10	Parcela 323	23002A010003230000RJ	99,79 m	APOYO N°24
Polígono 10	Parcela 321	23002A010003210000RX	51,13 m	-
Polígono 10	Parcela 320	23002A010003200000RD	96,63 m	-
Polígono 10	Parcela 313	23002A010003130000RM	42,2 m	-
Polígono 10	Parcela 310	23002A010003100000R	20	APOYO N°25
Polígono 10	Parcela 311	23002A010003110000RT	41,15m	-
Polígono 10	Parcela 307	23002A010003070000RL	52m	-
Polígono 10	Parcela 308	23002A010003080000RT	31,12m	APOYO N°26
Polígono 10	Parcela 385	23002A010003850000RX	119,93 m	APOYO N°27
Polígono 10	Parcela 387	23002A010003870000RJ	93,99m	APOYO N°28
Polígono 10	Parcela 388	23002A010003880000RE	19,54m	-
Polígono 10	Parcela 390	23002A010003900000RJ	21,98 m	-
Polígono 10	Parcela 391 B	23002A010003910000RE	21,6m	-
Polígono 10	Parcela 399	23002A010003990000RY	67,93	APOYO N°29
Polígono 10	Parcela 400	23002A010004000000RY	56,24m	-
Polígono 10	Parcela 401	23002A010004010000RG	70,34m	-
Polígono 10	Parcela 515 B	23002A010005150000RE	111,15 m	APOYO N°30
Polígono 10	Parcela 514 A	23002A010005140000RJ	77,57 m	
Polígono 10	Parcela 403 B	23002A010004030000RP	69,26m	APOYO N°31
Polígono 10	Parcela 406 B	23002A010004060000RF	71,31 m	APOYO N°32
Polígono 10	Parcela 406 A	23002A010004060000RF	12,28m	-
Polígono 10	Parcela 405 A	23002A010004050000RT	5,03 m	-
Polígono 10	Parcela 9023	23002A010090230000RR	8,05 m	-
Polígono 13	Parcela 32	23002A013000320000RS	32,56 m	-
Polígono 13	Parcela 30 A	23002A013000300000RJ	108,72 m	-
Polígono 13	Parcela 29 B	23002A013000290000RS	47,94 m	APOYO N°33
Polígono 13	Parcela 28 B	23002A013000280000RE	66,18 m	-
Polígono 13	Parcela 21	23002A013000210000RO	35,5 m	-
Polígono 13	Parcela 20	23002A013000200000RM	16,6 m	APOYO N°34
Polígono 13	Parcela 18	23002A013000180000RO	85,8 m	-
Polígono 13	Parcela 17	23002A013000170000RM	38,64 m	-
Polígono 13	Parcela 16	23002A013000160000RF	31,68 m	-
Polígono 13	Parcela 9002	23002A013090020000RY	4,13 m	-
Polígono 13	Parcela 228	23002A013002280000RA	11,21 m	-
Polígono 13	Parcela 102	23002A013001020000RA	24,44m	APOYO N°35
Polígono 13	Parcela 101	23002A013001010000RW	70,45 m	APOYO N°36



Polígono 13	Parcela 99	23002A013000990000RH	148,5 m	-
Polígono 13	Parcela 95	23002A013000950000RE	21,45 m	-
Polígono 13	Parcela 104	23002A013001040000RY	124,42 m	APOYO N°37
Polígono 13	Parcela 118	23002A013001180000RD	145,09 m	APOYO N°38
Polígono 13	Parcela 9016	23002A013090160000RD	5,14 m	-
Polígono 15	Parcela 46 A	23002A015000460000RE	184,11 m	-
Polígono 15	Parcela 46 C	23002A015000460000RE	47,36 m	APOYO N°39
Polígono 15	Parcela 45	23002A015000450000RJ	197,8 m	APOYO N°40

**PRESUPUESTO, EUROS:** 224.595,94 €

Proyecta el Ingeniero Industrial **D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**, del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Oriental.

**Jaén, Noviembre de 2.017**

# MEMORIA

**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA  
DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS,  
Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**  
**CIF: B- 82.846.817**  
**Avda. de Vilanova nº 12**  
**08018 - Barcelona**

## ÍNDICE MEMORIA

<b>1</b>	<b>Objeto del Proyecto.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Titular de la Instalación .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Descripción de la Propuesta .....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Reglamentación y Normativa .....</b>	<b>16</b>
5.1	Normas de consulta UNE y Normas de Endesa Distribución .....	17
5.1.1	Normas UNE.....	17
5.1.2	Normas de Endesa Distribución .....	18
<b>6</b>	<b>Siglas.....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Emplazamiento.....</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Niveles de Tensión.....</b>	<b>20</b>
<b>9</b>	<b>Síntesis Ambiental.....</b>	<b>20</b>
<b>10</b>	<b>Línea aérea de Media Tensión .....</b>	<b>20</b>
10.1	Descripción del trazado .....	20
10.2	Elementos de las Líneas Aéreas de MT.....	21
10.2.1	Apoyos.....	21
10.2.1.1	Tipologías de apoyo .....	22
10.2.1.2	Apoyos metálicos de celosía .....	22
10.2.1.3	Apoyos de hormigón .....	22
10.2.1.4	Apoyos de chapa plegada .....	23
10.2.2	Armados .....	23
10.2.2.1	Semicrucetas atirantadas.....	23
10.2.2.2	Crucetas de bóveda.....	23
10.2.2.3	Dimensiones de los apoyos y armados .....	24
10.2.3	Conductores.....	24
10.2.4	Aislamiento .....	24
10.2.4.1	Aisladores compuestos o poliméricos .....	26
10.2.4.2	Aisladores de vidrio .....	26
10.2.5	Herrajes.....	26
10.2.6	Empalmes en el conductor .....	27
10.2.7	Piezas de conexión .....	27
10.2.7.1	Terminales .....	28
10.2.7.2	Piezas de Derivación .....	28
10.2.8	Dispositivos antiescalamiento .....	28
10.2.9	Accesorios.....	29
10.2.9.1	Amortiguadores .....	29

10.2.10	Aparamenta .....	29
10.2.10.1	Seccionador unipolar .....	30
10.2.10.2	Seccionador trifásico .....	30
10.2.10.3	Interruptor seccionador SF6 .....	30
10.2.10.4	Cortacircuitos fusibles .....	30
10.2.11	Protecciones .....	30
10.2.11.1	Protección de sobretensiones .....	30
10.3	Cimentaciones .....	30
10.4	Puesta a Tierra de los apoyos .....	31
10.4.1	Electrodos de Puesta a Tierra .....	31
10.4.2	Línea de tierra .....	32
10.4.3	Clasificación de los apoyos según su ubicación .....	33
10.4.4	Sistemas de puesta a tierra .....	34
10.4.4.1	Apoyos no frecuentados .....	34
10.4.4.2	Apoyos frecuentados .....	34
10.5	Medidas de protección de la avifauna .....	35
	Salva pájaros .....	36
	Otros dispositivos .....	36
10.5.1	Balizas .....	37
10.5.2	Placas de señalización .....	37
10.6	Distancias de Seguridad .....	38
10.6.1	Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas .....	38
10.6.2	Distancia de los conductores entre sí .....	38
10.6.3	Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables .....	39
10.6.4	Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación .....	39
10.6.4.1	Cruzamientos .....	39
10.6.4.2	Paralelismos .....	40
10.6.4.3	Distancias a carreteras .....	40
10.6.4.4	Cruzamientos .....	40
10.6.5	Distancias a ferrocarriles sin electrificar .....	40
10.6.6	Cruzamientos .....	40
10.6.7	Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses .....	41
10.6.8	Cruzamientos .....	41
10.6.9	Distancias a teleféricos y cables transportados .....	41
10.6.10	Distancias a ríos y canales, navegables o flotables .....	41
10.6.11	Paso por bosques y masas de arbolado .....	41
10.6.12	Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas .....	42
<b>11</b>	<b>Conversión de línea aérea a subterránea .....</b>	<b>42</b>
11.1	Elementos de maniobra y aparamenta .....	42
11.1.1	Seccionador unipolar .....	43
11.1.2	Seccionador trifásico .....	43
11.1.3	Interruptor seccionador SF6 .....	43
11.1.4	Cortacircuitos fusibles .....	43
11.1.5	Acerado perimetral y antiescalada .....	43
<b>12</b>	<b>Línea subterránea de media tensión .....</b>	<b>44</b>

12.1	Descripción del trazado .....	44
12.2	Disposición física de la línea subterránea .....	44
12.3	Descripción de los materiales .....	44
12.3.1	Cable aislado de potencia .....	44
12.3.1.1	Descripción del cable .....	44
12.3.1.2	Conductor .....	45
12.3.1.3	Semiconductor interior .....	46
12.3.1.4	Aislamiento .....	46
12.3.1.5	Pantallas semiconductor externa.....	46
12.3.1.6	Pantalla sobre el conductor .....	46
12.3.1.7	Pantalla sobre el aislamiento .....	46
12.3.1.8	Cubierta exterior no metálica .....	46
12.3.2	Terminales .....	47
12.3.2.1	Terminales apantallados de interior .....	47
12.3.2.2	Terminales de exterior termoretráctil .....	47
12.3.3	Empalmes .....	48
12.3.4	Autoválvulas-pararrayos .....	48
12.3.4.1	Tubos de polietileno.....	49
<b>13</b>	<b>CT Edificio Prefabricado en superficie .....</b>	<b>49</b>
13.1	Ubicación y Accesos .....	49
13.2	Dimensiones.....	50
13.3	Superficies de ocupación .....	50
<b>14</b>	<b>Características eléctricas de la Instalación .....</b>	<b>51</b>
14.1	Configuración eléctrica .....	51
14.2	Nivel de aislamiento en MT .....	51
14.3	Nivel de aislamiento en BT.....	51
14.4	Potencias de transformación .....	52
14.5	Intensidad nominal en MT .....	52
14.6	Corriente de cortocircuito .....	52
<b>15</b>	<b>Características de la Obra Civil.....</b>	<b>53</b>
15.1	Centros Prefabricados de Superficie.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
15.2	Cimentación de los CT prefabricados .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>16</b>	<b>Instalación Eléctrica.....</b>	<b>53</b>
16.1	Líneas de alimentación .....	53
16.2	Celdas de distribución secundaria.....	54
16.3	Tipos de celdas.....	54
16.3.1	Celda de Línea.....	54
16.3.2	Celda de Trafo.....	55



16.4	Transformadores de potencia.....	57
16.4.1	Transformadores con refrigeración en aceite .....	57
16.4.2	Transformadores de Tipo Seco .....	57
16.5	Cables y terminales de MT para conexión entre trafo y aparamenta. ....	57
16.6	Puentes de BT .....	57
16.7	Cuadros de baja tensión .....	58
<b>17</b>	<b>Protecciones.....</b>	<b>59</b>
17.1	Protección contra sobreintensidades .....	59
17.2	Protección térmica del transformador .....	59
17.3	Protección contra cortocircuitos externos .....	59
17.4	Protección contra sobretensiones en MT .....	60
<b>18</b>	<b>Instalación de Puesta a Tierra.....</b>	<b>60</b>
18.1	Diseño de la instalación de puesta a tierra .....	61
18.2	Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra .....	62
18.2.1	Electrodos de puesta a tierra .....	62
18.2.2	Líneas de tierra .....	62
18.3	Ejecución de la puesta a tierra de protección.....	63
18.4	Ejecución de la puesta a tierra de servicio.....	63
18.5	Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto .....	64
<b>19</b>	<b>Sistema de Telegestión .....</b>	<b>64</b>
<b>20</b>	<b>Sistema de Medida .....</b>	<b>65</b>
20.1	Equipo de medida .....	65
20.2	Módulo .....	65
20.3	Transformadores de Intensidad.....	65
20.4	Regleta de verificación .....	66
20.5	Cableado para la conexión del equipo de medida.....	66
20.6	Conexión de los elementos del sistema de medida.....	67
<b>21</b>	<b>Sistema de Telemando .....</b>	<b>67</b>
21.1	Unidad Compacta de Telemando.....	68
21.2	Detector de paso de falta .....	69
21.3	Comunicaciones.....	69
<b>22</b>	<b>Estudio de Seguridad y Salud. Plan de Seguridad .....</b>	<b>70</b>

<b>23 Limitación de los Campos Magnéticos.....</b>	<b>iError! Marcador no definido.</b>
23.1 Limitación de los Campos Magnéticos .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
23.2 Medición de campos magnéticos: Métodos, Normas y Control por la Administración .....	<b>iError! Marcador no definido.</b>
<b>24 Protección contra Incendios.....</b>	<b>70</b>
24.1 Extintores móviles.....	70
<b>25 Ventilación .....</b>	<b>70</b>
<b>26 Insonorización y medidas anti vibraciones .....</b>	<b>71</b>
<b>27 Protección contra la contaminación .....</b>	<b>71</b>
<b>28 Señalización y material de seguridad .....</b>	<b>72</b>
<b>29 Resumen de datos .....</b>	<b>73</b>
29.1 Línea aérea de media tensión .....	73
29.2 Línea subterránea media tensión.....	73
29.3 Centro de Transformación .....	74
<b>30 Organismos afectados .....</b>	<b>74</b>
<b>31 Propietarios afectados.....</b>	<b>76</b>
<b>32 Gestión de residuos .....</b>	<b>80</b>
<b>33 Conclusiones .....</b>	<b>80</b>

## 1 Objeto del Proyecto

ENDESA DISTRIBUCIÓN proyecta la construcción de la nueva línea aérea y subterránea de 25kV entre la línea aérea de media tensión "CHARILLA" y la subestación "MAZUELOS", y la reforma del centro de transformación 29786 "CDT-CHARILLA", añadiendo una celda más de línea.

Con el presente proyecto se pretende establecer las características a que habrá de ajustarse dicha instalación, con el fin de obtener Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción por parte del Servicio Provincial de Industria de Jaén.

## 2 Titular de la Instalación

El titular y propietario de la instalación objeto del presente proyecto es la empresa distribuidora ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U., con C.I.F. B-82846817 y domicilio social en Av. Vilanova nº 12, a efectos de notificaciones, en Avda. Ejército Español nº2 A.

## 3 Descripción de la Propuesta

Todas las instalaciones a ejecutar discurren por el término municipal de Alcalá la Real (Jaén).

Se instalará un nuevo tramo de Línea Aérea de Media Tensión D/C a 25 kV de 820,92m con conductor 94-AL1/22-ST1A (LA-110) y otro tramo de S/C de 6300m con conductor 94-AL1/22-ST1A (LA-110) en el término municipal de Alcalá la Real.

Las dos nuevas líneas subterráneas a ejecutar tienen una longitud de 615m y 85m están constituida por 1 circuito cada una, con cable de 150 mm<sup>2</sup> de aluminio, ambos bajo canalización existente. Dichas línea partirán, una desde el CD 29786 "CDT-CHARILLA" hasta nuevo apoyo Nº1, y la otra desde el apoyo nº40 hasta la subestación "MAZUELOS".

Se realizará la reforma del Centro de Transformación 29786 "CDT-CHARILLA" .En el CD 29786 "CDT-CHARILLA", se añadirá una celda más de línea motorizada, ya que el centro se encuentra telemandado (habiendo 4 celdas existentes de línea y una de protección).

## 4 Antecedentes.

El Centro de Transformación nº29786 "CDT-CHARILLA", objeto de reforma de este proyecto, fue legalizado ante la Delegación Provincial de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía en Jaén con el número de expediente.

La línea aérea de media tensión "CHARILLA" 25KV, objeto de reforma de este proyecto, fue legalizado ante la Delegación Provincial de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía en Jaén con el número de expediente.

---

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

## 5 Reglamentación y Normativa

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes reglamentaciones:

### Estatales

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y disposiciones adicionales no derogadas de la antigua Ley 54/1997, del sector eléctrico.
- Ley 32/2014, de Metrología.
- R.D. 222/2008. Establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y Decreto 9/2011 que modifica algunas de sus normas.
- R.D. 842/2002. REBT y sus ITCs BT 01 a BT 51.
- R.D. 1053/2014, aprueba una nueva ITC BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del R.D. 842/2002, y se modifican otras ITCs, del mismo.
- R.D. 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITCs LAT 01 a 09.
- R.D. 1432/2008, de 29 de agosto. Medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- R.D. 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITCs, ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 3275/1982. Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y sus ITCs "MIE-RAT" y ordenes que lo modifican.
- Normas UNE, UNESA, ONSE Y ENDESA para materiales e instalaciones eléctricas.
- R.D. 1942/1993. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y Orden de 16-04-1998, normas de procedimientos, desarrollo, revisión del anexo I y de los apéndices del mismo.
- R.D. 560/2010. Modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- Ley 21/2013, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 37/2003, del ruido y desarrollo en R. D.: 1513/2005, 1367/2007 y 1038/2012.
- Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales, y Reglamentos que desarrollan dicha Ley, y modificaciones, entre otros: R.D. 39/1997
- Reglamento de los servicios de prevención, R.D. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, R.D. 598/2015, R.D. 337/2010, R.D. 604/2006, R.D. 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, R.D. 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D. 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 614/2001, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 32/2006, de subcontratación en el sector de la construcción,

- R.D. 1109/2007 que desarrolla la ley 32/2006, Orden de 22-11-2007 que desarrolla el procedimiento de habilitación del libro de subcontratación y R.D. 337/2010 que modifica el R.D.1109/2007, y modificaciones.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

### **Comunidad Autónoma de Andalucía**

- Ley 7/2007. Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Decreto 5/2012. Regulación de la Autorización Ambiental Integrada.
- Decreto 356/2010, que regula la Autorización Ambiental Unificada y sus modificaciones surgidas en el Decreto 5/2012.
- Decreto 297/1995. Reglamento de Calificación Ambiental.
- Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto 6/2012. Reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía.
- Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas
- Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- Decreto 178/2006, de 10-10-2006. Normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión
- Resolución de 5 de mayo de 2005. Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa, en Andalucía y modificaciones.
- Instrucción 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.
- Decreto 59/2005 de 1 de marzo por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos con desarrollo y modificaciones en: Orden de 27-05-2005, Orden de 05-10-2007, Orden de 05-03-2013, Resolución de 09-05-2013 y Resolución de 16-06-2015 donde se modifican la comunicación de puesta en funcionamiento de establecimientos e instalaciones industriales y las fichas técnicas descriptivas de instalaciones industriales a las que se contra la presente resolución, contenidas en los Anexos I y II de la Orden de 5 de marzo de 2013.
- Plan general Municipal de ordenación urbana.

## **5.1 Normas de consulta UNE y Normas de Endesa Distribución**

### **5.1.1 Normas UNE**

- UNE-EN 60076-1 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2 Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
- UNE 21021 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE 21120 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.
- UNE-EN 60099 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
- UNE 60129 Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna

- UNE-EN 50182 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

### 5.1.2 Normas de Endesa Distribución

- AGD001 Guía técnica sobre protecciones contra las sobretensiones en las instalaciones de media tensión.
- AND001 Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV.
- AND005 Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV
- AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión. Seccionadores hasta 36 kV.
- AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.
- FGC002 Guía técnica del sistema de protecciones de la red MT en CT y PT.
- FGH005 Guía de soluciones de obra civil para reducir la contaminación acústica en CT.
- FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión.
- FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.
- FNH003 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie modelo rural.
- FNL001 Cuadros de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie
- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CT
- FNZ001 Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.
- NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial
- GSCB001 12V VRLA Accumulators for Powering Remote-Control Device of Secondary Substations
- GSCL001 Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations
- GSC001 TECHNICAL SPECIFICATION OF MEDIUM VOLTAGE CABLES WITH RATED VOLTAGE  $U_0/U_c(U_m)$  8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV AND 20/34,5(37,95) kV
- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter
- GSM003 MV Pole Mounted Switch-Disconnectors
- GST001 MV/LV Transformers
- GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations
- GSPT001 Detector de Paso de falta Direccional
- GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage  $U_0 / U (U_m)$  0,6/1,0 (1,2) Kv
- GSC003 CONCENTRIC-LAY-STRANDED BARE CONDUCTORS
- GSCC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV CABLES

- GSC006 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV SEPARABLE CONNECTORS FOR MV CABLES”.

### 5.1.3 Siglas

- EDE: Endesa Distribución Eléctrica
- CT: Centro de Transformación
- CTBP: Centro de Transformación Bajo Poste
- EP: Edificio Prefabricado
- MT: Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- RD: Real Decreto
- PSBC: Fuente alimentación / cargador batería
- RGDAT: Indicador paso falta direccional y ausencia de tensión
- UCT: Unidad Compacta de Telemando
- UP: Unidad Periférica
- XLPE: Aislamiento de Polietileno Reticulado

## 6 Emplazamiento

Las instalaciones objeto de este proyecto estarán situadas en el término municipal de Alcalá la Real, entre Charilla y el Polígono Industrial de Mazuelos. Su situación exacta figura en los planos adjuntos.

Las coordenadas de los puntos singulares de la instalación son las siguientes:

Coordenadas UTM (ETRS89)	X	Y	Huso
INICIO NUEVA LSMT 1 (CD 29786”CDT-CHARILLA”)	419622	4150264	30
FIN NUEVA LSMT 1 (APOYO N°1)	419562	4150222	30
INICIO NUEVA LAMT (APOYO N°1)	419562	4150222	30
FIN NUEVA LAMT (APOYO N°40)	422196	4145444	30
INICIO NUEVA LSMT 2 (APOYO N°40)	422196,	4145444	30
FIN NUEVA LSMT 2 (SUBESTACIÓN MAZUELOS)	422146	4144872	30



## 7 Niveles de Tensión

La corriente eléctrica será alterna y trifásica a la tensión de 25 kV en el nivel de Alta Tensión y de 400 V en el nivel de Baja Tensión, la frecuencia será de 50 Hz y el nivel de aislamiento del conjunto de la instalación será de 18/30 kV según la tabla 12 de la ITC-LAT-07.

**Tabla 1. Nivel de aislamiento del material**

Tensión Nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
20 < U ≤ 30	36	70	170

U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre dos conductores.

Um: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera, para los que se ha diseñado el material. Es la tensión máxima que puede ser soportada permanentemente en condiciones normales de explotación en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales.

## 8 Síntesis Ambiental

Éste análisis ambiental tiene como fin valorar el medio en el que se pretende la ejecución de las instalaciones que se describen en este proyecto.

El tramo de línea aérea y apoyos a instalar que se describe en este proyecto, estará afectado por la Autorización Ambiental Unificada, según la Ley de Gestión integrada de la Calidad Ambiental, LEY 7/2007, de 9 de julio, y el Real Decreto 356/2010 de 3 de Agosto. Según su apartado 2.15, ya que la nueva línea a ejecutar tiene una longitud superior a 3000 m.

## 9 Línea aérea de Media Tensión

### 9.1 Descripción del trazado

La línea aérea objeto del presente proyecto tiene su origen en el nuevo apoyo nº1(x: 419562, Y: 4150222) sito en Charilla, hasta el nuevo apoyo nº40 sito en el Polígono Industrial (x: 422196, y:4145444).

La longitud total de la línea es de 7051,47 metros, discurriendo por el siguiente término municipal de Alcalá la Real. De estos 7051,47 metros, 820m serán en doble circuito y los 6230,55metros restantes serán en simple circuito, todo ello con conductor 94-AL1/22-ST1A (LA-110).

A continuación se indican coordenadas U.T.M. aproximadas de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea. Asimismo se incluyen las cotas (Z) de los apoyos referidas sobre nivel medio del mar en Alicante:



La menor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del apoyo existente A717284, el cual alcanza una cota de 847,68m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona B.

La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del nuevo apoyo a instalar N°24, el cual alcanza una cota de 964,24, m. Por tanto, y según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), se deberá considerar a efectos de cálculo la zona B.

Para ver el trazado consultar planos adjuntos.

## 9.2 Elementos de las Líneas Aéreas de MT

### 9.2.1 Apoyos

En nuestro proyecto tendremos los siguientes nuevos apoyos:

- 1 apoyo tipo C-2000daN/12m.
- 1 apoyo tipo C-2000daN/14m.
- 4 apoyo tipo C-2000daN/16m.
- 17 apoyos tipo C-2000daN/18m.
- 3 apoyos tipo C-2000daN/20m.
- 2 apoyos tipo C-2000daN/22m.
- 2 apoyos tipo C-3000daN/18m.
- 1 apoyo tipo C-3000daN/20m.
- 1 apoyo tipo C-3000daN/22m.
- 1 apoyo tipo C-3000daN/24m.
- 1 apoyo tipo C-4500daN/18m.
- 2 apoyos tipo C-4500daN/20m
- 1 apoyo tipo C-4500daN/20m.
- 1 apoyo tipo C-7000daN/18m.
- 3 apoyos tipo C-7000daN/20m.
- 2 apoyos tipo C-9000daN/18m.

### 9.2.1.1 Tipologías de apoyo

En general los apoyos a instalar en las nuevas líneas de MT serán metálicos de celosía.

Por recomendación o imposición de los organismos medioambientales locales o autonómicos, o en aquellos casos en los que su instalación, debidamente justificada, sea la mejor solución, se podrán utilizar apoyos de chapa plegada o de hormigón armado vibrado.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- **Apoyos de suspensión:** Apoyos con cadenas de aislamiento en suspensión.
- **Apoyos de amarre:** Apoyos con cadenas de aislamiento de amarre.
- **Apoyos de anclaje:** Apoyos de amarre que además proporcionarán puntos firmes que eviten la propagación a lo largo de la línea de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros.
- **Apoyos de fin de línea:** Apoyos de amarre, situados en el origen y final de la línea cuya función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitudes de todos los conductores en un solo sentido.
- **Apoyos especiales:** Son aquellos que tienen una función diferente a las indicadas en los puntos anteriores.

Por otro lado, en función de la posición relativa del apoyo respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- **Apoyos de alineación:** Apoyos de suspensión, amarre o anclaje en tramos rectilíneos de la línea. Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto.
- **Apoyos de ángulo:** Apoyos de amarre o anclaje colocados en un ángulo del trazado de la línea.

Para este proyecto se describen los apoyos metálicos de celosía, de hormigón y de chapa plegada normalizados por EDE. No se incluyen los apoyos de madera para nuevas instalaciones, limitando su empleo para mantenimiento de instalaciones existentes y atención de situaciones provisionales para reparación de averías.

Atendiendo a su naturaleza constructiva, los apoyos pueden ser de los siguientes tipos:

### 9.2.1.2 Apoyos metálicos de celosía

Los apoyos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma AND001 "Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV".

### 9.2.1.3 Apoyos de hormigón

Los apoyos de hormigón cumplirán la norma UNE-EN 207016 y la Norma AND002 "Postes de hormigón armado vibrado".

#### 9.2.1.4 Apoyos de chapa plegada

Los apoyos de chapa plegada cumplirán la norma UNE-EN 207018 y la Norma AND004 “Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV”.

En los apoyos metálicos de celosía y de chapa plegada el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. En la información de proyecto deberá indicarse el tipo de ambiente en que se prevé ubicar los apoyos, y si los niveles de contaminación y salinidad ambiental lo requieran, se aplicarán medidas de protección adicionales.

### 9.2.2 Armados

En el caso de líneas de un solo circuito, se instalarán crucetas de bóveda o semicrucetas atirantadas. Para dos circuitos, se instalarán semicrucetas atirantadas con montaje en disposición de hexágono.

Las características técnicas de los armados metálicos se ajustarán a los criterios establecidos en la ITC-LAT-07 en función de las magnitudes y direcciones de las cargas de trabajo y de las distancias de aislamiento eléctrico requeridas.

#### 9.2.2.1 Semicrucetas atirantadas

Se utilizarán en los apoyos metálicos de celosía, con una distribución al tresbolillo o en horizontal para líneas de simple circuito y en hexágono para líneas de doble circuito.

Se emplearán en apoyos de cualquier función: alineación, ángulo, anclaje, fin de línea o especiales y cumplirán la norma UNE 207017 y la norma AND001 “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”.

La longitud de la semicruceta instalada dependerá de la distancia de aislamiento eléctrico requerida.

#### 9.2.2.2 Crucetas de bóveda

Las crucetas tipo bóveda se utilizará en apoyos de celosía, hormigón y chapa plegada, con función de alineación o ángulo, y con las limitaciones que se deriven de los cálculos mecánicos de los mismos.

Las crucetas que se instalen en apoyos de metálicos de celosía cumplirán la norma UNE 207017 y la norma AND001 “Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30 kV”.

Las crucetas de bóveda de los apoyos de hormigón y de chapa plegada cumplirán las siguientes especificaciones:

Tabla 2. Listado especificaciones crucetas de bóveda

Especificación	Código
----------------	--------

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”, T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

Especificación técnica cruceta bóveda 3 m para apoyo hormigón o chapa zona A ó B	6702291
Especificación técnica cruceta bóveda 3,6 m para apoyo hormigón chapa zona A ó B	6702293
Especificación técnica cruceta bóveda 4 m para apoyo hormigón chapa zona A ó B	6702294
Especificación técnica cruceta bóveda CB3-E	6706752
Especificación técnica cruceta bóveda CB2-E	6706753

### 9.2.2.3 Dimensiones de los apoyos y armados

La altura elegida de los apoyos se determinará por la distancia mínima de los conductores al terreno u a otros obstáculos, según lo establecido en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Las dimensiones de los armados se determinarán por la distancia a mantener de los conductores entre sí y con las partes metálicas del apoyo, según lo indicado en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT-07 del RLAT.

### 9.2.3 Conductores

Los conductores que se emplearán para la construcción de las LAMT estarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 50182 y a la Norma GSC003 "Concentric-lay-stranded bare conductors".

Se emplearán conductores de aluminio con alma de acero galvanizado (tipo ST1A) en zonas consideradas con nivel de contaminación normal o alta.

En zonas consideradas con nivel de contaminación muy alto se emplearán conductores de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio (tipo A20SA).

El tramo a instalar será con conductor 94-AL1/34-ST1A (antiguo LA-110), de las siguientes características:

Designación Nueva Anterior	Sección (mm <sup>2</sup> )	Diámetro	Composición				Carga de rotura	Resis- tencia eléctric a a 20°C	Mas a	Módulo de elastici dad	Coefi- ciente de dilata ción lineal	I <sub>máx.</sub>  (A)
			Alambres de aluminio		Alambres de acero							
	Total	Total	Nº	Ø (mm)	Nº	Ø (mm )						
94-AL1/34- ST1A LA 110	116,2	14	30	2	7	2	6217	0,307	433	8.100	17,8	314

### 9.2.4 Aislamiento

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

Además, para determinar las necesidades de cada instalación se tendrá en cuenta el nivel de contaminación salina e industrial atendiendo a lo indicado en el documento de EDE NZZ009 “Mapas de contaminación salina e industrial” y en la ITC-LAT-07.

Preferiblemente, los aisladores a instalar en las líneas nuevas de MT serán del tipo compuesto o polimérico. En ese caso la línea de fuga específica mínima será:

Tabla 4. Línea de fuga aisladores compuestos

Aisladores compuestos o poliméricos		
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)**	
	Contaminación Normal/Alta	Contaminación Muy alta
36 kV	900	1.250

(\*)según documento EDE NNZ009

Los aisladores de vidrio sólo podrán instalarse en zonas de contaminación salina e industrial normal y su línea de fuga específica mínima será:

Tabla 5. Línea de fuga aisladores de vidrio

Aisladores de vidrio	
Tensión más elevada	Línea de fuga específica mínima (mm)**
36 kV	576

(\*\*)según tabla 14 ITC-LAT-07

Los aisladores rígidos únicamente podrán emplearse en los puentes flojos, para fijar los cables en su paso por los apoyos y asegurar las distancias, pero no podrán ser elementos de sujeción al comienzo o final de un vano.

El aislamiento adquirirá la condición de reforzado, cuando las características dieléctricas que le corresponden en función de la tensión más elevada del material de la línea, se eleven al escalón inmediato superior de la tensión que le corresponde, y que se indica en el apartado 4.4 de la ITC LAT-07. En general, esta condición se cumple incrementando en una unidad el número de aisladores de la cadena.

Los aisladores deberán soportar:

- Las solicitaciones mecánicas de la línea.
- Las solicitaciones eléctricas.

Cuando las solicitaciones mecánicas lo requiera podrán acoplarse dos cadenas de aisladores mediante un yugo.

#### 9.2.4.1 Aisladores compuestos o poliméricos

Los aisladores compuestos (poliméricos a base de goma silicona) se ajustarán a las normas UNE-EN 61109:2010, UNE-EN 61466 y a la Norma AND012 "Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV".

Este tipo de aisladores presentan ventajas frente al vidrio por su elevada hidrofobicidad, bajo mantenimiento, poco peso, alta resistencia mecánica y buen comportamiento frente a la contaminación y el vandalismo. Pueden soportar una mayor sollicitación dieléctrica, por lo que su línea de fuga puede reducirse del orden de un 30% respecto a los valores de la tabla.

#### 9.2.4.2 Aisladores de vidrio

Los aisladores de vidrio estarán constituidos por elementos aislantes formando cadenas articuladas, cuyo número de elementos dependerá del nivel de aislamiento requerido.

Los aisladores y las cadenas que se formen con ellos, así como sus características, se ajustarán a las indicadas en la Norma AND008 "Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV".

#### 9.2.5 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores.

Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores.

Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Se tendrán en cuenta las disposiciones de los taladros y los gruesos de chapas y casquillos de cogida de las cadenas para que éstas queden posicionadas adecuadamente.

Todas las características técnicas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en la norma AND009 "Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV".

Las diversas cadenas de herrajes para el conductor están representadas en el documento PLANOS.

Los elementos de acoplamiento empleados para la construcción de las LAMT son los siguientes:

- Grapas de amarre
- Grapas de suspensión
- Varillas de protección

- Horquillas de bola
- Grilletes
- Anillas de bola
- Rótulas
- Alargaderas

En todos los apoyos en suspensión se instarán varillas de protección preformada.

### 9.2.6 Empalmes en el conductor

Los empalmes de los conductores entre si se efectuarán por el sistema de “manguito comprimido”, estando constituidos por:

- Tubo de aluminio de extrusión para la compresión del aluminio.
- Tubo de acero de extrusión para la compresión del acero

Serán de un material prácticamente inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar formación de un par eléctrico apreciable. La ejecución quedará hecha de modo que el empalme tenga una resistencia mecánica por lo menos igual al 95% de la del cable que une y una resistencia eléctrica igual a la de un trozo de cable sin empalme de la misma longitud. Cumplirán lo fijado en la norma UNE 21021.

Deberán cumplir dos condiciones para que la compresión no provoque una disminución de resistencia mecánica:

- Todos los alambres deberán ser apretados uniformemente, lo que requiere una distribución uniforme de la presión.
- Ningún alambre deberá ser deformado.

Su ejecución se realizará mediante una máquina apropiada que dispondrá de los troqueles necesarios para que resulte, tras la compresión, una sección del empalme hexagonal con la medida entre-caras dada por el fabricante, lo cual servirá para garantizar que la unión ha quedado correctamente realizada.

Los empalmes de compresión para conductores de acero y aluminio dispondrán de una cavidad para albergar el núcleo del conductor.

En una línea de nueva construcción, los empalmes deberán realizarse en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre. Quedan expresamente prohibidas las uniones por tornillo en particular y en especial aquellas que provoquen que los ejes de los conductores a unir no formen una misma línea recta y aquellos que sean desmontables, así como los de varillas preformadas.

### 9.2.7 Piezas de conexión

Las piezas de conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. En zonas de alta y muy alta contaminación se cubrirán con cinta de protección anticorrosiva estable a la intemperie, para que las superficies de contacto no sufran oxidación.



Las piezas de conexión se dividen en terminales y piezas de derivación. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21021 y CEI 1238-1.

### 9.2.7.1 Terminales

Serán de aluminio homogéneo con pala de doble taladro, adecuados para que la conexión al cable se efectúe por compresión hexagonal. La conexión del terminal a la instalación fija se efectuara mediante tornillos a presión.

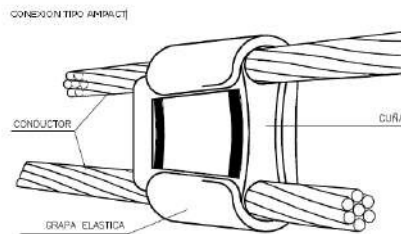
Los terminales cumplirán la Norma NNZ015 "Terminales rectos de aleación para conductores de aluminio y aluminio-acero".

### 9.2.7.2 Piezas de Derivación

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas. Así pues, la conexión de derivaciones se realizarán en el bucle entre dos cadenas horizontales de un apoyo (puente flojo). En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor.

La conexión de derivaciones a la línea principal se efectuarán mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acufamiento cónico.

Se incluye dibujo con conexión tipo cuña:



### 9.2.8 Dispositivos antiescalamiento

En los apoyos frecuentados, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 e la ITC-AT-07, se instalarán dispositivos antiescalamiento que dificulten al acceso a las partes en tensión de los apoyos.

Los antiescalos que se instalen en los apoyos metálicos cumplirán la Norma AND017 "Antiescalos para apoyos metálicos de celosía"



## 9.2.9 Accesorios

### 9.2.9.1 Amortiguadores

Aunque su uso no es común en líneas de MT, en el caso de que puedan preverse daños provocados por las vibraciones se dispondrán grapas adecuadas y antivibradores que absorban parte de la energía amortiguando la fatiga en el punto de agarre,

Es más conveniente diseñar la traza de la línea para que no sea necesario la utilización de dispositivos antivibratorios y para ello es importante seguir la recomendación CIGRE que establece que en España, con una temperatura media de 15 °C, el EDS (Every Day Stress) o tracción media de todos los días, de las líneas aéreas de MT no sobrepase el 15% de la carga de rotura del conductor, por tanto hay que comprobar que el tense correspondiente cumple con esa condición.

Además se debe cumplir que la tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%, CHS (Cool Hour Stress). Es decir, que la tracción del conductor a -5°C no sea superior al 20% de su carga de rotura.

Se evitará la colocación de contrapesos en los apoyos cuyo gravivano sea negativo, substituyendo el apoyo de suspensión por uno de amarre.

### 9.2.10 Aparamenta

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aérea de EDE se podrá instalar la siguiente aparamenta:

- Seccionadores unipolares intemperie.
- Seccionadores trifásicos intemperie.
- Interruptores-seccionadores SF6 intemperie,
- Cortacircuitos fusibles de expulsión "XS".
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso.

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea. **En nuestro caso, tendremos seccionadores unipolares en el apoyo nº1 y el apoyo nº40.**

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

### 9.2.10.1 Seccionador unipolar

Los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1 y la norma AND005 “Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV”.

### 9.2.10.2 Seccionador trifásico

Los seccionadores unipolares intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1.

### 9.2.10.3 Interruptor seccionador SF6

Los interruptores-seccionadores SF6 intemperie cumplirán con la norma GSCM003 “MV pole mounted switch-disconnectors”.

### 9.2.10.4 Cortacircuitos fusibles

Los fusibles de expulsión cumplirán con la norma AND007 “Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV”

Los cortacircuitos fusibles limitadores de APR cumplirán con la norma UNE 21120.

## 9.2.11 Protecciones

### 9.2.11.1 Protección de sobretensiones

En las nuevas líneas aéreas en las que existan conexiones con redes subterráneas de media tensión, deberán instalarse dispositivos de protección frente a sobretensiones o pararrayos. También se instalarán en zonas con un elevado índice isocerámico.

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-EN 60099 y norma AND015 “Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV” y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger (red subterránea de MT).

## 9.3 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

La cimentación de los apoyos cumplirá lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT-07 y será del tipo monobloque prismática de sección cuadrada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar la evacuación del agua de lluvia. Así mismo, el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de

los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K). Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07. Las dimensiones mínimas de cimentaciones de los apoyos más habituales se detallan en el documento PLANOS.

## 9.4 Puesta a Tierra de los apoyos

Los apoyos de MT estarán provistos de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT-07 y considerando que se dispone de un sistema de protección automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos o de hormigón armado según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

En todos los apoyos, la unión a tierra se hará de forma específica, de manera que pueda garantizar una resistencia de difusión mínima y de larga permanencia.

El diseño del sistema de puesta a tierra deberá cumplir:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra.

### 9.4.1 Electrodos de Puesta a Tierra

Los electrodos de tierra estarán compuestos por:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro
- Conductores horizontales de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.
- Combinación de picas y conductores horizontales.

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

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será dado por la expresión:

$$S > \frac{I_d \cdot \sqrt{\rho \cdot t}}{11600}$$

en la que:

S	Superficie total del electrodo (m2)
$I_d$	Intensidad de defecto (A)
$\rho$	Resistividad media del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
t	Tiempo de duración del defecto (s)

#### 9.4.2 Línea de tierra

La línea de tierra es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con la parte del apoyo que se pretender poner a tierra.

Los conductores empleados en las líneas de tierra deberán tener una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. No podrán insertarse ni fusibles ni interruptores.

Estará constituidas por conductores de cobre. En función de la intensidad de defecto y la duración del mismo, las secciones mínimas (S) del conductor a emplear a efectos de no alcanzar su temperatura máxima se deducirán a partir de la expresión siguiente:

$$S \geq \frac{I_d}{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{t}{\Delta\sigma}}$$

donde:

S	Sección mínima (mm2)
$I_d$	Intensidad de defecto (A)
t	Tiempo de duración del defecto (s)

Para conductor de cobre y  $t < 5$  s,  $\alpha = 13$

Para conductor aislado  $\Delta\sigma = 160$  °K y  $\Delta\sigma = 180$  °K para conductor desnudo

En general las instalaciones de puesta a tierra se realizarán mediante conductores de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm2.

La parte de conductor de cobre desnudo hasta el punto de conexión con el montante se protegerá mediante un tubo de PVC, para lo cual el paso de dicho conductor a través del macizo de cimentación se efectuará por medio de un tubo introducido en el momento del hormigonado.

El extremo superior del tubo quedará sellado con poliuretano expandido o similar para impedir la entrada de agua, evitando así tener agua estancada que favorezca la corrosión del cable de tierra.

Como conductores de tierra, entre herrajes y crucetas y la propia toma de tierra, puede emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

### 9.4.3 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 NO frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- 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.

Básicamente se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

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:

- Cuando se aislen 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.
- 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.).
- Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o aisladas respecto del apoyo 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 (F): se considerará como resistencias adicionales la resistencia del calzado y la resistencia a tierra en el punto de contacto.

- 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 (F.S.C.): se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto considerando nula la resistencia del calzado.
- Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Los apoyos que sean diseñados para albergar conversiones aéreo-subterráneas deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación.

Los apoyos que sean diseñados para albergar aparatos de maniobra deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados.

#### **9.4.4 Sistemas de puesta a tierra**

##### **9.4.4.1 Apoyos no frecuentados**

Puesto que el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión de EDE es inferior a 1 segundo, de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. No obstante, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones.

A tal efecto se podrá utilizar un electrodo de difusión por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

El extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,50 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

##### **9.4.4.2 Apoyos frecuentados**

Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado a una profundidad de al menos 0,50 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos/cuatro conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo se conectarán como mínimo dos picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. En caso contrario se adoptará alguna de las tres medidas indicadas en el apartado Clasificación de apoyos según su ubicación con el objeto de considerarlos exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto.

Tanto en apoyos frecuentados como en no frecuentados, la parte visible del cable de cobre hasta el punto de unión con el montante de la torre se protegerá mediante tubo de PVC rígido y en la unión con la pica enterrada se colocará pasta aislante al objeto de evitar humedad que dañe por oxidación dicha unión.

Excepcionalmente, si no es posible obtener un valor de resistencia de tierra adecuado mediante los métodos anteriormente indicados, se realizará una puesta a tierra profunda consistente en:

- Perforación de 85 mm de diámetro y de unos 12 ó 14 m. de profundidad. En caso necesario se repetirá esta perforación para obtener la resistencia adecuada, la cual se irá midiendo a medida que avance la perforación
- Se introducirá una cadena de electrodos, básicamente consistente en:
- Barra de grafito de 55 mm de diámetro por 1 m.
- Elementos de conexión del electrodo hasta llegar a la superficie.
- Relleno con mezcla de grafito polvo.

Ánodos de Mg para protección contra corrosión de elementos metálicos enterrados.

## 9.5 Medidas de protección de la avifauna

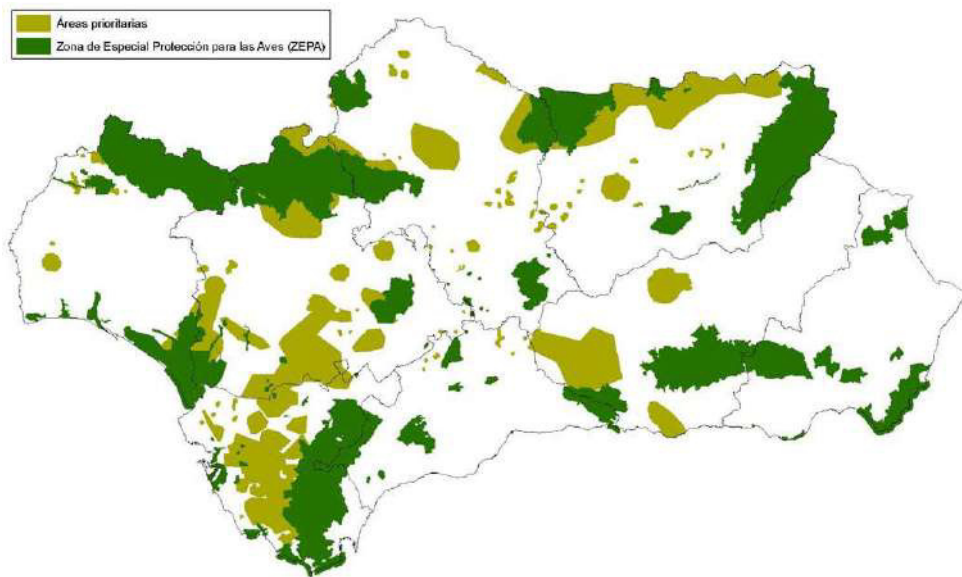
En el diseño de las líneas que afecten o se proyecten en las zonas de protección definidas en el artículo 3 del R.D. 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión, se aplicaran las correspondientes medidas correctoras:

1. Los puentes y aparamenta deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además se recubrirán los puentes y partes en tensión de las conexiones.
2. Se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,5 m.
3. Para armados de bóveda existentes la distancia entre la cabeza del apoyo y el conductor central de la bóveda, será mayor de 0,88 m., o en caso contrario, se aislará dicho conductor un metro a cada lado del apoyo.
4. Las distancias mínimas de seguridad "d" entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
5. Para cadenas de suspensión: 0,60 m. (excepto armado canadiense que será de 0,48 m.).
6. Para cadenas de amarre: 1,00 m. (excepto armado canadiense que será de 0,60 m.) 0,88 m
7. En el caso de no poderse guardar estas distancias de seguridad, se instalarán alargaderas de protección.
8. En cualquier caso, a falta de distancias, se puede adoptar la solución de aislar el conductor o instalar conductor recubierto o conductor aislado.



9. Se emplearán alargaderas para aumentar la distancia desde la zona de posada al punto en tensión. Son elementos que se colocan entre la cruceta y los aisladores para y disponen de una geometría tal que se dificulta la posada de las aves.

Además se tendrán en consideración posibles medidas más restrictivas que establezcan la legislación autonómica. Los dispositivos a instalar deberán estar validados y contrastados por EDE y/o por la Administración competente



### **Salva pájaros**

Como medida preventiva anticolidión se instalarán sistemas disuasorios en los conductores de fase, en general, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m, con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En cualquier caso, cada proyecto simplificado se adecuará a lo establecido por el Órgano competente de la Comunidad Autónoma.

### **Otros dispositivos**

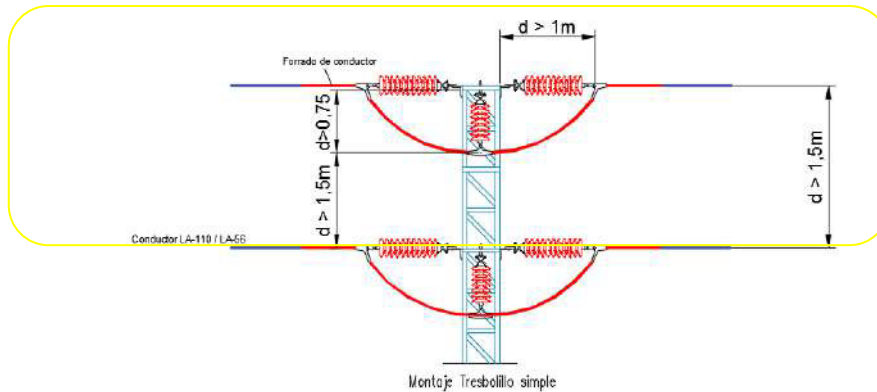
Para evitar la electrocución se podrán instalar en los armados de los apoyos, dispositivos que dificulten la posada de las aves tales como sistemas de espinas anti-posada, dispositivos que impidan la nidificación e incluso dispositivos que la faciliten.

Cuando no sea posible alcanzar distancia de seguridad establecida desde la zona de apoyo de la avifauna hasta los puntos en tensión se aislarán los conductores. De igual modo se aislarán los conductores de conexión en los apoyos especiales (seccionamiento, conversiones aéreo-subterráneas...). Los forros de protección serán acordes a los especificado en la Norma BNA001 Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en las líneas eléctricas de distribución.

**En nuestro caso, la nueva LAMT NO pasa por ninguna zona protegida.**



Como se trata de una nueva línea, se forrarán las grapas y 1 metro de conductor mediante **Forros de protección anti-electrocución de la avifauna en las líneas eléctricas de distribución** según la Norma **BNA001**.



### 9.5.1 Balizas

En caso de ser necesario para hacer más visibles los conductores en zonas con elevada densidad de tráfico aéreo, se colocarán balizas para señalar la presencia de tendidos eléctricos.

### 9.5.2 Placas de señalización

En todos los apoyos se instalarán placas normalizadas para numerar e identificar el apoyo y señalar riesgo eléctrico en la instalación.

Los apoyos en los que se instalen elementos de maniobra se codificarán expresamente con un identificador adicional.

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



## 9.6 Distancias de Seguridad

Para el cálculo de los distintos elementos de la instalación se tendrán en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en el apartado 5 de la ICT-LAT-07 y/o en las correspondientes Especificaciones Particulares de EDE.

A continuación se indican las distancias mínimas a tener en cuenta en este proyecto. En los planos se detallarán los cruces con los organismos afectados.

### 9.6.1 Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Se tendrán en cuenta las siguientes distancias:

- **Del**= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra de sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- **Dpp**= Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Dpp es una distancia interna.
- **Asom**= Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.
- Distancia entre conductores (Dpp)
- Distancia entre conductores y partes del apoyo puestos a tierra (Del)

Tabla 7. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

Tensión más elevada de la red US (kV)	Del (m)	Dpp (m)
24	0,22	0,25
30	0,35	0,40

### 9.6.2 Distancia de los conductores entre sí

La ITC-LAT 07 en el punto 5.4.1, establece que la separación mínima entre conductores se determina con la siguiente expresión:

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

Siendo:

D = Separación en m,

K = Coeficiente de oscilación (Se obtiene de la Tabla 16, apartado 5.4 ITC-LAT 07)

F = Flecha en m.

L = Longitud de la cadena de suspensión en m.

K' = Coeficiente que depende de la tensión de la línea (0,85 para líneas de categoría especial y 0,75 para el resto).

$D_{pp}$  = Distancia mínima de aislamiento en el aire para prevenir descargas disruptivas entre conductores en fase de sobretensiones de frente lento o rápido. Viene dado por la Tabla 16 del apartado 5.2.

### 9.6.3 Distancias de los conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha prevista según las hipótesis de temperatura hielo, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o cursos de agua no navegables, a una altura mínima de 7 metros.

En lugares de difícil acceso, estas distancias podrán reducirse hasta en un metro.

### 9.6.4 Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

#### 9.6.4.1 Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de mayor tensión y se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de tensión más elevada. En cualquier caso, la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

Tabla 8. Distancias entre los conductores y los apoyos en caso de cruzamientos

Nivel tensión (kV)	Distancia
$U \leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 440$	7

La distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no será inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ en metros}$$

A la distancia entre conductores ( $D_{pp}$ ) se aplicarán los valores de la tabla 7 y a la distancia de aislamiento adicional se aplicarán los valores de la tabla 9

Tabla 9. Distancia aislamiento adicional cruzamiento líneas eléctricas

Tensión nominal red (kV)	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25$ m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25$ m
<b><math>U \leq 30</math></b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>

#### 9.6.4.2 Paralelismos

Se evitará la construcción de líneas paralelas de distribución o transporte a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

Este mismo criterio se aplicará para el paralelismo con líneas de telecomunicación.

#### 9.6.4.3 Distancias a carreteras

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de carreteras será a una distancia de la arista de la calzada superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros en carreteras y 50 metros en autopistas.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración para cada caso particular.

#### 9.6.4.4 Cruzamientos

La mínima distancia de los conductores sobre la rasante de la carretera será, para líneas de tensión hasta 30 kV, de 7 metros.

En caso de cruce con autopistas y autopistas, se establece una distancia mínima de 8 m.

#### 9.6.5 Distancias a ferrocarriles sin electrificar

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación e la vía férrea.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

#### 9.6.6 Cruzamientos

La mínima distancia de los conductores sobre las cabezas de los carriles, para líneas de tensión hasta 30 kV, de 8 metros.

### 9.6.7 Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

La distancia mínima para la ubicación de los apoyos será de 50 metros hasta la arista exterior de la explanación e la vía férrea.

En cualquier caso se seguirán las prescripciones indicadas por el órgano competente de la Administración.

### 9.6.8 Cruzamientos

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica de tensión hasta 30 kV, con su máxima flecha vertical prevista, y el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de 4 metros.

### 9.6.9 Distancias a teleféricos y cables transportados

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica de tensión hasta 30 kV, con su máxima flecha vertical prevista, y la parte más elevada del teleférico será de 5 metros.

### 9.6.10 Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

En general la ubicación de los apoyos en las proximidades de ríos y canales navegables será a una distancia del borde del cauce fluvial superior a vez y media su altura, con un mínimo de 25 metros.

La altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2.3 + D_{el} \text{ en metros}$$

Donde G es el gálibo. Si no está definido se utilizará un valor de 4,7 m.

### 9.6.11 Paso por bosques y masas de arbolado

Cuando se sobrevuelen masas de arbolado se abrirán calles libres de cualquier vegetación que pueda favorecer un incendio, siempre que se cuente con la autorización del organismo competente.

De esta forma se establecerá una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 2 metros.

En caso de no disponer del permiso necesario para abrir la calle, se mantendrá entre los conductores en su posición más desfavorable y la masa de arbolado una distancia vertical suficiente para permitir el desarrollo completo de la especie sobrevolada sin necesidad de realizar podas periódicas de la misma. Por lo tanto la distancia de los conductores al suelo deberá ser la altura máxima de la especie sobrevolada, incrementada en 2 metros.

### 9.6.12 Distancias a edificios, construcciones y zonas urbanas

No se construirán líneas por encima de edificios o instalaciones industriales.

Se establece una zona de no edificación definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en 5 m para todas las tensiones de EDE.

## 10 Conversión de línea aérea a subterránea

Según indican las normas Endesa cuando la línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable.
- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE EN50102. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. Las dimensiones de la bandeja serán de 4,5x1,5 veces el diámetro de un cable unipolar.
- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos.

Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

**En nuestro proyecto tendremos dos apoyos con conversiones aéreo-subterráneas, en los apoyos nº1 y apoyos nº40.**

### 10.1 Elementos de maniobra y aparamenta.

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión, en las líneas aérea de EDE se podrá instalar la siguiente aparamenta:

- Seccionadores unipolares intemperie.
- Seccionadores trifásicos intemperie.
- Interruptores-seccionadores SF6 intemperie,
- Cortacircuitos fusibles de expulsión "XS".
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En general, en cualquier derivación se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea de fácil acceso.

**En nuestro caso instalaremos 3 seccionadores unipolares intemperie en las dos conversiones aéreo-subterráneas.**

Las derivaciones deberán estar protegidas desde la cabecera de la línea, y cuando por criterios de explotación sea necesario que exista una protección intermedia, deberá ser selectiva con la de cabecera de la línea.

En los casos en los que se considere necesario, los elementos de maniobra estarán telemandados para minimizar el impacto de eventuales averías y reducir los tiempos de maniobra, localización y afectación durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

#### **10.1.1 Seccionador unipolar**

Los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1 y la norma AND005 “Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV”.

#### **10.1.2 Seccionador trifásico**

Los seccionadores unipolares intemperie cumplirán la norma UNE-EN-60265/1.

#### **10.1.3 Interruptor seccionador SF6**

Los interruptores-seccionadores SF6 intemperie cumplirán con la norma GSCM003 “MV pole mounted switch-disconnectors”.

#### **10.1.4 Cortacircuitos fusibles**

Los fusibles de expulsión cumplirán con la norma AND007 “Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores de hasta 36 kV”

Los cortacircuitos fusibles limitadores de APR cumplirán con la norma UNE 21120..

#### **10.1.5 Acerado perimetral y antiescalada**

Se realizará un dispositivo antiescalada de 3 metros de alto, en ladrillo de fábrica enlucido y pintado en blanco, con dispositivos normalizados de indicación de “Riesgo eléctrico” pegado en cada una de sus 4 caras.

Se realizará un acerado perimetral normalizado de 1,10m alrededor del apoyo, en plataforma de hormigón de solera de 20cm de alto.



## 11 Línea subterránea de media tensión

### 11.1 Descripción del trazado

El proyecto comprende dos Líneas Subterráneas de Media Tensión de 25kV, las cuales irán bajo calzada en una canalización existente, una de 2 tubos de 200mmPE y otra de 4 tubos, con conductor RH5Z1 18/30Kv XLPE 3x240mm<sup>2</sup> AL. Una de ellas va desde el apoyo n°1 hasta el CD 29786 “CDT-CHARILLA” con una longitud de 85m, la otra va desde el apoyo n°40 hasta la subestación “MAZUELOS”, con una longitud de 615 metros.

El recorrido de la línea afectará sólo a terrenos de dominio público, se efectuará por zonas que ofrezcan rasantes presentes o futuras que puedan permanecer permanentes.

La construcción y montaje de la red subterránea se realizará siempre con la preceptiva licencia municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales de cada Ayuntamiento, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados por la nueva obra, quedando así resueltos los posibles problemas de paralelismos y cruzamientos.

Para ver el trazado y canalizaciones, consultar planos adjuntos.

### 11.2 Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable.

La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes subterráneas eléctricas de B.T. de alumbrado público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., y demás instalaciones de otros organismos.

### 11.3 Descripción de los materiales

#### 11.3.1 Cable aislado de potencia

##### 11.3.1.1 Descripción del cable

Los cables a utilizar en las redes subterráneas de MT serán unipolares de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado (R), con pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica asociada. Se ajustarán a lo indicado en las Normas UNE-HD

620-10E y UNE 211620:2010 y/o ITC-LAT-06 y a las normas técnicas particulares de Grupo Endesa DND001. La tensión nominal de los conductores será de 20 kV y la sección de 150 mm<sup>2</sup>.

El aislamiento está constituido por un diámetro seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90°C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

Los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo y características que se indican continuación:

***RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x240 K Al***

Restantes características:

- Tipo: Unipolar.
- Sección: 240 mm<sup>2</sup>.
- Naturaleza: Aluminio.
- Número mínimo de alambres del conductor: 30.
- Diámetro mínimo de la cuerda: 17,8 mm.
- Diámetro máximo de la cuerda: 19,2 mm.
- Resistencia máxima del conductor a 20 C: 0,125  $\Omega$  /km.
- Aislamiento: XLPE.
- Temperatura máxima asignada al conductor:
  - Servicio normal 90 °C.
  - Cortocircuito 5 seg. 250 °C .
- Espesor nominal aislamiento XLPE: 8 mm.
- Espesor nominal de la cubierta: 2 mm.
- Proceso de fabricación: Triple extrusión simultánea.
- Tensión nominal: 18/30 kV
- Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 °C: 345 A
- Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s): 22,56 kA
- Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s): 3,44 kA
- Radio mínimo de curvatura: 620 mm
- Capacidad por Km.: 0,114  $\mu$ F/km
- Reactancia por Km.: 0,229  $\Omega$ /km

### **11.3.1.2 Conductor**

Los conductores serán circulares compactos de aluminio, de clase 2 según la norma UNE-EN 60228, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados. La sección del conductor previsto es de 150 mm<sup>2</sup>.

#### **11.3.1.3 Semiconductor interior**

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

#### **11.3.1.4 Aislamiento**

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.

El espesor mínimo absoluto del aislamiento para un cable RH5Z1 de tensión asignada de 18/30 kV y secciones entre 95 y 400 mm<sup>2</sup> será de 6,4 mm.

#### **11.3.1.5 Pantallas semiconductora externa**

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

#### **11.3.1.6 Pantalla sobre el conductor**

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

#### **11.3.1.7 Pantalla sobre el aislamiento**

La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable.

Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 0,3 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 5 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.

#### **11.3.1.8 Cubierta exterior no metálica**

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora Endesa GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E.

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo.

## 11.3.2 Terminales

### 11.3.2.1 Terminales apantallados de interior

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

Sus características son:

Características generales	240mm <sup>2</sup>
Tensión nominal U <sub>0</sub> /U:	18/30 kV
Tensión más elevada de la red U <sub>m</sub> :	36 kV
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 408 mm.
Línea de fuga en atmósfera no contaminada:	>= 600 mm.
Intensidad nominal:	400 A
Límite térmico (1s):	28 kA
Sobrecarga admisible (8 horas):	600 A

### 11.3.2.2 Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplirán la norma UNE-HD 629.1-S1.

Características generales	150 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal U <sub>0</sub> /U:	18/30 kV
Tensión más elevada de la red U <sub>m</sub> :	36 kV
Tensión a impulsos tipo rayo:	170 kV cresta
Tensión soportada a frecuencia industrial:	70 kV

Características generales	150 mm <sup>2</sup>
Línea de fuga:	$\geq 550$ mm.
Intensidad nominal:	415 A
Límite térmico (T=160 °C 1s):	21 kA

### 11.3.3 Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados 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 constituido a base de cinta semiconductora interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo Endesa DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión. Las características principales son:

Características de los Empalmes	150 mm <sup>2</sup>
Tensión nominal	18/30 kV
Tensión máxima	36 kV
Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)	72 kV
Tensión de ensayo onda tipo rayo	170 kV
Intensidad máxima	415 A
Límite térmico (T= 160° C, 1 s)	21 kA
Límite dinámico	50 kA

### 11.3.4 Autoválvulas-pararrayos

En los pasos de aéreo a subterráneo, se deben instalar pararrayos de óxido metálico para la protección de sobretensiones. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de la armadura, en el caso de apoyos de hormigón armado.

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099 y Norma Particular de la compañía suministradora Endesa AND015. Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión nominal: 25 kV

Un (kV)	Ur (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
25	30	25	79,2	Puesto a tierra
	30	25	99	Aislado

- Corriente de descarga nominal: 10 kA.
- Línea de fuga: igual a la exigida para los terminales.
- El aislador de la autoválvula será polimérico.

#### 11.3.4.1 Tubos de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

- Tipo de material: PE (Polietileno).
- Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido.
- Diámetro interior: 165 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 200 mm.
- Resistencia a la compresión: mayor de 450 N.
- Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal).
- Color: Rojo.
- Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086
- Resto de características: Según Norma GE CNL002.

## 12 CT Edificio Obra Civil en superficie

Con carácter general, serán de aplicación las especificaciones recogidas en la Norma **FNH001 CC.TT edificio obra civil hormigón tipo superficie.**

### 12.1 Ubicación y Accesos

La ubicación del CT será determinada por EDE teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de seguridad, del mantenimiento de las instalaciones y de la garantía de servicio. Se establecerá atendiendo a los siguientes aspectos:

- └ El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido, a partir de él, de todas las canalizaciones subterráneas previstas, de entrada y salida al CT, hasta las infraestructuras existentes a las que quede conectado.
- └ El nivel freático más alto se encontrará 0,30 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CT.

- └ Como norma general se accederá al CT directamente desde la calle o vial público, de manera que sea posible la entrada de personal y materiales. Excepcionalmente, el acceso será desde una vía privada con la correspondiente servidumbre de paso que garantice el acceso libre y permanente al CT.
- └ En cualquier caso, se deberá disponer de los correspondientes permisos de paso de líneas de MT y BT, de implantación de instalaciones y demás servidumbres asociadas, otorgados por el titular de los terrenos.
- └ El acceso al interior del CT será exclusivo para el personal de EDE o empresas autorizadas. Este acceso estará situado en una zona quinqucluso con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso a bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro, etc.
- └ Las vías para los accesos de materiales deberán permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes del CT, hasta el lugar de ubicación del mismo.
- └ Los espacios correspondientes a ventilaciones y accesos cumplirán con las distancias reglamentarias y condiciones de la ITC-RAT 14 “Instalaciones Eléctricas de Interior” y lo establecido en el documento básico HS3 “Calidad de Aire Interior” del Código Técnico de la Edificación.
- └ No se podrán instalar estos centros en zonas inundables, y además se comprobará que el tramo del vial de acceso al local destinado a centro de transformación, no se halla en un fondo o badén, que eventualmente pudiera resultar inundado por fallo de su sistema de drenaje.

## 12.2 Dimensiones

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación de los equipos indicados en las normativas de envolvente referidas.

## 12.3 Superficies de ocupación

En el diseño del CT hay que tener en cuenta tanto las dimensiones de todos los elementos que habitualmente se instalan en su interior, como las dimensiones de la superficie necesaria para pasillos y maniobras según la ITC-RAT 14, no incluyendo la



separación a pared de la aparamenta que debe facilitar el fabricante. Las zonas de servidumbre podrán superponerse.

## 13 Características eléctricas de la Instalación

### 13.1 Configuración eléctrica

Los CT objeto del presente PT se ajustarán a las siguientes configuraciones:

Centro de transformación con entrada y salida de línea y un transformador de potencia, con posibilidad de ampliación para una nueva salida de línea.

### 13.2 Nivel de aislamiento en MT

Dependiendo de la tensión nominal de alimentación, excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos, la tensión prevista más elevada del material y los niveles de aislamiento serán los fijados en la tabla siguiente:

**Tabla 1. Nivel de aislamiento del material**

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de cortaduración a frecuencia industrial Ud (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

El aislamiento se dimensionará 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.

### 13.3 Nivel de aislamiento en BT

Tipo CT	Tensión nominal en BT (V)	Transformador
PROYECTO DE SUBESTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).		

En cuanto a la	Monotensión	400	Clase B2
	Bitensión	230 y 400	Clase B1B2

tensión de servicio de la instalación de BT del CT, se podrán dar los casos recogidos en la tabla siguiente:

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.

## 13.4 Potencias de transformación

En general se utilizarán las potencias de 250, 400 y 630 kVA, quedando reservadas el resto para casos en los que haya que atender necesidades especiales, en las que se requerirá consulta previa a EDE.

Tipo de CT	Tensión nominal en BT (V)	Potencias asignadas (kVA)						
		50	100	160	250	400	630	1000
Monotensión	400 (B2)	X (*)	X (*)	X (*)	X	X	X	X
Bitensión	230 y 400 (B1B2)				X	X	X	-

(\*) Potencias asignadas para el CT Compacto Bajo Poste

## 13.5 Intensidad nominal en MT

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será, en general, de 630 A de acuerdo con la **Norma GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter**.

## 13.6 Corriente de cortocircuito

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

Intensidad asignada de corta 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 asignada de 25 kA (corta duración 1 s).

## 14 Características de la Obra Civil

Las envolventes prefabricadas de hormigón para alojar CT de superficie deberán cumplir las especificaciones técnicas contenidas en la **Norma FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie**

## 15 Instalación Eléctrica

### 15.1 Líneas de alimentación

Las líneas de 3ª Categoría ( $\leq 30\text{kV}$ ) de alimentación del CT podrán ser aéreas o subterráneas, diseñadas y construidas cumpliendo la reglamentación y normativa vigente que les sea de aplicación y de acuerdo a las correspondientes normas de EDE.

La entrada al CT de las líneas de alimentación se realizará, en todos los casos, mediante cables subterráneos unipolares aislados con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), según la **Norma GSC001, Technical specification of medium voltage cables**, de las características siguientes:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 ó 18/30 kV
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	150, 240 o 400 mm <sup>2</sup>

La temperatura mínima ambiente para ejecutar el tendido del cable será siempre superior a 0°C. El radio de curvatura mínimo durante el tendido será de 20xD siendo D el diámetro exterior del cable. Una vez permanentemente instalado, este radio de curvatura podrá ser como máximo de 15xD.

## 15.2 Celdas de distribución secundaria

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envoltorio metálica en las modalidades de compactas contempladas en la **Norma GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter** para celdas con corte y aislamiento en SF6.

## 15.3 Tipos de celdas

Las celdas pueden estar destinadas a la función de línea (L) o de protección de trazo (P). En este proyecto, para el cambio de aparamenta, instalaremos dos celdas de línea y una celda de protección con aislamiento de hexafluoruro de azufre (SF6).

En nuestro proyecto, tendremos:

- **CD 29786 “CDT-CHARILLA” se añadirá una celda más de línea motorizada.**

### 15.3.1 Celda de Línea

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra. Asimismo dispondrá de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión.

La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.



#### FUNCIÓN DE LÍNEA

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tensión nominal [kV]	36
Intensidad nominal	
En barras e interconexión celdas [A]	400 / 630
Acometida Línea [A]	400 / 630
Frecuencia asignada [Hz]	50/60*
Tensión nominal soportada a frecuencia industrial durante 1 min.	
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	70
A la distancia de seccionamiento [kV]	80
Tensión soportada a impulso de tipo rayo	
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	170
A la distancia de seccionamiento [kV]	195
Arco Interno	16/20* kA 1s
<b>Interruptor s/IEC 60265-1</b>	
Intensidad de corta duración (circuito principal)	
Valor eficaz 1/3 s [kA]	16 / 20*
Valor de pico [kA]	40 / 50*
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	400 / 630
Poder de corte cables en vacío [A]	50
Poder de corte bucle cerrado [A]	400 / 630
Poder de corte de falta a tierra [A]	160
Poder de corte de falta a tierra en cables en vacío [A]	90
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40 / 50*
Categoría de interruptor	
Endurancia mecánica (maniobras-clase)	1000 - M1 (manual) 5000 - M2 (motorizado)
Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras-clase)	5 - E3
<b>Seccionador de Puesta a Tierra s/IEC62271-102</b>	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
Valor eficaz 1 s [kA]	16 / 20*
Valor de pico [kA]	40 / 50*
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico) [kA]	40 / 50*
Categoría del Secc. de Puesta a Tierra	
Endurancia Mecánica (maniobras - clase)	1000 - M0 (manual)
Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5 - E2

### 15.3.2 Celda de Trafo

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga, dos seccionadores de puesta a tierra, dispositivos de señalización que garantizan la ejecución de la

maniobra, bases para los fusibles limitadores, pasatapas y detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.

La fusión de cualquiera de los fusibles provocará la apertura del interruptor-seccionador.



#### FUNCIÓN DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Tensión nominal [kV]	36
Intensidad nominal	
En barras e interconexión celdas [A]	400 / 630
Bajante Transformador [A]	200
Frecuencia asignada [Hz]	50/60*
Tensión nominal soportada a frecuencia industrial durante 1 min.	
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	70
A la distancia de seccionamiento [kV]	80
Tensión soportada a impulso de tipo rayo	
A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto [kV]	170
A la distancia de seccionamiento [kV]	195
Arco Interno	16/20*kA 1 s
<b>Interruptor s/IEC60265-1</b>	
Intensidad de corta duración (circuito principal)	
Valor eficaz 1/3 s [kA]	16 / 20*
Valor de pico [kA]	40 / 50*
Poder de corte de corriente principalmente activa [A]	200
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico) [kA]	40 / 50*
Categoría de interruptor	
Endurancia Mecánica (maniobras - clase)	1000 - M1 (manual)
Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5 - E3
Intensidad de intersección combinado interruptor-unidad ekorRPT	490
(I máxima de corte según TD 5 IEC 62271-105)[A]	
Intensidad de transición combinado interruptor-fusible	820
(I máxima de corte según TD 4 IEC 62271-105)[A]	
<b>Seccionador de Puesta a Tierra s/IEC62271-102</b>	
Intensidad de corta duración (circuito de tierras)	
Valor eficaz 1 s [kA]	1/3
Valor de pico [kA]	2,5/7,5
Poder de cierre del Secc. de Tierra (valor de pico)[A]	2,5/7,5
Categoría del Secc. de Puesta a Tierra	
Endurancia Mecánica (maniobras - clase)	1000 - M0
Nº de cierres contra cortocircuito (maniobras - clase)	5 - E2

## 15.4 Transformadores de potencia

### 15.4.1 Transformadores con refrigeración en aceite

Los transformadores se ajustarán a lo especificado en la **Norma GST001 MV/LV Transformers**.

La refrigeración será por circulación natural del aceite mineral, enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba. Corresponde a la denominación ONAN según norma UNE-EN 60076-1.

Todos los transformadores deben cumplir la norma UNE-EN 60076-2.

### 15.4.2 Transformadores de Tipo Seco

En aquellas instalaciones en las que, por reglamentación o legislación, sean de obligado uso los transformadores de tipo seco y en todas aquellas instalaciones que por las causas que fuere no puedan utilizarse los convencionales de aceite, se instalarán transformadores de tipo seco según la **Norma FND005 Transformadores Trifásicos tipo seco para Distribución en Baja Tensión**.

## 15.5 Cables y terminales de MT para conexión entre trafo y aparamenta.

Al igual que para las líneas de alimentación, se utilizarán cables unipolares aislados con aislamiento de polietileno reticulado según la **Norma GSC001, Technical specification of medium voltage cables**.

Se emplearán cables de aluminio de 95 mm<sup>2</sup> de sección para el caso de tensión más elevada del material 24 kV y de 150 mm<sup>2</sup> para tensiones de hasta 36 kV.

Para el transformador los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características del transformador instalado de acuerdo a lo indicado en la **Norma GST001 MV/LV Transformers**. Para las celdas de MT, serán siempre de tipo enchufable.

## 15.6 Puentes de BT

La unión entre las bornas BT del transformador y el cuadro de BT se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina, de tensión nominal 0,6/1 kV, que



se ajustarán a lo especificado en la Norma **GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage  $U_0 / U$  (Um) 0,6/1,0 (1,2) kV**.

La conexión del cuadro de BT con el transformador se hará mediante un puente único, excepto para los transformadores bitensión, en que se instalará un puente independiente para cada tensión.

La composición de los puentes de BT en función de la potencia y la tensión del secundario del transformador se determinan en el capítulo correspondiente del documento "Cálculos Justificativos".

En general, los puentes de BT de los CT prefabricados se instalarán al aire. En caso de instalarse sobre bandejas, preferiblemente serán de PVC y si se disponen sobre bandejas metálicas deberán conectarse a la red de tierra de protección.

## 15.7 Cuadros de baja tensión

El CT irá dotado de uno o dos cuadros modulares de distribución de baja tensión, cuya función es la de recibir el circuito principal de BT procedente del transformador y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

Los cuadros de BT cumplirán lo establecido en la **Norma FNL002, Cuadro BT para CT 4/8 salidas CBTG con alimentación de grupo**.

Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo BTVC que se indican en la **Norma>NNL012 Bases Tripolares Verticales Cerradas para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco**.

### Servicios Auxiliares

Las conexiones entre el cuadro y los servicios auxiliares se detallan en el plano FPY20108 Esquema de conexión servicios auxiliares, para el caso de CT telemandado y CT sin telemandar.

En el caso del CT con telemando, la Unidad Periférica para el Telemando se alimenta desde el cuadro de aislamiento según la **Norma GSCL001/1, Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations**.

### Circuito de alumbrado

En los Centros no telemandados se iniciará en uno de los fusibles de la unidad funcional de control del cuadro de BT.

En los Centros telemandados, el circuito se alimentará desde el cuadro de aislamiento según la **Norma GSCL001/1, Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations** y de acuerdo a lo indicado en el plano FPY20108 Esquema conexión servicios auxiliares.

Para el alumbrado interior del CT se instalarán los puntos de luz necesarios para conseguir, al menos, un nivel medio de iluminación de 150 lux.

## 16 Protecciones

### 16.1 Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para ello se utilizarán cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador. En casos excepcionales podrán utilizarse interruptores automáticos accionados por relés de sobreintensidad.

### 16.2 Protección térmica del transformador

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor- seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

Se seguirá lo indicado en la Norma UNE-IEC 60076-7 Parte 7 "Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite".

El ajuste de esta sonda será de 105 ° C.

La protección se conectará según lo indicado en el plano FPY20108 Esquema conexión servicios auxiliares.

### 16.3 Protección contra cortocircuitos externos

La protección contra cortocircuitos externos en el puente que une los bornes del secundario del transformador y el cuadro de BT, y en su propio embarrado estará asignada a los fusibles de MT. Los calibres a utilizar están recogidos en el documento **Guía técnica del sistema de protecciones de la red MT, de referencia FGC002.**

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación en ningún caso deberán repercutir en el transformador, por lo cual el calibre de los fusibles que protegen las salidas desde el cuadro de BT se dimensionaran en función de las características de la línea que alimentan.

A modo orientativo se seguirá la tabla siguiente para la selección del calibre de los fusibles de MT de protección del transformador.

POTENCIA DEL TRANSFORMADOR	FUSIBLES APR RECOMENDADOS (A)							
	5 KV	11 KV	13,2 KV	15,4 KV	16 KV	20 KV	25 KV	30 KV
50	25	10	10	10	6	6	5	5
100	40	20	16	16	16	16	10	8
160	63	32	25	20	25	20	16	10
250	80	50	40	40	40	32	20	16
400	100	80	63	50	50	40	32	25
630	---	100	100	80	80	63	50	40
1000	---	---	100	100	100	80	63	50

## 16.4 Protección contra sobretensiones en MT

En el caso de existir transición de línea aérea a subterránea para alimentar el CT, se instalará, en el punto de conversión, una protección contra sobretensiones de la aparatamenta instalada en el CT. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

Los pararrayos cumplirán la **Norma AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36 kV**.

## 17 Instalación de Puesta a Tierra

El CT estará provisto de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CT.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes: el de Protección y el de Servicio, que se diseñarán de forma que, ante un eventual defecto a tierra, la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer en la tierra de servicio sea inferior a 1.000 V. La separación mínima entre los electrodos de las tierras de protección y de servicio se calcula en el capítulo 1 del Documento Cálculos justificativos

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de servicio en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta de

protección sean tales que ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1.000 V.

Se conectarán al circuito de puesta a tierra de protección, con carácter general las masas de MT y BT, y más concretamente los siguientes elementos:

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltente metálica de las celdas de distribución secundaria y cuadros de BT.
- Cuba del transformador.
- Bornas de tierra de los detectores de tensión.
- Bornas de puesta a tierra de los transformadores de intensidad de BT.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Mallazo equipotencial de la solera.
- Tapas y marco metálico de los canales de cables.

Las rejillas de ventilación y las puertas se instalarán de manera que no estén en contacto con la red de tierra de protección.

Al circuito de puesta a tierra de servicio se conectará el neutro de BT del transformador y la barra general de neutro del cuadro de BT.

## 17.1 Diseño de la instalación de puesta a tierra

Para diseñar la instalación de puesta a tierra se utilizará el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría” elaborado por UNESA.

El método UNESA establece el siguiente procedimiento a seguir para el diseño de la instalación de puesta a tierra de un CT:

1.- Investigación de las características del terreno. Se admite la estimación del valor de la resistividad del terreno, aunque resulta conveniente medirla in situ mediante el método de Wenner.

2.- Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto. El cálculo de la intensidad de defecto tiene una formulación diferente según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro, pudiendo ser:

- Neutro aislado
- Neutro unido a tierra
  - Directamente
  - Mediante impedancia

3.- Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

4.-Cálculo de la resistencia de puesta a tierra.

5.-Cálculo de las tensiones de paso en el exterior del CT.

6.-Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior del CT.

7.- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto son inferiores a los valores máximos admisibles definidos en el ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra".

8.-Investigación de las tensiones transferidas al exterior.

9.-Corrección y ajuste del diseño inicial.

En el documento de Cálculos Justificativos del presente Proyecto Tipo se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará a cada CT específico en proyecto.

## **17.2 Elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra**

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y las líneas de tierra.

### **17.2.1 Electrodos de puesta a tierra**

Dependiendo de las características del CT, la composición de los electrodos podrá estar formada por una combinación de

- Picas de acero recubierto de cobre, según Norma NNZ035 Picas cilíndricas para puesta a tierra.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

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

Los electrodos horizontales se enterrarán a una profundidad igual a la del extremo superior de las picas.

### **17.2.2 Líneas de tierra**

Las líneas de tierra de protección y de servicio estarán constituidas por conductores de cobre, para los que se adoptará con carácter general la sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.

La línea de tierra del neutro estará aislada en todo su recorrido con un nivel de aislamiento de 10 kV eficaces en ensayo de corta duración (1 minuto) a frecuencia industrial y de 20 kV a impulso tipo rayo 1,2/50 ms.

### 17.3 Ejecución de la puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección se ejecutará, siempre que sea posible, mediante un electrodo horizontal formado por cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección (C-50) soterrado bajo la solera del CT, de forma cuadrada o rectangular, complementada, si procede, con picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro clavadas en el terreno. En número de picas será el suficiente para conseguir la resistencia a tierra prevista.

En la instalación de la puesta a tierra de protección y en la conexión de elementos a la misma, se cumplirán las siguientes condiciones:

La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT será revisable visualmente en todo su recorrido.

- Se instalarán un borne de conexión para la medida de la resistencia de tierra en los que será posible la inserción de una pinza amperimétrica para la medición de la corriente de fuga o la continuidad del bucle.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los perímetros exteriores del CT, tales como puertas de acceso, rejillas de ventilación, etc.
- La pletina de puesta a tierra de las celdas de distribución secundaria se conectará al circuito de protección en al menos dos puntos.
- Igualmente, la cuba del transformador se conectará, por lo menos en dos puntos, a la puesta a tierra de protección.
- La envolvente del cuadro de BT (cuando sea metálica) estará conectada al circuito de protección, mientras que la pletina de conexión del neutro de BT lo estará al de servicio.

### 17.4 Ejecución de la puesta a tierra de servicio

Para la puesta a tierra de servicio se utilizará un electrodo constituido por picas alineadas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, clavadas en zanja a una profundidad mínima de 0,5 m.

El número de picas a instalar estará determinado por la condición de que la resistencia de puesta a tierra debe ser inferior a 37  $\Omega$ .

Al igual que para la puesta a tierra de protección se instalará un borne accesibles para la medida de la resistencia de tierra.

La distancia mínima entre los electrodos de puesta a tierra de protección y de servicio cumplirá la condición de no ser inferior a la obtenida por la fórmula que la determina en el documento de cálculos justificativos.

La línea de tierra se ejecutará con cable de cobre aislado 0,6/1 kV del tipo RV de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Partirá de la pletina de neutro del cuadro de BT y discurrirá, por el fondo de una zanja a una profundidad mínima de 0,5 m hasta conectar con las picas de puesta a tierra.

## 17.5 Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de paso y contacto

El valor de las resistencias de puesta a tierra de protección y de servicio será tal que, en caso de defecto a tierra, las tensiones máximas de paso y contacto no alcancen los valores peligrosos considerados en la ITC-RAT 13.

Si esto no fuera posible, se adoptarán medidas de seguridad adicionales tendentes a adecuar dichos valores de las tensiones de paso y contacto en el exterior del CT.

En este caso, la siguiente medida será de carácter obligatorio:

Construir exteriormente al CT una acera perimetral de 1 m de ancho por 10 cm de espesor, armada y localizada en la zona normalmente utilizada para acceder al mismo, que aporte una elevada resistividad superficial incluso después de haber llovido. El armado de la acera perimetral no se conectará a la tierra de protección.

## 18 Sistema de Telegestión

En el CT se instalara un concentrador de telegestión, cuya función es el almacenamiento de las lecturas de los contadores de BT conectados en las redes de BT que se suministran desde el CT.

Con la finalidad de permitir la instalación de dicho concentrador, y para cada transformador MT/BT previsto en el CT, se dispondrá una base aislante anclada a la cara interior de uno de los cerramientos de forma que toda su superficie quede accesible en condiciones normales de explotación una vez estén instalados todos los equipos previstos en el CT, y de forma que no obstaculice las operaciones normales de operación y mantenimiento del centro.

Las dimensiones e instalación de la base se detallan en la **Norma FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie**.



## 19 Sistema de Medida

Con el objeto de posibilitar el balance de energía en el CT, se instalará un sistema de medida en BT que constará de los siguientes elementos:

- Equipo de medida
- Módulo para el equipo
- Transformadores de intensidad
- Regleta de verificación
- Cableado para la conexión del equipo de medida

La conexión de los elementos del sistema entre sí, su alimentación desde el Cuadro de BT, así como su ubicación en el CT se reflejan en los planos correspondientes.

La instalación de todos los componentes del sistema, a excepción de los Transformadores de Intensidad, corresponderá a EDE.

### 19.1 Equipo de medida

Deberá permitir el registro de la energía distribuida, medida en BT, en el CT, así como la obtención de los registros históricos.

### 19.2 Módulo

Todos los elementos se instalarán dentro de un módulo de tamaño mínimo de 570 x 285 x 185 mm. El módulo incluirá la placa para la instalación de todos los elementos en su interior y los tornillos para el anclaje del equipo y/o modem.

La ubicación del módulo será tal que exista espacio suficiente para anclar el módulo en la pared. Se colocará lo más próximo posible al cuadro BT, donde se instalan los transformadores de intensidad, y lo más cercano posible a la ubicación del concentrador. En el caso de Centro de Distribución con dos transformadores se instalarán dos módulos independientes.

Se deberá escoger una ubicación que no esté dentro de la zona de proximidad y dejando libres los espacios para posibles ampliaciones de los cuadros de BT y las cabinas de MT y respetando los pasillos de maniobra descritos en la ITC-RAT 14.

### 19.3 Transformadores de Intensidad

El equipo de medida tomará la señal de intensidad de cada fase, proporcionada por 3 transformadores de intensidad (TI) situados en las barras del Cuadro de BT.

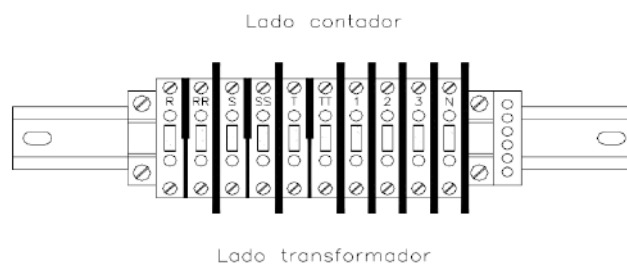
Los TI serán Tipo Interior Compacto, con la relación de transformación adecuada para la potencia del transformador, y cumplirán las siguientes especificaciones:

Especificación	Código
TRAFO INTENSIDAD BT 1000/5A 10 VA 0,5	6700046
TRAFO INTENSIDAD BT 1500/5A 10 VA 0,5	6700047
TRAFO INTENSIDAD BT 500/5A 10 VA 0,5	6700044
TRAFO INTENSIDAD BT 750/5A 10 VA 0,5	6700045

## 19.4 Regleta de verificación

La regleta de verificación tiene la función de realizar tomas adecuadas para los aparatos de comprobación, con el fin de verificar el contaje de la energía consumida y otros parámetros (intensidad, tensión, etc), así como abrir los circuitos de tensión y cortocircuitar los circuitos de intensidad para poder intervenir sin peligro (montar, desmontar, etc.) los contadores y demás elementos de control del equipo de medida.

La regleta a instalar deberá estar homologada por EDE y dispondrá de todos los bornes rotulados. La regleta de verificación se instalará sobre carril DIN y contará con la siguiente disposición:



## 19.5 Cableado para la conexión del equipo de medida

El tipo de conductor a utilizar entre los distintos elementos será el siguiente:

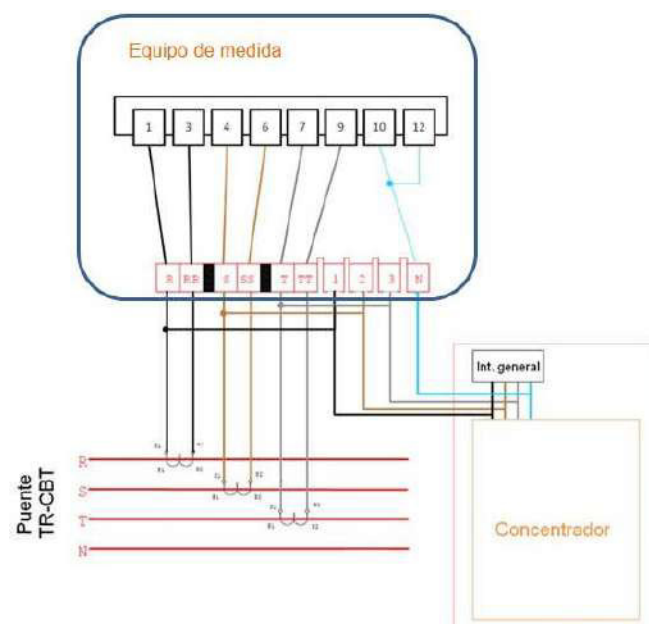
- **Conductor a utilizar entre los transformadores de intensidad y la regleta de verificación:** cable unipolar de 0,6/1 kV, 1x2,5 mm<sup>2</sup>. Estos conductores se instalarán bajo tubo anclado a la pared con bridas de

sujeción.

- **Conductor a utilizar entre la salida del interruptor general de la placa aislante del concentrador hasta la regleta de verificación:** cable unipolar de 0,6/1 kV, 1x2,5 mm<sup>2</sup>.
- **Cableado entre la regleta de verificación y el equipo:** cable unipolar 0,6/1 kV, 1x2,5 mm<sup>2</sup>.
- **Tubo protector entre la base aislante donde está el interruptor de corte manual de concentrador hasta el módulo:** en caso de ser necesario este tubo por estar separadas ambas instalaciones, se debe utilizar tubo protector según ITC-BT21 apartado 1.2.1.
- **Tubo protector entre transformadores de intensidad y módulo:** tubo de diámetro 25 mm anclado sobre pared con bridas de sujeción.

## 19.6 Conexión de los elementos del sistema de medida.

La comunicación entre el equipo de medida y el concentrador de telegestión se realizará de acuerdo al esquema siguiente:



## 20 Sistema de Telemando

En los casos en los que se requiera se instalará un sistema de telemando que consta de los siguientes elementos:

- La Unidad Compacta de Telemando (UCT) o también denominada “Unidad Periférica” (UP), que está compuesta de:

Armario de Control, o Remota cuya Norma es: **GSTR001, Remote Terminal Unit for secondary substations**

Cuadro para transformador de aislamiento 10 kV: **Norma: GSCL001, Electrical Control Panel Auxiliary Services of Secondary Substations**

- Detectores de paso de falta direccionales.

## 20.1 Unidad Compacta de Telemando

La Unidad Compacta de Telemando (UCT) o también denominada “Unidad Periférica” (UP) dispone de todos los elementos necesarios para poder realizar el Telemando y Automatización del CT. Incluye las funciones de terminal remoto, comunicaciones, alimentación segura y aislamiento de Baja Tensión.

Las dos funciones principales de la Unidad son:

- La comunicación con el Centro de Control o Despacho, por la cual se reportan todos los eventos e incidencias ocurridas en la instalación y de igual manera, se reciben las órdenes provenientes del Centro de Control a ejecutar en cada una de las posiciones.
- La captación de la información de campo desde las celdas MT.

Para la UCT las dimensiones máximas son 203x41x229 (altura x anchura x profundidad), aunque una vez incluidos el resto de equipos quedan unas dimensiones finales de:

- 800x600x400 en la solución mural
- 400x850x400 en la solución sobre-celda

El armario de telemando está formado por diferentes módulos o equipos, con anclaje mecánico para rack de 19” dentro de una envolvente metálica. Los módulos son:

- Unidad de procesamiento (UE). Su función es la conexión con las celdas de distribución. Existen 2 versiones, la UE8 que puede conectar con un máximo de 8 interruptores y la UE16 para conectar con un máximo de 16 interruptores.
- Fuente de alimentación/cargador de baterías (PSBC).
- 2 baterías de 12V 25Ah, de tipo monoblock de 12 V y 25 Ah conectadas en serie: **Norma . GSCB001 12V VRLA Accumulators for Powering Remote-Control Device of Secondary Substations.**
- Modem de comunicaciones

## 20.2 Detector de paso de falta

El detector paso de falta (RGDAT) corresponde a la **Norma GSTP001 Detector de Paso de Falta Direccional**. El equipo engloba diversos elementos:

- Unidad de proceso y control.
- Juego de captadores de tensión/corriente.
- Diversos elementos auxiliares (cables de conexión, etc...).

El equipo monitoriza:

- Las corrientes de fase y corriente residual, mediante la instalación de transductores de corriente en las líneas MT correspondientes.
- Las tensiones de cada fase (mediante divisores de tensión capacitivos en los paneles de las celdas MT de interior, o bien, integrados en los sensores suministrados para montajes en exterior).

El detector proporciona información sobre eventos de falta en la red (sobreintensidad en fases no direccional, sobreintensidad homopolar no direccional y sobreintensidad homopolar direccional) y ausencia/presencia de tensión, de forma que se facilita la localización de los tramos de línea afectados.

Cada equipo monitoriza una celda de línea MT y se comunica con una de las vías disponibles de la UP correspondiente.

*La conexión del RGDAT con la UP y con la propia celda MT se realiza a través de:*

- 1 bornero de 8 pines (MA) para conexión con los captadores de tensión/corriente para:
  - Medida de corriente de cada fase y residual.
  - Captación de tensión por cada fase.
- 1 bornero de 10 pines (MB) precableado con la manguera de conexión a la vía correspondiente del armario UP asociado para:
  - Alimentación del equipo RGDAT.
  - Entrada digital para activación de función de inversión de dirección de vigilancia.
  - Salidas digitales de señalización de eventos de falta y presencia tensión.
  - Salida analógica de medida de corriente.

El equipo dispone de un puerto RS232 (9 pines, hembra) para configuración y calibración mediante SW específico. El puerto no es accesible desde el exterior, por lo que es necesario abrir la carcasa metálica del equipo para acceder a la placa electrónica donde se ubica dicho conector.

## 20.3 Comunicaciones

El cuadro de comunicaciones es un espacio diseñado para alojar los elementos de comunicaciones para establecer la comunicación entre el Centro de Control y el CT.

En el compartimento de comunicaciones existen 2 juegos de bornas de alimentación de 24 Vcc y otros 2 juegos de bornas de alimentación de 12 Vcc.

EDE instalará, en función de las características del CT y su ubicación, el sistema de comunicación adecuado, de entre los siguientes:

- TETRA: Radio Digital
- DMR: Radio Digital

En el caso en que las soluciones anteriores no sean viables técnicamente se instalarán soluciones de operador basadas en GPRS o VSAT.

## 21 Estudio de Seguridad y Salud. Plan de Seguridad

Durante la construcción e instalación del CT se deberán aplicar las prescripciones e instrucciones de seguridad descritos en la legislación vigente, así como los criterios de seguridad que se establezcan en el Estudio de Seguridad y Salud que la dirección de obra deberá formalizar para cada obra.

El Plan de Seguridad definirá la evaluación de los riesgos existentes en cada fase del proyecto y los medios dispuestos para velar por la prevención de riesgos.

## 22 Protección contra Incendios

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

### 22.1 Extintores móviles

Dado que existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de esta tipología de instalaciones, este personal itinerante deberá llevar en sus vehículos, como mínimo, dos extintores de eficacia mínima 89B, y por lo tanto no será precisa la instalación de extintores en los Centros de Transformación.

## 23 Ventilación

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC-RAT 14 apartado 4.4, utilizándose preferentemente el sistema de ventilación natural.

*La posición y tamaño de las rejillas de ventilación estarán determinadas por la envolvente prefabricada elegida, según **Norma FNH001 CC.TT. Prefabricados Hormigón Tipo Superficie.***

*Cuando el CT requiera la instalación de ventilación forzada, se realizará un estudio específico de la misma.*

## 24 Insonorización y medidas anti vibraciones

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

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

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia homologados por Endesa. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo; no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

## 25 Protección contra la contaminación

Dado que el CT puede estar afectado por varios tipos de contaminación a la vez, en función de su ubicación, se tomarán las medidas adicionales que correspondan.

Los niveles de contaminación salina e industrial se establecen en el documento



## NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Para los CT afectados por alta contaminación salina o ambiental se tomarán las medidas siguientes:

- Las rejillas se colocarán preferentemente en la cara no afectada directamente por vientos dominantes procedentes de la contaminación, y cuando esto no sea posible se instalarán cortavientos adecuados.
- Los terminales de los cables de baja tensión, las bornas de BT del transformador y del cuadro de BT, irán protegidos mediante envolventes aislantes.

Para los CT afectados por muy alta contaminación salina, además de todas las medidas contra la contaminación ya enumeradas se tomarán las siguientes:

- Las puertas y rejillas de ventilación serán de chapa de aluminio anodizado de 18/21 micras, o de poliéster.
- La tornillería, bisagras y cerraduras serán de acero inoxidable AISI 316L. Si se utilizasen candados para sustituir a las cerraduras, estos y sus elementos de sujeción serán de latón, y el arco del candado de acero inoxidable AISI 316L.
- El diseño del sistema de entrada de aire será de tipo laberíntico, que favorezca la decantación de los elementos en suspensión arrastrados por el aire, haciendo penetrar el aire por la parte inferior del transformador si la altura del local lo permite, o a través del suelo.

## 26 Señalización y material de seguridad

Los CT estarán dotados de los siguientes elementos de señalización y seguridad:

Las puertas de acceso llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo CE-14.

En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.4-10, modelo AE-10.

Las celdas de distribución secundaria y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica.

La señal CR-14 C de Peligro Tensión de Retorno se instalará en el caso de que exista este riesgo.

En un lugar bien visible del interior se colocará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A- 3.

La identificación exterior se realizará mediante la placa de señalización detallada en el Plano FPY20103 Detalle Placa de Señalización.

## 27 Resumen de datos

### 27.1 Línea aérea de media tensión

1. Tipo	Línea Aérea de Media Tensión
2. Origen	Apoyo nº1
3. Final	Apoyo nº40
4. Términos Municipales afectados	Alcalá la Real
5. Tensión	25 kV
6. Longitud Total	7,051 km
7. Número de circuitos	1,2
8. Número de cables	Tres por circuito
11. Material conductor	Aluminio con alma de acero
12. Conductor	94-AL1/34-ST1A LA 110

### 27.2 Línea subterránea media tensión

1. Tipo	2 LSMT bajo canalización existente
2. Origen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lsmt 1: CD 29786 "CDT-CHARILLA".</li> <li>• Lsmt 2: Apoyo Nº40.</li> </ul>
3. Final	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lsmt 1: apoyo Nº1.</li> <li>• Lsmt 2: Subestación "MAZUELOS".</li> </ul>
4. Términos Municipales afectados	Alcalá la Real
5. Tensión	25 kV
6. Longitud Total	0,085 km y 0,615 km
7. Número de circuitos	1 circuito por cada lsmt
8. Número de cables	Tres por circuito
9. Material conductor	Aluminio
10. Sección de los Conductores	150 mm <sup>2</sup>

11. Tensión del cable subterráneo	18/30 kV
-----------------------------------	----------

### 27.3 Centro de Transformación

1. Ubicación	CD 29786 "CDT-CHARILLA": <ul style="list-style-type: none"> <li>X: 523.521</li> <li>Y: 4.253.537</li> </ul>
2. Tipo	Tipo obra civil aislada
3. Nivel de aislamiento del conjunto de la instalación	36kV
4. Tensión nominal AT	25kV
5. Número de celdas AT de línea	4 celdas de línea existentes más 1 nueva celda de línea motorizada.
6. Número de Celdas AT de protección	1 celda de protección existente.
7. Número de transformadores instalados y su potencia	1 trafo 400KVA
8. Relación de transformación	25 kV
9. Tensión nominal BT	400 V
10. Protección contra sobreintensidades	Cortacircuitos fusibles
11. Protección contra sobrecargas	Termómetro
13. Puesta a tierra	Anillo

## 28 Organismos afectados

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la línea aérea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, y para los cuales se confeccionan las correspondientes separatas y se detallan en el documento de Planos.

ENTIDAD AFECTADA	DESCRIPCIÓN DE LA AFECCIÓN
<b>Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real</b>	Se necesitará Licencia Municipal, de acuerdo con lo que dispongan las Ordenanzas Municipales del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real, coordinándose con los diferentes servicios públicos que puedan verse afectados

**«DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN, SERVICIO DE CARRETERAS »**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
« <u>1</u> »	«32 - 33»	«Cruzamiento con Carretera JA-4302 en el KM 1+234»	Alcalá la Real

**«RED TELEFÓNICA ESPAÑA, S.A. »**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
« <u>1</u> »	«32 - 33»	«Cruzamiento con Red Telefónica España»	Alcalá la Real

**«CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR »**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
« <u>1</u> »	«7 - 8»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
« <u>2</u> »	«10 - 11»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
« <u>3</u> »	«12 - 13»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
« <u>4</u> »	«15 - 16»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
« <u>5</u> »	«18 - 19»	«Cruzamiento con Arroyo Ribera»	Alcalá la Real
« <u>6</u> »	«28 - 29»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real

« <u>7</u> »	«29 – 30º»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real
« <u>8</u> »	«32 – 33»	«Cruzamiento con Arroyo Frailes»	Alcalá la Real

**«CONSEJERIA DE MEDIOAMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO »**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
« <u>1</u> »	«17 - 18»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
« <u>2</u> »	«19 - 20»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
« <u>3</u> »	«30 - 31»	«Cruzamiento con Colada Ribera»	Alcalá la Real
« <u>4</u> »	«32 - 33»	«Cruzamiento con Colada Frailes»	Alcalá la Real

**«REDEXIS, S.A. »**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
« <u>1</u> »	«17 - 18»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real
« <u>2</u> »	«18 - 19»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real
« <u>3</u> »	«20 - 21»	«Cruzamiento con Red de Gas»	Alcalá la Real

Por el presente proyecto se afectan bienes o servicios que dependen de los Organismos, Corporaciones Oficiales y/o Empresas de Servicio Público que se relacionan a continuación.

## 29 Propietarios afectados

Por el presente proyecto se verá afectado los siguientes propietarios:

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

FINCAS AFECTADAS			METROS LÍNEA AÉREA	APOYOS
POLÍGONO CATASTRAL	PARCELA CATASTRAL	REFERENCIA CATASTRAL		
Polígono 1	Parcela 54	23002A001000540000RZ	68,29	APOYO N°1, N°2
Polígono 1	Parcela 59 B	23002A001000590000RB	28,99 m	-
Polígono 1	Parcela 60 B	23002A001000600000RW	54,16 m	-
Polígono 1	Parcela 61B	23002A001000610000RA	86,22 m	APOYO N°3
Polígono 1	Parcela 51	23002A001000510000RJ	47,58 m	-
Polígono 1	Parcela 44	23002A001000440000RR	75,22m	APOYO N°42
Polígono 1	Parcela 43	23002A001000430000RK	32,13 m	-
Polígono 1	Parcela 41	23002A001000410000RM	45,64 m	-
Polígono 1	Parcela 40	23002A001000400000RF	32 m	A717825
Polígono 1	Parcela 38	23002A001000380000RM	6,07 m	-
Polígono 1	Parcela 37B	23002A001000370000RF	59,03 m	-
Polígono 1	Parcela 36B	23002A001000360000RT	41,28 m	-
Polígono 1	Parcela 28	23002A001000280000RY	120,20 m	APOYO 41, A717824
-	-		6,41 m	-
Polígono 1	Parcela 62 A	23002A001000620000RB	56,06 m	-
Polígono 1	Parcela 62 B	23002A001000620000RB	10m	APOYO N° 4
Polígono 1	Parcela 9005	23002A001090050000RD	6,5m	-
Polígono 11	Parcela 462 A	23002A011004620000RE	39,06m	-
Polígono 11	Parcela 461 A	23002A011004610000RJ	40,56m	-
Polígono 11	Parcela 460	23002A011004600000RI	66,7 m	-
Polígono 11	Parcela 6 A	23002A011000060000RD	25,59m	APOYO N°5
Polígono 11	Parcela 465	23002A011004650000RU	7,61m	-
Polígono 11	Parcela 4 B	23002A011000040000RK	26,2m	APOYO N°6
Polígono 11	Parcela 4 A	23002A011000040000RK	57,46m	-
Polígono 11	Parcela 48	23002A011000480000RU	48,25m	APOYO N°7
Polígono 11	Parcela 49	23002A011000490000RH	11,96m	-
Polígono 11	Parcela 62	23002A011000620000RP	36,48m	-
Polígono 9	Parcela 55	23002A009000550000RS	4m	APOYO N°8
Polígono 9	Parcela 56	23002A009000560000RZ	88,5m	-
Polígono 9	Parcela 57 B	23002A009000570000RU	59,74m	-
Polígono 9	Parcela 57 A	23002A009000570000RU	37, 02m	APOYO N°9
Polígono 9	Parcela 59 A	23002A009000590000RW	105,52m	APOYO N°10
Polígono 9	Parcela 84 A	23002A009000840000RI	86,21 m	-
Polígono 9	Parcela 85 A	23002A009000850000RJ	55,47 m	-

Polígono 9	Parcela 87 B	23002A009000870000RS	37,83m	-
Polígono 9	Parcela 87 A	23002A009000870000RS	106,78m	APOYO Nº11
Polígono 9	Parcela 88	23002A009000880000RZ	22,14m	-
Polígono 9	Parcela 91	23002A009000910000RZ	24,34m	-
Polígono 9	Parcela 92	23002A009000920000RU	30,10m	-
Polígono 9	Parcela 95 B	23002A009000950000RA	29,58 m	-
Polígono 9	Parcela 110	23002A009001100000RK	51,63 m	-
Polígono 9	Parcela 98	23002A009000980000RG	46,23m	-
Polígono 9	Parcela 113	23002A009001130000RX	74,25 m	-
Polígono 9	Parcela 114 B	23002A009001140000RI	43,32m	-
Polígono 9	Parcela 9001	23002A009090010000RT	152,58 m	APOYO Nº13
Polígono 9	Parcela 118	23002A009001180000RZ	30,47 m	-
Polígono 9	Parcela 131	23002A009001310000RG	141,44m	APOYO Nº14
Polígono 9	Parcela 130	23002A009001300000RY	57,48 m	-
Polígono 9	Parcela 149 B	23002A009001490000RS	18,55 m	-
Polígono 9	Parcela 136	23002A009001360000RF	57,2m	APOYO Nº15
Polígono 9	Parcela 140	23002A009001400000RM	12,88m	-
Polígono 9	Parcela 141	23002A009001410000RO	25m	-
Polígono 9	Parcela 331 A	23002A009003310000RM	140,32 m	APOYO Nº16
Polígono 9	Parcela 331 B	23002A009003310000RM	91,72 m	-
Polígono 9	Parcela 332	23002A009003320000RO	83,65m	-
Polígono 9	Parcela 333	23002A009003330000RK	48,4 m	APOYO Nº17
Polígono 9	Parcela 334	23002A009003340000RR	58,22 m	-
Polígono 9	Parcela 344	23002A009003440000RZ	204,58 m	-
Polígono 11	Parcela 180	23002A011001800000RU	109,40 m	-
Polígono 11	Parcela 181 B	23002A011001810000RH	505,2 m	APOYO Nº18, Nº21, Nº22, Nº23
Polígono 11	Parcela 198 B	23002A011001980000RR	59,54m	APOYO Nº19
Polígono 11	Parcela 198 A	23002A011001980000RR	156,01 m	APOYO Nº20
Polígono 11	Parcela 199	23002A011001990000RD	19,91m	-
Polígono 10	Parcela 323	23002A010003230000RJ	99,79 m	APOYO Nº24
Polígono 10	Parcela 321	23002A010003210000RX	51,13 m	-
Polígono 10	Parcela 320	23002A010003200000RD	96,63 m	-
Polígono 10	Parcela 313	23002A010003130000RM	42,2 m	-
Polígono 10	Parcela 310	23002A010003100000R	20	APOYO Nº25
Polígono 10	Parcela 311	23002A010003110000RT	41,15m	-
Polígono 10	Parcela 307	23002A010003070000RL	52m	-



Polígono 10	Parcela 308	23002A010003080000RT	31,12m	APOYO N°26
Polígono 10	Parcela 385	23002A010003850000RX	119,93 m	APOYO N°27
Polígono 10	Parcela 387	23002A010003870000RJ	93,99m	APOYO N°28
Polígono 10	Parcela 388	23002A010003880000RE	19,54m	-
Polígono 10	Parcela 390	23002A010003900000RJ	21,98 m	-
Polígono 10	Parcela 391 B	23002A010003910000RE	21,6m	-
Polígono 10	Parcela 399	23002A010003990000RY	67,93	APOYO N°29
Polígono 10	Parcela 400	23002A010004000000RY	56,24m	-
Polígono 10	Parcela 401	23002A010004010000RG	70,34m	-
Polígono 10	Parcela 515 B	23002A010005150000RE	111,15 m	APOYO N°30
Polígono 10	Parcela 514 A	23002A010005140000RJ	77,57 m	
Polígono 10	Parcela 403 B	23002A010004030000RP	69,26m	APOYO N°31
Polígono 10	Parcela 406 B	23002A010004060000RF	71,31 m	APOYO N°32
Polígono 10	Parcela 406 A	23002A010004060000RF	12,28m	-
Polígono 10	Parcela 405 A	23002A010004050000RT	5,03 m	-
Polígono 10	Parcela 9023	23002A010090230000RR	8,05 m	-
Polígono 13	Parcela 32	23002A013000320000RS	32,56 m	-
Polígono 13	Parcela 30 A	23002A013000300000RJ	108,72 m	-
Polígono 13	Parcela 29 B	23002A013000290000RS	47,94 m	APOYO N°33
Polígono 13	Parcela 28 B	23002A013000280000RE	66,18 m	-
Polígono 13	Parcela 21	23002A013000210000RO	35,5 m	-
Polígono 13	Parcela 20	23002A013000200000RM	16,6 m	APOYO N°34
Polígono 13	Parcela 18	23002A013000180000RO	85,8 m	-
Polígono 13	Parcela 17	23002A013000170000RM	38,64 m	-
Polígono 13	Parcela 16	23002A013000160000RF	31,68 m	-
Polígono 13	Parcela 9002	23002A013090020000RY	4,13 m	-
Polígono 13	Parcela 228	23002A013002280000RA	11,21 m	-
Polígono 13	Parcela 102	23002A013001020000RA	24,44m	APOYO N°35
Polígono 13	Parcela 101	23002A013001010000RW	70,45 m	APOYO N°36
Polígono 13	Parcela 99	23002A013000990000RH	148,5 m	-
Polígono 13	Parcela 95	23002A013000950000RE	21,45 m	-
Polígono 13	Parcela 104	23002A013001040000RY	124,42 m	APOYO N°37
Polígono 13	Parcela 118	23002A013001180000RD	145,09 m	APOYO N°38
Polígono 13	Parcela 9016	23002A013090160000RD	5,14 m	-
Polígono 15	Parcela 46 A	23002A015000460000RE	184,11 m	-
Polígono 15	Parcela 46 C	23002A015000460000RE	47,36 m	APOYO N°39
Polígono 15	Parcela 45	23002A015000450000RJ	197,8 m	APOYO N°40

## 30 Gestión de residuos

En el presente proyecto se generan residuos, y así se certifica en documento Anexo I del presente proyecto.

## 31 Conclusiones

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, se espera que el mismo merezca la aprobación de la Administración, y se emitan las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

En Jaén, Noviembre de 2.017

**AUTOR:**

**D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
**Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental**  
**Colegiado 2116**

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA  
DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS,  
Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

## PETICIONARIO:

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**  
**CIF: B- 82.846.817**  
**Avda. de Vilanova nº 12**  
**08018 - Barcelona**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Línea Aérea de media tensión .....</b>	<b>85</b>
1.1	Cálculos eléctricos.....	85
1.1.1	Capacidad de transporte del cable .....	85
1.1.2	Caídas de tensión .....	85
1.1.3	Pérdidas de potencia.....	86
1.2	Cálculos mecánicos de la línea aérea de media tensión .....	86
1.2.1	Cálculos mecánicos de los conductores .....	86
1.2.1.1	Carga de viento .....	87
1.2.1.2	Carga de hielo .....	87
1.2.1.3	<b>Hipótesis de tracciones máximas</b> .....	88
1.2.1.4	Hipótesis de flechas máximas .....	89
1.2.1.5	Determinación de la tracción en los conductores.....	89
1.2.1.6	Determinación de las flechas .....	90
1.2.1.7	Fenómenos vibratorios .....	90
1.2.2	CÁLCULO DE APOYOS.....	90
1.2.3	AISLAMIENTO Y HERRAJES.....	95
1.2.3.1	Aisladores.....	95
1.2.3.2	Herrajes.....	97
1.2.4	Datos generales de la instalación .....	97
1.3	Cálculo de las cimentaciones.....	98
1.4	Puesta a tierra apoyos.....	99
1.4.1	Datos iniciales .....	99
1.4.2	Cálculo de la puesta a tierra de los apoyos .....	100
1.4.2.1	Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados .....	100
1.4.2.2	Investigación de las características del terreno. Resistividad. ....	101
1.4.2.3	Determinación de la intensidad de defecto .....	103
1.4.2.3.1	Neutro aislado .....	103
1.4.2.3.2	Neutro a tierra.....	103
1.4.2.4	Tiempo de eliminación del defecto .....	104
1.4.2.5	Resistencia de tierra de los electrodos .....	105
1.4.2.6	Cálculo de <b>tierras</b> apoyos no frecuentados .....	107
1.4.2.7	Cálculo de tierras apoyos frecuentados .....	107
1.4.2.7.1	Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra .....	108
1.4.2.7.2	Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles .....	108
1.4.2.7.3	Determinación de las tensiones paso máximas admisibles .....	109
1.4.2.7.4	Determinación de las tensiones contacto y de paso .....	110
1.4.2.7.5	Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas	110
1.5	Tablas resumen cálculos.....	111
1.5.1	Tablas de tendido y vanos de regulación .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
1.5.2	Puesta a tierra de los apoyos.....	112
1.5.2.1	Datos de la instalación .....	112
1.5.2.2	Resultados Generales.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>2</b>	<b>Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión .....</b>	<b>114</b>

2.1	Características eléctricas del conductor .....	114
2.1.1	Resistencia eléctrica.....	114
2.1.2	Reactancia del cable .....	114
2.1.3	Capacidad .....	115
2.2	Intensidades máximas admisibles.....	115
2.2.1	Intensidad máxima admisible en servicio permanente .....	116
2.2.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor .....	117
2.3	Potencia a transportar .....	118
2.4	Caídas de tensión .....	118
2.5	Pérdidas de potencia .....	119
<b>3</b>	<b>Cálculos del Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie 120</b>	
3.1	Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra.....	120
3.1.1	Introducción.....	120
3.1.2	Características generales de la instalación .....	120
3.1.2.1	Puesta a tierra de protección .....	120
3.1.2.2	Puesta a tierra de servicio .....	120
3.1.3	Datos iniciales .....	120
3.1.4	Cálculo de la puesta a tierra de protección .....	121
3.1.4.1	Investigación de las características del terreno. Resistividad. ....	121
3.1.4.2	Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto 123	
3.1.4.2.1	Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT .....	123
3.1.4.2.2	Determinación de la intensidad de defecto .....	124
3.1.4.2.2.1	Neutro aislado .....	124
3.1.4.2.2.2	Neutro a tierra.....	124
3.1.4.2.2.3	Tiempo de eliminación del defecto .....	125
3.1.5	Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra. selección del electrodo. ....	126
3.1.6	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado.....	127
3.1.6.1	Agrupación de electrodos en paralelo .....	128
3.1.7	Valores máximos de tensión admisibles.....	130
3.1.8	Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas132	
3.1.8.1	Seguridad para las personas .....	132
3.1.8.1.1	Tensiones de paso y contacto en el interior del CT.....	132
3.1.8.1.2	Tensión de contacto en el exterior del CT.....	132
3.1.8.1.3	Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT.....	132
3.1.8.2	Protección del material .....	132
3.1.8.3	Garantía de eliminación de la falta .....	133
3.1.9	corrección y ajuste del diseño inicial .....	133
3.2	Cálculo de la puesta a tierra de servicio .....	133
<b>4</b>	<b>Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.....</b>	<b>133</b>
<b>5</b>	<b>Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio .....</b>	<b>134</b>

<b>6</b>	<b>Cálculos eléctricos de los puentes de MT y BT.....</b>	<b>137</b>
6.1	Introducción.....	137
6.2	Intensidad en MT.....	137
6.3	Dimensionado de las conexiones MT.....	137
6.4	Intensidad en BT .....	138
6.5	Dimensionado de las conexiones BT .....	139
6.5.1	Máxima Intensidad .....	139

# 1 Línea Aérea de media tensión

## 1.1 Cálculos eléctricos

Los cálculos eléctricos que definen los materiales a instalar se justifican en función de las siguientes premisas.

### 1.1.1 Capacidad de transporte del cable

La potencia máxima admisible que circulará por la línea será:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi_{\text{med}} = 11015,84 \text{ kW}$$

Siendo:

**P<sub>máx</sub>**= Potencia máxima a transportar, en kW.

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV.

**I<sub>máx</sub>** = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

**cosφ<sub>med</sub>** = factor de potencia medio de las cargas receptoras

La intensidad máxima de corriente se obtiene de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07.

La densidad máxima de corriente admisible por un conductor de sección S se obtiene de la tabla 11 de la citada instrucción interpolando entre la sección inferior y superior y aplicando el correspondiente coeficiente reductor en función de su composición.

$$I_{\max} = \sigma \cdot S = 318A$$

Siendo:

**σ** = Densidad máxima admisible por un conductor, en A/mm<sup>2</sup>.

**S** = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.

Los conductores más habituales empleados en las LAMT de EDE y su intensidad máxima admisible son indicados en la Tabla 1.

Tabla 1. Intensidad máxima admisible conductores habituales

Conductor en zonas sin contaminación o con contaminación ligera	Sección (mm <sup>2</sup> )	Alambres Aluminio	Alambres Acero	I <sub>máx</sub> (A)
94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)	116,2	30	7	318

### 1.1.2 Caídas de tensión

La caída de tensión vendrá dada por la siguiente expresión:



$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{50} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \text{ en valor absoluto} = 960,6 \text{ V}$$

$$U_c (\%) = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_{50} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) \text{ 3,84 \% en valor porcentual}$$

Siendo:

$U_c$  = Caída de tensión objeto del cálculo.

$P$  = Potencia a transportar, en kW.

$L$  = Longitud de la línea, en km.

$U$  = Tensión nominal de la línea, en kV.

$R_{50}$  = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  a 50 °C, incluidos el efecto piel y el efecto proximidad.

$X$  = Reactancia de la línea en,  $\Omega/\text{km}$ .

$\phi$  = Angulo de desfase, en radianes.

### 1.1.3 Pérdidas de potencia

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

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 = 409794$$

Siendo:

$R_{50}$  = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$

$L$  = Longitud de la línea, en km.

$I$  = Intensidad de la línea, en amperios.

## 1.2 Cálculos mecánicos de la línea aérea de media tensión

### 1.2.1 Cálculos mecánicos de los conductores

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

Las tensiones mecánicas y las flechas con que debe tenderse el conductor dependen de la longitud del vano y de la temperatura del conductor en el momento del tendido, de forma que al variar ésta, la tensión del conductor en las condiciones más desfavorables no sobrepase los límites establecidos. Cargas permanentes

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

Los pesos de los conductores y herrajes de las líneas objeto del presente documento son los indicados en las Normas GSC003 para los conductores, AND009 para los herrajes, AND008 para los aisladores de vidrio y AND012 para los aisladores compuestos.

### 1.2.1.1 Carga de viento

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

En caso de que se prevea un viento excepcional y superior a 120 km/h, su valor  $V_v$  será fijado por el proyectista en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

La presión del viento sobre el conductor se calcula para la velocidad especificada  $V_v$  de la forma siguiente, según apartado 3.1.2.1. de la ITC-LAT 07:

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

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

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

$$P_v = q \cdot d \left( \frac{\text{daN}}{\text{m}} \right) = 840 \text{ daN/m}$$

Siendo:

**d** = diámetro del conductor en m.  
**q** = presión del viento.

Resultando una presión de viento de:

Tabla 2. Presión de viento por metro lineal sobre los conductores

Denominación conductor	Denominación antigua	Diámetro conductor (mm)	$q_v$ para viento de 120 km/h (daN/m)	$q_v$ para viento de 160 km/h (daN/m)	$q_v$ para viento de 180 km/h (daN/m)
94-AL1/22-ST1A	LA 110	14	0,840	1,493	1,890

### 1.2.1.2 Carga de hielo

Las sobrecargas de hielo a considerar para el cálculo de conductores en función de la zona en que se proyecten serán las siguientes:

- **Zona A: Altitud inferior a 500 m**

No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

- **Zona B: Altitud comprendida entre 500 y 1000 m**

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor,  $q_v = 0,18 \cdot \sqrt{d}$  daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor en milímetros.

- **Zona C: Altitud superior a 1000 m**

Se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor,  $qV = 0,36 \cdot \sqrt{d}$  daN/m, siendo “d” el diámetro del conductor en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

Para acciones climatológicas no contempladas en el reglamento y de origen diferente a las definidas en el mismo, se adoptarán las medidas necesarias mediante los cálculos justificativos adecuados.

### 1.2.1.3 Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que deberán considerarse para el cálculo de la tensión máxima en los conductores serán las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-LAT 07 del R.L.A.T, según la zona por la que discorra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

Tabla 3. Resumen hipótesis de tracciones máximas (tabla 4 ITC-LAT 07)

<b>ZONA A, Altitud inferior a 500 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-5	Según apartado 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
<b>ZONA B, Altitud comprendida entre 500 y 1000 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-10	Según apartado 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No se aplica	Según apartado 1.2.1.2 y 3.1.3 ITC-LAT 07
<b>ZONA C, Altitud superior a 1000 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
Tracción máxima de viento	-15	Según apartado 3.1.2 ITC-LAT 07	No se aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No se aplica	Según apartado 1.2.1.2 y 3.1.3 ITC-LAT 07

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -5°C en zona A, -10°C en zona B y -15 °C en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h. El valor de la velocidad de viento excepcional será fijado por el proyectista,

en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

La tracción máxima de los conductores no resultará superior a su carga de rotura mínima, dividida por 3, considerándoles sometidos a la hipótesis de sobrecarga de la **Tabla** en función de que la zona sea A, B o C, estos son los siguientes:

#### 1.2.1.4 Hipótesis de flechas máximas

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

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

Sobre carga de hielo según zona:

No se considera para zona A.

018·√d daN/m para zona B.

036·√d daN/m para zona C.

Siendo “d” el diámetro del cable en milímetros.

En altitudes superiores a 1.500 m se realizarán estudios específicos para determinar la sobrecarga motivada por el hielo, no pudiendo ser nunca inferior a la indicada para la zona C.

#### 1.2.1.5 Determinación de la tracción en los conductores

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

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

Donde:

**E** = Módulo de elasticidad en daN/mm<sup>2</sup>.

**α** = Coeficiente de dilatación lineal en °C<sup>-1</sup>.

**S** = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

**a** = Vano en m.

**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>** = Tenses en daN en los estados inicial y final.

**p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>** = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

**θ<sub>1</sub>, θ<sub>2</sub>** = Temperaturas del conductor en los estados inicial y final en °C.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento  $V$  y el coeficiente  $C$  para el cálculo del peso del manguito de hielo en función de la zona y el diámetro del conductor.

### 1.2.1.6 Determinación de las flechas

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

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

$f$  = Máxima flecha del conductor.

$a$  = Vano en m.

$T_2$  = Tenses en daN en los estados inicial y final.

$p_2$  = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

### 1.2.1.7 Fenómenos vibratorios

El valor denominado EDS, "every day stress", representa la carga media de todos los días, situación en la que a lo largo del año están los cables un mayor período de tiempo, y que se mide como porcentaje respecto a la carga de rotura:

$$EDS = \frac{\text{Tracción del cable a } 15^{\circ}\text{C de temperatura y calma}}{\text{Carga de rotura del cable}} = \%$$

Cuando el EDS es inferior al 15 %, no se producen fenómenos vibratorios que dañen el conductor, por lo tanto el diseño de las líneas será tal que la tracción a la temperatura de 15°C no supere el 15% de la carga de rotura.

En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.

## 1.2.2 CÁLCULO DE APOYOS

El dimensionado mecánico de los apoyos se realizará teniendo en cuenta:

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores será como mínimo de 3, considerando las diferentes hipótesis de sobrecargas establecidas en la tabla 4 de la ITC-LAT 07,
- Aparte del peso propio de los conductores, se contemplarán las hipótesis de sobrecarga que establece la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1,
- En cumplimiento de la ITC-LAT 07, Apdo. 3.1.2 se considerará un viento mínimo de 120 km/h sobre los elementos de la línea,

- Para el cálculo de la distancia mínima entre los conductores se considerará un coeficiente de oscilación k, que figura en la Tabla 16, Apdo. 5.4 de la ITC-LAT 07, correspondiente a una  $U_n \leq 30$  kV,
- Los cálculos se realizarán para las sobrecarga según zona (A, B, C),
- Las hipótesis de cálculo, según la ITC-LAT 07, Apdo. 3.5.3, serán las siguientes:
  - 1ª hipótesis: viento.
  - 2ª hipótesis: hielo.
  - 3ª hipótesis: desequilibrio tracciones.
  - 4ª hipótesis: rotura de conductores.
- En caso de cruces o paralelismos, según el apartado 5.3 ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido en el caso de hipótesis normales 1H, 2H y 3H (3H solamente en caso de prescindir de la 4H).

Para el dimensionado de todos los apoyos, se aplicaran las expresiones descritas a continuación, para cada una de las situaciones de cada apoyo.

Tabla 5. Tabla de cálculo apoyos según hipótesis reglamentarias

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Suspensión en alineación	Vq	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1.)$	$(\%rot.) \cdot T_v$ (A) $(\%rot.) \cdot T_h$ (B y C)
		% des. = Coeficiente desequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto; 50% para n = 1 o 2, 75% para n = 3 y 100% para n = 4.			
e en alineac	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her}$ (zonas B y C)	

		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \text{ (A)}$ $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \text{ (B y C)}$ $n \cdot (T_2 - T_1)$	$T_v \text{ (A)}$ $T_h \text{ (B y C)}$
% des. = Coeficiente disequilibrio; 15% para $U_n \leq 66 \text{ kV}$					

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Suspensión en ángulo	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_h}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} - \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{ánghielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
		$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{ánghielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right)$			
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$\%rot \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $\%rot \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto; 50% para $n = 1$ o 2, 75% para $n = 3$ y 100% para $n = 4$ .					
re en án	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} +$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A)	



		$P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$	
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$ $n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_v \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_h \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)
		$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right), \quad R_{áng,hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \text{sen} \left( \frac{\alpha}{2} \right)$	
	L	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C) $T_v \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (A) $T_h \cdot \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right)$ (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV.			

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
Anclaje en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	0	0	0
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h$ (B y C) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$n \cdot (\%rot.) \cdot T_v$ (A) $n \cdot (\%rot.) \cdot T_h$ (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100% para $n = 1$ , 50% para $n \geq 2$ .					
aje en ángul	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (zonas B y C)	

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de Conductores)
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+huelo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{ánghuelo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$n \cdot \%rot. \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot \%rot. \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
		$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad R_{ánghuelo} = 2 \cdot T_h \cdot \sen\left(\frac{\alpha}{2}\right)$			
	L	0	0	$n \cdot (\%des.) \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (\%des.) \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$\%rot. \cdot T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $\%rot. \cdot T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
% des. = Coeficiente disequilibrio para apoyos de anclaje; 50%. % rot. = Coeficiente rotura para apoyos de anclaje en % de la rotura total del haz; 100% para n = 1, 50% para n ≥ 2.					
Fin de Línea		$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+huelo} + P_{cad.} + P_{her.}$	No se aplica	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (A) $P_{cond.+huelo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (B y C)
	V	$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+huelo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$ $P_{cond.} = n \cdot p \left[ \frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$			
	T	$n \cdot F_T = n \cdot q \cdot d \cdot \frac{a_1}{2}$	0	No se aplica	0
	L	$n \cdot T_v$	$n \cdot T_h$	No se aplica	$n \cdot T_v$ (A) $n \cdot T_h$ (B y C)

V = esfuerzo vertical  
longitudinal

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo

$P_{cond}$	Peso de los conductores	daN
$P_{cad}$	Peso de las cadenas de aisladores	daN
$P_{her}$	Peso de los herrajes	daN
$p$	Peso propio de un metro de conductor	daN/m

$h =$	Sobrecarga de hielo (según zona) por cada metro de conductor	daN/m
$q =$	Presión del viento sobre un metro de conductor a la velocidad reglamentaria	daN/m
$p_{ap} =$	Peso aparente, resultante del peso propio del conductor más la sobrecarga según hipótesis y zona por metro de conductor	daN/m
$a_1 =$	Vano anterior	m
$a_2 =$	Vano posterior	daN · m
$d_1 =$	Desnivel vano anterior	m
$d_2 =$	Desnivel vano posterior	m
$n =$	Nº de conductores	
$d =$	Diámetro del conductor	m
$\alpha =$	Ángulo de desviación de la línea	Grados
$T_v =$	Tensión horizontal máxima en un conductor a la temperatura según zona con viento reglamentario	daN
$T_h =$	Tensión horizontal máxima en un conductor con sobrecarga de hielo i temperatura según zona	daN
$F_T =$	Esfuerzo transversal de un conductor debido al viento	daN
$R_{an} =$	Esfuerzo resultante en ángulo de un conductor	m

En las líneas de tensión nominal objeto del presente proyecto tipo, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

Que los conductores tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.

Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Para todas las hipótesis, también se considerará como carga permanente, el desequilibrio que pueda existir en un apoyo de anclaje, cuando los tenses de un lado y otro del apoyo no tengan la misma magnitud. Este tipo de acción no debe confundirse con la hipótesis de desequilibrio (3ª hipótesis el reglamento) que viene especificada en la ITC-LAT 07, hipótesis que se tiene en cuenta por posibles desequilibrios en operaciones de montaje, pero que una vez finalizadas dejan de existir.

## 1.2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 1.2.3.1 Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

Las cadenas de aisladores que se usaran en función de los conductores de la línea se define en la siguiente tabla:

**Tabla 6. Conductores admisibles según cadena de aisladores**

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
U40BS	4.000	1.333	LA 56, LA 110, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, C35, C50E, C70, C95.	--	Normal
U70BS	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	--	Normal
CS 70 EB 125/600-455	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Alto
CS 100 EB 125/835-455	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Muy alto
CS 70 EB 170/900-555	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Alto
CS 100 EB 170/1250-555	10.000	3.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Muy alto

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Conductores admisibles	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
CS 70 EB 170/1250-1150	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	30/36	Muy alto
CS 70 EB 125/835-400	7.000	2.333	LA 56, LA 110, LA 180, LARL 56, LARL 78, LARL 125E, LARL 145E, LARL 180, D-145, C35, C50E, C70, C95.	20/24	Muy alto

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC-LAT 07) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

### 1.2.3.2 Herrajes

Según establece el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07, los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

Las características de los herrajes utilizados para las cadenas cumplirán la norma AND009 "Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV".

### 1.2.4 Datos generales de la instalación

Tensión de la línea: 25 kV

Tensión más elevada del material: 36 kV

Zona: B y C

#### CONDUCTOR.

Tipo LA-110 (47-AL1/8-ST1A) a instalar, de las siguientes características:

Características conductor	Valores
Material	Aluminio-Acero

Sección total	116,2 mm <sup>2</sup>
Diametro aparente	14 mm
Número hilos Al	30
Número hilos Ac	7
Peso unitario	0,433 Kg/m
Módulo de elasticidad	8044,2 daN/m <sup>2</sup>
Coeficiente dilatación	17,8 x 10 E-6 1/°C
Resistencia eléctrica	0,307 Ω/Km
Carga de rotura	4316,4 daN

### **AISLAMIENTO**

<b>Características aislador</b>	<b>Valores</b>
Material	Polimérica
Designación	CS 70 EB 170/900-555
Carga de rotura electromecánica	7000 daN
Línea de fuga	728,000 mm
Nivel de aislamiento	
• A frecuencia industrial bajo lluvia, valor eficaz	50 kV
• A impulso tipo rayo, valor lluvia, valor eficaz	125 kV
Peso de la cadena con herrajes (aislador, grillete, rotula y grapa)	10,589 daN

## **1.3 Cálculo de las cimentaciones**

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

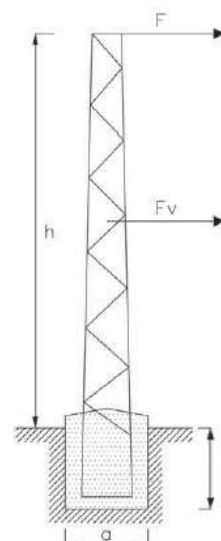
$$M_v = F \left( h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left( \frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

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



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

Siendo:

- K** Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad (Kg/cm<sup>2</sup>x cm)
- F** Esfuerzo nominal del apoyo en kg.
- h** Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- F<sub>v</sub>** Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.
- h<sub>t</sub>** Altura total del apoyo en m.
- a** Anchura de la cimentación en m.
- t** Profundidad de la cimentación en m.
- p** Peso del apoyo y herrajes en kg.

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

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H), excepto en aquellos casos en que se ha prescindido de la 4H por lo que el coeficiente de seguridad para los apoyos en alineación y ángulo en la hipótesis 3H no será inferior a 1,5.

En los correspondientes planos se indican las dimensiones y volúmenes aproximados de excavación de los apoyos, calculadas para 3 tipos de terreno diferentes con coeficientes de compresibilidad de 8, 12 y 16 Kg/cm<sup>2</sup>xcm.

## 1.4 Puesta a tierra apoyos

### 1.4.1 Datos iniciales

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

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

- U** Tensión de servicio de la red (V).
- p** Resistividad del terreno (Ω·m).

Duración de la falta:



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

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

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- $I_a''$  Intensidad de arranque del relé de reenganche rápido (A);
- $t''$  Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- $K'', n''$  Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

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

Para el caso de red con neutro a tierra:

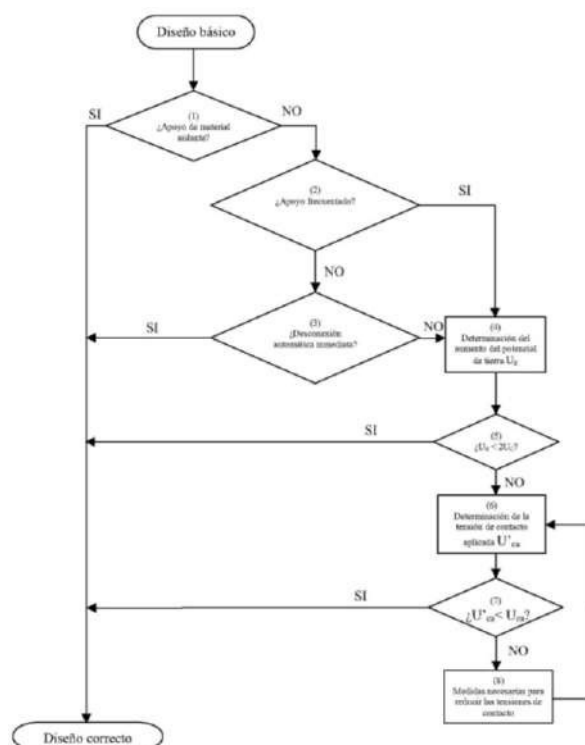
- $R_n$  Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).
- $X_n$  Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

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

## 1.4.2 Cálculo de la puesta a tierra de los apoyos

### 1.4.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados

Los apoyos se clasifican en frecuentados y en no frecuentados según lo indicado en la Memoria del presente PT y el diseño de su puesta a tierra se realiza siguiendo el siguiente esquema:



#### 1.4.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

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

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

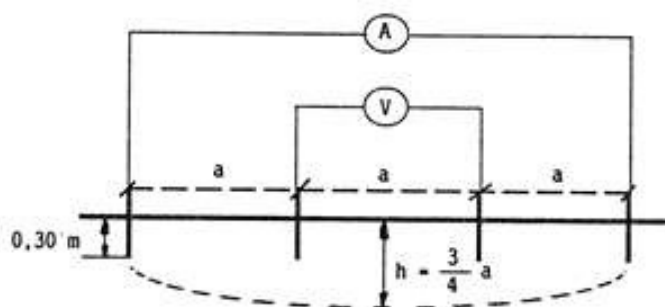
**Tabla 7. Resistividad del terreno**

Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega \cdot m$ )
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200

Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

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

**Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.**



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

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

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

la resistividad quedará:

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

siendo:

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

#### 1.4.2.3 Determinación de la intensidad de defecto

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

##### 1.4.2.3.1 Neutro aislado

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

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

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

en la que:

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

El resto de variables tienen la definición y unidades dadas en el apartado 4.1. Esto mismo es aplicable para el resto de referencias del presente documento.

##### 1.4.2.3.2 Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más

desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de alta tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Ello supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R_t)^2}}$$

Siendo:

- R<sub>t</sub>** Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en  $\Omega$ ,
- I<sub>d</sub>** Corriente de defecto en la línea, en A,
- R<sub>N</sub>** Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,
- X<sub>N</sub>** Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,

#### 1.4.2.4 Tiempo de eliminación del defecto

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

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

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

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^{n'} - 1}$$

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

Tabla 8. Curvas de disparo habituales

Normal inversa	Muy inversa	Extremadamente
----------------	-------------	----------------

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

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

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d'}{I_a''}\right)^{n''} - 1}$$

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

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

#### 1.4.2.5 Resistencia de tierra de los electrodos

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

Tabla 9. Resistencia electrodos habituales

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

Malla de tierra	$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$
-----------------	--

Siendo:

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

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

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

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

Electrodos con picas alineadas

A / BC

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



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

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

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

$$R = \rho \cdot K_r$$

Siendo:

<b>R:</b>	Resistencia de tierra para electrodo elegido,
<b><math>\rho</math>:</b>	Resistividad del terreno en $\Omega \cdot m$ ,
<b><math>K_r</math>:</b>	Factor de resistencia.

#### **1.4.2.6 Cálculo de tierras apoyos no frecuentados**

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos será de tipo lineal, con una o varias picas, de forma que la resistencia de puesta a tierra tenga un valor suficientemente bajo que garantice la actuación de las protecciones, en caso de defecto a tierra, en un tiempo inferior a 1 segundo de acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07.

En función del electrodo seleccionado se calcula su resistencia, la intensidad de defecto y el tiempo de actuación de las protecciones de acuerdo a las expresiones de los apartados anteriores.

El diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio, desde el punto de vista de la seguridad de las personas, si se verifica que el tiempo previsto de actuación de las protecciones es inferior a 1 segundo. Si no se cumple esta hipótesis se repetirán los cálculos con una configuración distinta del electrodo de tierra.

Una vez ejecutada la instalación de puesta a tierra de los apoyos no frecuentados se realizarán las medidas de resistencia de puesta a tierra para verificar que no se alcanzan valores por encima de los proyectados.

#### **1.4.2.7 Cálculo de tierras apoyos frecuentados**

El electrodo a utilizar en este tipo de apoyos estará compuesto por un anillo cerrado, a una profundidad de al menos 0,50 m, al que se conectarán al menos 2 picas.

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

$$U_E < 2 \cdot U_C$$

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

$$U'_C \leq U_C$$

Siendo:

- $U_E$  Aumento del potencial de tierra, en V,
- $U'_C$  Tensión de contacto, en V,
- $U_C$  Tensión de contacto máxima admisible, en V,

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

$$U'_P < U_P$$

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

#### 1.4.2.7.1 Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra

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

$$U_E = I_d \cdot R$$

Siendo:

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

#### 1.4.2.7.2 Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles

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

**Tabla 8. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07**

Duración de la falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

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

Siendo:

- $U_c$ :** Tensión de contacto máxima admisible, en V.
- $U_{ca}$ :** Valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- $R_{a1}$ :** Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, solamente donde sea previsible que las personas que frecuentan el apoyo irán calzadas, en  $\Omega$ .
- $R_{a2}$ :** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que  $R_{a2} = 1,5 \cdot \rho_s$ .
- $\rho_s$ :** Resistividad superficial del terreno en  $\Omega \cdot m$ .
- $Z_B$ :** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000  $\Omega$ .

#### 1.4.2.7.3 Determinación de las tensiones paso máximas admisibles

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

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

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

Siendo:

- U<sub>p</sub>:** Tensión de paso máxima admisible, en V,
- U<sub>pa</sub>:** Valor admisible de la tensión de paso aplicada 10 **U<sub>ca</sub>**, que es función de la duración de la corriente de falta según tabla 18 ITC-LAT 07, en V.
- R<sub>a1</sub>:** Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, solamente donde sea previsible que las personas que frecuentan el apoyo irán calzadas, en Ω.
- R<sub>a2</sub>:** Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se considera que R<sub>a2</sub> = 1,5 · ρ<sub>s</sub>,
- ρ<sub>s</sub>:** Resistividad superficial del terreno en Ω·m.
- Z<sub>B</sub>:** Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000 Ω.

#### 1.4.2.7.4 Determinación de las tensiones contacto y de paso

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

$$U'_c = R \cdot \rho \cdot Kc$$

Siendo:

- U'<sub>c</sub>:** Tensión de contacto calculada, en V,
- R:** Resistencia de tierra para electrodo elegido en Ω,
- ρ:** Resistividad del terreno en Ω·m,
- Kc:** Factor de tensión de contacto V/Ω·m.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

$$U'_p = R \cdot \rho \cdot Kp$$

Siendo:

- U'<sub>p</sub>:** Tensión de paso calculada,
- R:** Resistencia de tierra para electrodo elegido en Ω,
- ρ:** Resistividad del terreno en Ω·m,
- Kp:** Factor de tensión de paso en V/Ω·m.

#### 1.4.2.7.5 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

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

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

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

$$U_p' \leq U_p$$

## 1.5 Tablas resumen cálculos

### CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CIRCUITO

Cálculos eléctricos	Valores
TENSIÓN DE LA LÍNEA (kV)	25
DENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A/mm <sup>2</sup> )	2,73
INTENSIDAD MÁXIMA (A)	318
POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR (kW)	11015,84
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (V)	960
CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA (%)	3,84
MÁXIMA POTENCIA PERDIDA (kW)	409794

### DATOS DE LA LÍNEA

Datos de la línea	Fase
TENSIÓN (kV)	25 kV
ZONA	B
NUMERO DE APOYOS	42
CONDUCTOR	LA-110(94 –AL1/34-ST1A)
LONGITUD DE LA LÍNEA	7051,47 m

Datos de la línea	Fase
NÚMERO FASES	3
NÚMERO COND/FASE	1
LONGITUD CADENA	0,60
TEMP. MAX. TENDIDO (°C)	50
VELOCIDAD VIENTO (Km/h)	120

### **DATOS DEL CONDUCTOR**

Datos del conductor LA-110	Fase
EDS Max. (15%) Zona B	647
EDS Max. (15%) Zona C	647
SOBR. VIENTO 120 Km/h (daN/m)	0,84
PESO VIENTO 120 Km/h (daN/m)	0,941
PESO VIENTO 1/2 120Km/h (daN/m)	0,597
PESO HIELO (daN/m)	1,772 daN (ZONA C)

## 1.5.1 Puesta a tierra de los apoyos

### 1.5.1.1 Datos de la instalación

- Toma de tierra: Anillo
- Apoyo frecuentado: Si
- Desconexión automática: No
- Largo: 2,00 m
- Ancho: 2,00 m
- Conductor: Cobre
- Sección: 50,00 mm<sup>2</sup>
- Picas: Si

- Diámetro: 14,00 mm
- Longitud: 2,00 m
- Nº de picas: 4
- Profundidad enterramiento: 0,50 m
- Resistividad del terreno: 300,00 Ohm\*m
- Resistividad superficial: 3000,00 Ohm\*m
- Resistividad del calzado: 1000,00 Ohm\*m
- Medidas correctoras: No

### 1.5.1.2 Cálculo de la puesta a tierra

<b>Características del terreno</b>		Resistividad del terreno = <input type="text" value="300"/> Ohmios.m																																																																																																																										
Tabla 1 de la instrucción MIE-RAT 13		Tipo de Terreno = Suelo pedregoso cubierto de césped																																																																																																																										
		Resistividad del terreno:	Mínima = 300 Ohmios.m Máxima = 500 Ohmios.m																																																																																																																									
<b>Parametros de la red</b>		Tensión U = <input type="text" value="25"/> kV																																																																																																																										
Proporcionados por la compañía		Neutro puesto a tierra Rn = <input type="text" value="10"/> Ohmios																																																																																																																										
		Xn = <input type="text" value="72"/> Ohmios																																																																																																																										
		Tiempo de eliminación del defecto, t = <input type="text" value="1"/> s																																																																																																																										
		Intensidad de defecto máxima, Idm = <input type="text" value="300"/> A																																																																																																																										
		Nivel de aislamiento B.T. , Vbt = <input type="text" value="10"/> kV																																																																																																																										
<b>Cálculos</b>		$Id \cdot Rt \leq Vbt$ $Id = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(Rn + Rt)^2 + Xn^2}}$																																																																																																																										
Condiciones de Máxima resistencia e intensidad de defecto		Rt máxima = 79,68 Ohmios																																																																																																																										
		Id (Rt máxima) = 125,51 A																																																																																																																										
		Máxima Tensión aplicable al cuerpo humano, Vca = K/(t*n) = 78,50 V																																																																																																																										
		Máxima tensión de paso admisible, Vp = 2198,00 V																																																																																																																										
		Máxima tensión de contacto admisible, Vc = 113,83 V																																																																																																																										
		Máxima tensión de paso an el acceso al CT, Vpacc = 8556,50 V																																																																																																																										
		Resistencia a tierra deseada: <input type="text" value="20"/> Ohmios																																																																																																																										
		Kr = <input type="text" value="0,06667"/> Factor que deberá cumplir el electrodo																																																																																																																										
<b>Resultados</b>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Kr</th> <th>Rt (ohmios)</th> <th>Id (A)</th> <th>Kp</th> <th>Vp (V)</th> <th>Kc</th> <th>Vc (V)</th> <th>Tierra única</th> <th>Tierra separada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>ELECTRODO</b></td> <td>Código</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Rt x Id &lt;= 1000</td> <td>D (m) &gt;=</td> </tr> <tr> <td>Bucle rectang. de cable desnudo</td> <td>ERROR</td> <td>0,00000</td> <td>####</td> <td>#####</td> <td>0,00000</td> <td>#####</td> <td>###</td> <td>0,00000</td> <td>#####</td> <td>###</td> </tr> <tr> <td>Picas de 2 m en Rectangulo</td> <td>70-40/8/82</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>185,23</td> <td>0,01010</td> <td>561,25 OK</td> <td>0,02940</td> <td>1633,73 NO</td> <td>3668 NO</td> <td>8,84</td> </tr> <tr> <td>Picas de 4 m en Rectangulo</td> <td>70-35/5/44</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>185,23</td> <td>0,01380</td> <td>766,85 OK</td> <td>0,02790</td> <td>1550,38 NO</td> <td>3668 NO</td> <td>8,84</td> </tr> <tr> <td>Picas de 6 m en Rectangulo</td> <td>50-25/5/46</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>185,23</td> <td>0,01380</td> <td>766,85 OK</td> <td>0,02620</td> <td>1455,91 NO</td> <td>3668 NO</td> <td>8,84</td> </tr> <tr> <td>Picas de 8 m en Rectangulo</td> <td>20-20/8/48</td> <td>0,06600</td> <td>19,8</td> <td>185,23</td> <td>0,01020</td> <td>566,80 OK</td> <td>0,02640</td> <td>1467,02 NO</td> <td>3668 NO</td> <td>8,84</td> </tr> <tr> <td>Picas de 2 m Alineadas</td> <td>5/82</td> <td>0,05720</td> <td>17,2</td> <td>187,57</td> <td>0,00345</td> <td>194,13 OK</td> <td></td> <td></td> <td>3219 NO</td> <td>8,96</td> </tr> <tr> <td>Picas de 4 m Alineadas</td> <td>5/44</td> <td>0,05720</td> <td>17,2</td> <td>187,57</td> <td>0,00919</td> <td>517,12 OK</td> <td></td> <td></td> <td>3219 NO</td> <td>8,96</td> </tr> <tr> <td>Picas de 6 m Alineadas</td> <td>5/36</td> <td>0,05280</td> <td>15,8</td> <td>188,69</td> <td>0,00853</td> <td>482,85 OK</td> <td></td> <td></td> <td>2989 NO</td> <td>9,01</td> </tr> <tr> <td>Picas de 8 m Alineadas</td> <td>5/28</td> <td>0,06270</td> <td>18,8</td> <td>186,12</td> <td>0,01070</td> <td>597,45 OK</td> <td></td> <td></td> <td>3501 NO</td> <td>8,89</td> </tr> </tbody> </table>				Kr	Rt (ohmios)	Id (A)	Kp	Vp (V)	Kc	Vc (V)	Tierra única	Tierra separada	<b>ELECTRODO</b>	Código								Rt x Id <= 1000	D (m) >=	Bucle rectang. de cable desnudo	ERROR	0,00000	####	#####	0,00000	#####	###	0,00000	#####	###	Picas de 2 m en Rectangulo	70-40/8/82	0,06600	19,8	185,23	0,01010	561,25 OK	0,02940	1633,73 NO	3668 NO	8,84	Picas de 4 m en Rectangulo	70-35/5/44	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02790	1550,38 NO	3668 NO	8,84	Picas de 6 m en Rectangulo	50-25/5/46	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02620	1455,91 NO	3668 NO	8,84	Picas de 8 m en Rectangulo	20-20/8/48	0,06600	19,8	185,23	0,01020	566,80 OK	0,02640	1467,02 NO	3668 NO	8,84	Picas de 2 m Alineadas	5/82	0,05720	17,2	187,57	0,00345	194,13 OK			3219 NO	8,96	Picas de 4 m Alineadas	5/44	0,05720	17,2	187,57	0,00919	517,12 OK			3219 NO	8,96	Picas de 6 m Alineadas	5/36	0,05280	15,8	188,69	0,00853	482,85 OK			2989 NO	9,01	Picas de 8 m Alineadas	5/28	0,06270	18,8	186,12	0,01070	597,45 OK			3501 NO	8,89
		Kr	Rt (ohmios)	Id (A)	Kp	Vp (V)	Kc	Vc (V)	Tierra única	Tierra separada																																																																																																																		
<b>ELECTRODO</b>	Código								Rt x Id <= 1000	D (m) >=																																																																																																																		
Bucle rectang. de cable desnudo	ERROR	0,00000	####	#####	0,00000	#####	###	0,00000	#####	###																																																																																																																		
Picas de 2 m en Rectangulo	70-40/8/82	0,06600	19,8	185,23	0,01010	561,25 OK	0,02940	1633,73 NO	3668 NO	8,84																																																																																																																		
Picas de 4 m en Rectangulo	70-35/5/44	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02790	1550,38 NO	3668 NO	8,84																																																																																																																		
Picas de 6 m en Rectangulo	50-25/5/46	0,06600	19,8	185,23	0,01380	766,85 OK	0,02620	1455,91 NO	3668 NO	8,84																																																																																																																		
Picas de 8 m en Rectangulo	20-20/8/48	0,06600	19,8	185,23	0,01020	566,80 OK	0,02640	1467,02 NO	3668 NO	8,84																																																																																																																		
Picas de 2 m Alineadas	5/82	0,05720	17,2	187,57	0,00345	194,13 OK			3219 NO	8,96																																																																																																																		
Picas de 4 m Alineadas	5/44	0,05720	17,2	187,57	0,00919	517,12 OK			3219 NO	8,96																																																																																																																		
Picas de 6 m Alineadas	5/36	0,05280	15,8	188,69	0,00853	482,85 OK			2989 NO	9,01																																																																																																																		
Picas de 8 m Alineadas	5/28	0,06270	18,8	186,12	0,01070	597,45 OK			3501 NO	8,89																																																																																																																		

## 1.6 Anexo de Cálculos mecánicos de la línea aérea de media tensión.



**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
<http://www.postemel.es>



**Referencia:** CIERRE LÍNEA A.T. 20 KV. "CHARILLA" Y "MAZUELOS",  
TRAMO APOYO Nº3 AL A717824

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Sr. D.** .

**Estudio Nº:** JA\_charilla (dr-3)

### **Características de la Línea**

Tensión: 20 KV

Zona: B

Nº de Apoyos: 5

Longitud de la Línea: 490,77 m

Cables: LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf: (+34) 95 451 99 66  
Fax: (+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail: postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

**LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}**

## Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Sección 116,2 mm  
Peso 0,433 Kg/m  
Carga de Rotura 43164 daN  
Coef. Dilatación 0,0000178 1/°C  
Modulo Elasticidad 80442 daN/mm²  
Diametro aparente 14 mm  
Viento sobre conductor 0,84 m/s  
Resultante P+V 0,941 daN  
Resultante P+½V 0,597 daN  
Resultante P+H 1,098 daN (Zona B)



Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.				Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B											Cs
						50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	
717824 41	90,4	90,4	T F	308 1,43	346 1,27	397 1,11	465 0,95	507 0,87	554 0,80	664 0,66	955 1,19	937 1,04	791 0,56	860 0,51	1100 1,04	3,83	
41 717825	145,7	138,3	T F	353 3,26	379 3,04	410 2,81	447 2,58	469 2,46	493 2,34	551 2,09	1002 2,97	939 2,72	622 1,85	663 1,74	1100 2,71	3,77	
717825 42	129,3	138,3	T F	353 2,51	379 2,34	410 2,17	447 1,98	469 1,89	493 1,80	551 1,61	1002 2,29	939 2,09	622 1,43	663 1,34	1100 2,09	3,91	
42 3	125,4	125,4	T F	344 2,45	372 2,26	407 2,07	451 1,87	477 1,77	506 1,67	575 1,47	991 2,20	939 1,99	660 1,28	709 1,19	1100 1,98	3,85	

## ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

**LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}**

Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena



### Zona B

T. max. a  $-15^{\circ} + H$  1100 daN  
EDS a  $10^{\circ}$  15% (647 daN)

En la 4ª hipótesis, para apovos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores  $L=0$  y  $T=\text{doble del valor mostrado}$

[illegible]

Hu.-	Altura útil del apoyo
L.-	Esfuerzo longitudinal por cable
T.-	Esfuerzo transversal por cable
H.-	Esfuerzo horizontal total por cable
V.-	Esfuerzo vertical por cable
d.-	Distancia entre fases
FT.-	Esfuerzo horizontal total.
Cs.-	Coefficiente de seguridad.

## Esfuerzo Total

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores  $L=0$  y  $T=\text{doble del valor mostrado}$

[illegible]



Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena

[illegible]

# CONDICIONES DE CÁLCULO



La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h

## Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1º		-15°+H v.a.		
Límite 2º		10° v.a.		
Límite 3º				
Límite 4º				

v.a. condicion con tense en valor absoluto. % condición con tense en % de la carga de rotura.

## Condiciones de Cálculo de los Apoyos

Tipo Apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		8 %T a -15°+H		
		H. Tierra		8 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
Amarre	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		15 %T a -15°+H		
		H. Tierra		15 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Anclaje	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Fin de Línea	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		

## Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		15°+V		
Cond. 2		50°		
Cond. 3		0°+H		
Cond. 4				

## Condiciones del Ángulo de Desvío de la cadena

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Tense		-10°+½V		
Viento		½V		

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
<http://www.postemel.es>



**Referencia:** CIERRE LÍNEA A.T. 20 KV. "CHARILLA" Y "MAZUELOS",  
TRAMO SIMPLE CIRCUITO

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S,A,)

**Sr. D.** .

**Estudio N°:** JA\_charilla (sc)

### **Características de la Línea**

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 33

Longitud de la Línea: 5739,78 m

Cables: LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}



# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

Sección	116,2 mm
Peso	0,433 Kg/m
Carga de Rotura	43164 daN
Coef. Dilatación	0,000178 1/°C
Modulo Elasticidad	80442 daN/mm²
Diametro aparente	14 mm
Viento sobre conductor	0,84 daN/m
Resultante P+V	0,941 daN
Resultante P+½V	0,597 daN
Resultante P+H	1,098 daN (Zona B)



### Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano	Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
8 9	132,9	132,9	T F	349 2,68	376 2,49	409 2,29	449 2,09	472 1,99	498 1,88	560 1,67	998 2,43	939 2,21	637 1,47	682 1,38	1100 2,20	3,91
9 10	102,9	102,9	T F	323 1,75	357 1,58	402 1,40	459 1,23	494 1,14	534 1,05	628 0,90	969 1,50	938 1,33	741 0,76	804 0,70	1100 1,32	3,91
10 11	208,0	208,0	T F	385 5,97	400 5,74	417 5,51	436 5,27	446 5,15	457 5,02	482 4,77	1042 5,70	941 5,41	509 4,51	525 4,38	1100 5,40	3,90
11 12	208,0	208,0	T F	385 5,98	400 5,76	417 5,52	436 5,28	446 5,16	457 5,04	482 4,78	1042 5,72	941 5,43	509 4,52	525 4,39	1100 5,42	3,86
12 13	217,5	217,5	T F	388 6,48	402 6,25	418 6,02	435 5,77	445 5,65	455 5,53	477 5,27	1046 6,22	941 5,92	502 5,01	515 4,88	1100 5,91	3,90
13 14	152,5	152,5	T F	362 3,41	385 3,21	412 3,00	444 2,78	462 2,67	483 2,56	530 2,33	1013 3,16	940 2,91	587 2,10	621 1,99	1100 2,91	3,91
14 15	171,2	171,2	T F	372 4,19	391 3,98	414 3,76	441 3,53	456 3,42	472 3,30	509 3,06	1024 3,93	940 3,67	553 2,81	578 2,69	1100 3,66	3,91
15 16	189,5	189,5	T F	379 5,06	396 4,84	416 4,61	438 4,37	450 4,25	464 4,13	493 3,88	1034 4,79	940 4,52	528 3,63	548 3,50	1100 4,51	3,86
16 17	228,0	228,0	T F	391 7,07	404 6,84	419 6,60	434 6,36	443 6,24	452 6,11	472 5,85	1049 6,81	941 6,51	494 5,59	506 5,45	1100 6,49	3,90
17 18	261,0	261,0	T F	398 9,11	409 8,87	420 8,62	432 8,38	439 8,25	446 8,12	461 7,86	1059 8,85	941 8,53	477 7,59	486 7,46	1100 8,51	3,88
18 19	241,1	241,1	T F	394 7,86	406 7,62	419 7,38	434 7,14	441 7,01	449 6,88	467 6,63	1054 7,60	941 7,29	486 6,36	497 6,22	1100 7,27	3,87
19 20	177,7	177,7	T F	375 4,48	393 4,27	415 4,05	440 3,82	454 3,70	469 3,58	503 3,34	1028 4,22	940 3,95	543 3,09	566 2,96	1100 3,94	3,91
20 21	176,2	176,2	T F	374 4,41	393 4,20	415 3,98	440 3,75	454 3,63	469 3,52	504 3,27	1027 4,15	940 3,89	545 3,02	569 2,90	1100 3,88	3,90
21 22	170,2	170,2	T F	371 4,15	391 3,93	414 3,72	441 3,49	456 3,37	472 3,26	510 3,02	1024 3,89	940 3,63	555 2,77	580 2,65	1100 3,62	3,90
22 23	153,5	153,5	T F	363 3,46	385 3,25	412 3,04	444 2,82	462 2,71	482 2,60	529 2,37	1013 3,20	940 2,95	585 2,14	618 2,03	1100 2,94	3,89
23 24	159,3	159,3	T F	366 3,77	387 3,56	413 3,34	443 3,12	460 3,00	478 2,88	521 2,65	1017 3,51	940 3,25	574 2,41	604 2,28	1100 3,24	3,75
24 25	211,0	211,0	T F	386 6,13	401 5,90	418 5,67	436 5,43	446 5,31	457 5,18	480 4,93	1043 5,87	941 5,57	507 4,67	522 4,54	1100 5,56	3,90
25 26	128,7	128,7	T F	346 2,55	374 2,36	408 2,16	450 1,96	475 1,86	502 1,76	568 1,55	994 2,29	939 2,08	650 1,36	697 1,27	1100 2,07	3,89
26 27	84,3	84,3	T F	299 1,26	340 1,11	395 0,96	469 0,81	514 0,73	565 0,67	682 0,55	947 1,03	937 0,89	816 0,46	888 0,43	1100 0,89	3,91
27 28	150,8	150,8	T F	361 3,39	384 3,18	412 2,97	444 2,75	463 2,64	484 2,53	532 2,30	1012 3,13	940 2,88	591 2,07	626 1,95	1100 2,87	3,82
28 29	169,0	169,0	T F	371 4,13	391 3,91	414 3,69	441 3,47	456 3,35	473 3,23	511 2,99	1023 3,86	940 3,60	556 2,75	583 2,62	1100 3,59	3,84
29 30	189,7	189,7	T F	379 5,04	396 4,82	416 4,60	438 4,36	450 4,24	464 4,12	493 3,88	1034 4,78	940 4,50	528 3,62	547 3,49	1100 4,49	3,90
30 31	238,2	238,2	T F	393 7,68	406 7,45	419 7,21	434 6,96	442 6,84	450 6,71	468 6,45	1053 7,42	941 7,11	488 6,18	499 6,05	1100 7,10	3,87
31 32	131,6	131,6	T F	348 2,64	376 2,45	408 2,25	449 2,05	473 1,95	499 1,84	563 1,64	997 2,39	939 2,17	641 1,44	686 1,34	1100 2,16	3,92
32 33	220,4	220,4	T F	389 6,64	403 6,41	418 6,18	435 5,94	444 5,81	454 5,69	475 5,43	1047 6,38	941 6,08	499 5,17	513 5,04	1100 6,07	3,90
33 34	125,0	125,0	T F	343 2,43	372 2,24	407 2,05	451 1,85	477 1,75	506 1,65	575 1,45	991 2,18	939 1,97	661 1,26	711 1,17	1100 1,96	3,87
34 35	182,4	182,4	T F	376 4,72	395 4,50	415 4,28	439 4,04	452 3,93	467 3,81	499 3,56	1031 4,46	940 4,18	537 3,31	558 3,18	1100 4,17	3,86

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf: (+34) 95 451 99 66  
Fax: (+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail: postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

**LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}**

Sección 116,2 mm  
Peso 0,433 Kg/m  
Carga de Rotura 43164 daN  
Coef. Dilatación 0,0000178 1/°C  
Modulo Elasticidad 80442 daN/mm²  
Diametro aparente 14 mm  
Viento sobre conductor 0,84 daN/m  
Resultante P+V 0,941 daN  
Resultante P+½V 0,597 daN  
Resultante P+H 1,098 daN (Zona B)



## Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano Regul.	Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
35 36	101,7	101,7	T F	321 1,73	356 1,56	401 1,38	460 1,21	495 1,12	536 1,03	631 0,88	968 1,48	938 1,31	746 0,74	810 0,68	1100 1,30	3,85
36 37	201,5	201,5	T F	383 5,66	399 5,43	417 5,20	437 4,97	448 4,84	459 4,72	485 4,47	1039 5,40	941 5,11	515 4,21	532 4,08	1100 5,10	3,85
37 38	218,0	218,0	T F	388 6,52	402 6,29	418 6,06	435 5,81	445 5,69	455 5,57	476 5,31	1046 6,26	941 5,96	501 5,05	515 4,91	1100 5,95	3,87
38 39	210,2	210,2	T F	386 6,09	401 5,86	417 5,63	436 5,39	446 5,27	457 5,14	480 4,89	1043 5,83	941 5,53	507 4,63	522 4,50	1100 5,52	3,89
39 40	227,9	227,9	T F	391 7,07	404 6,84	419 6,60	435 6,36	443 6,23	452 6,11	472 5,85	1049 6,81	941 6,51	494 5,59	507 5,45	1100 6,49	3,88

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena



### Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 15% (647 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función	Ángulo	Vano	Desn.	N	D. Fases	Esfuerzos Horizontales					T y F			Esf. Vert.	Ang. Osc.
	Segurid.	Comp.	Post.	Post.		Teórica	Según Hipótesis					Temp.	F	T	por fase	Cadena
	Zona	° Cent.	m	m	m	Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs	m		daN	daN		
8	EXIST.															
9	AN						1ª	0	108	108	1,500	50º	2,68	349	54	
	Normal Zona B	198,00º	102,9	-4,6	-0,0598	1,17	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	2,53	820	26	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	2,43	998	106	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	2,20	1100	99	
10	AN-ANG						1ª	24	170	195	1,500	50º	5,97	385	100	
	Normal Zona B						2ª	0	35	35	1,500	15º+V	5,83	874	115	
							3ª	550	26	576	1,200	0º+H	5,70	1042	237	
							4ª	1100	17	-----	1,200	-15º+H	5,40	1100	243	
11	AN						1ª	0	184	184	1,500	50º	5,98	385	87	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	5,84	874	55						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	5,72	1042	196						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,42	1100	192						
12	AN						1ª	0	188	188	1,500	50º	6,48	388	144	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,34	879	182						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,22	1046	351						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,91	1100	355						
13	AN						1ª	0	165	165	1,500	50º	6,48	388	97	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,34	879	89						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,22	1046	223						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,91	1100	222						
14	AN						1ª	0	145	145	1,500	50º	4,19	372	101	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	4,04	853	113						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	3,93	1024	238						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	3,66	1100	240						
15	AN-ANG						1ª	3	371	375	1,500	50º	5,06	379	62	
	Normal Zona B	2ª	0	241	241	1,500	15º+V	4,91	865	13						
		3ª	547	181	728	1,200	0º+H	4,79	1034	129						
		4ª	1093	121	-----	1,200	-15º+H	4,51	1100	122						
16	AN						1ª	0	185	185	1,500	50º	7,07	391	145	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,94	883	186						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,81	1049	353						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	6,49	1100	359						
17	AN-ANG						1ª	3	245	248	1,500	50º	9,11	398	118	
	Normal Zona B	2ª	0	35	35	1,500	15º+V	8,98	894	106						
		3ª	550	26	576	1,200	0º+H	8,85	1059	279						
		4ª	1100	17	-----	1,200	-15º+H	8,51	1100	278						
18	AN-ANG						1ª	2	325	327	1,500	50º	9,11	398	123	
	Normal Zona B	2ª	0	121	121	1,500	15º+V	8,98	894	114						
		3ª	549	91	640	1,200	0º+H	8,85	1059	292						
		4ª	1098	60	-----	1,200	-15º+H	8,51	1100	291						
19	AN						1ª	0	185	185	1,500	50º	7,86	394	134	
	Normal Zona B	2ª	0	0	0	1,500	15º+V	7,72	888	161						
		3ª	550	0	550	1,200	0º+H	7,60	1054	322						
		4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	7,27	1100	325						
20	AN-ANG						1ª	0	264	264	1,500	50º	4,48	375	88	
	Normal Zona B	2ª	0	121	121	1,500	15º+V	4,34	857	73						
		3ª	549	91	640	1,200	0º+H	4,22	1028	199						
		4ª	1098	60	-----	1,200	-15º+H	3,94	1100	197						

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena



### Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 15% (647 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. Osc. Cadena Contrap.
							Según Hipótesis					Temp.	F m	T daN		
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs					
21	AN-ANG	187,00°	170,2	-3,0	0,0041	1,45	1ª	1	351	352	1,500	50°	4,41	374	99	
	Normal Zona B						2ª	0	224	224	1,500	15°+V	4,27	856	101	
							3ª	547	168	715	1,200	0°+H	4,15	1027	230	
							4ª	1094	112	-----	1,200	-15°+H	3,88	1100	230	
22	AN-ANG	194,00°	153,5	-7,8	-0,0329	1,41	1ª	3	236	240	1,500	50°	4,15	371	81	
	Normal Zona B						2ª	0	104	104	1,500	15°+V	4,00	852	65	
							3ª	549	78	627	1,200	0°+H	3,89	1024	180	
							4ª	1099	52	-----	1,200	-15°+H	3,62	1100	177	
23	AN		159,3	-35,1	-0,1698	1,35	1ª	0	141	141	1,500	50°	3,77	366	28	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,62	844	-54	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	3,51	1017	34	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	3,24	1100	20	
24	AN		211,0	3,4	0,2367	1,67	1ª	0	165	165	1,500	50°	6,13	386	189	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	5,99	876	302	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	5,87	1043	480	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	5,56	1100	499	
25	AN		128,7	7,7	0,0439	1,67	1ª	0	152	152	1,500	50°	6,13	386	110	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	5,99	876	131	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	5,87	1043	265	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	5,56	1100	270	
26	AN		84,3	4,1	-0,0110	1,14	1ª	0	99	99	1,500	50°	2,55	346	63	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	2,39	816	57	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	2,29	994	139	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	2,07	1100	140	
27	AN		150,8	23,3	0,1051	1,29	1ª	0	108	108	1,500	50°	3,39	361	114	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,24	837	166	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	3,13	1012	274	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	2,87	1100	280	
28	AN		169,0	20,8	-0,0311	1,41	1ª	0	144	144	1,500	50°	4,13	371	81	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	3,98	851	67	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	3,86	1023	181	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	3,59	1100	177	
29	AN		189,7	0,9	-0,1184	1,53	1ª	0	160	160	1,500	50°	5,04	379	56	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	4,90	865	-1	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	4,78	1034	111	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	4,49	1100	102	
30	AN-ANG	124,00°	238,2	-12,3	-0,0561	1,85	1ª	5	1236	1241	1,500	50°	7,68	393	92	
	Normal Zona B						2ª	0	1237	1237	1,500	15°+V	7,55	887	65	
							3ª	455	927	1382	1,200	0°+H	7,42	1053	211	
							4ª	910	618	-----	1,200	-15°+H	7,10	1100	209	
31	AN-ANG	198,00°	131,6	0,0	0,0514	1,85	1ª	18	195	213	1,500	50°	7,68	393	122	
	Normal Zona B						2ª	0	35	35	1,500	15°+V	7,55	887	148	
							3ª	550	26	576	1,200	0°+H	7,42	1053	293	
							4ª	1100	17	-----	1,200	-15°+H	7,10	1100	295	
32	AN		220,4	-0,3	-0,0012	1,73	1ª	0	157	157	1,500	50°	6,64	389	98	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15°+V	6,51	880	97	
							3ª	550	0	550	1,200	0°+H	6,38	1047	227	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15°+H	6,07	1100	227	
33	AN-ANG	196,00°	125,0	-13,0	-0,1029	1,73	1ª	18	215	233	1,500	50°	6,64	389	62	
	Normal Zona B						2ª	0	69	69	1,500	15°+V	6,51	880	13	
							3ª	550	52	602	1,200	0°+H	6,38	1047	123	
							4ª	1100	35	-----	1,200	-15°+H	6,07	1100	112	

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena



### Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 15% (647 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. Osc. Cadena Contrap.
							Según Hipótesis					Temp.	F m	T daN		
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs					
34	AN-ANG	195,00º	182,4	-16,7	0,0127	1,49	1ª	13	215	228	1,500	50º	4,72	376	90	
	Normal Zona B						2ª	0	86	86	1,500	15º+V	4,57	860	95	
							3ª	550	65	614	1,200	0º+H	4,46	1031	213	
							4ª	1099	43	-----	1,200	-15º+H	4,17	1100	218	
35	AN		101,7	14,8	0,2365	1,49	1ª	0	129	129	1,500	50º	4,72	376	165	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15º+V	4,57	860	276	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	4,46	1031	426	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	4,17	1100	452	
36	AN		201,5	20,5	-0,0432	1,61	1ª	0	137	137	1,500	50º	5,66	383	80	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15º+V	5,52	871	63	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	5,40	1039	167	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,10	1100	154	
37	AN		218,0	12,9	-0,0429	1,72	1ª	0	186	186	1,500	50º	6,52	388	96	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,38	879	76	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,26	1046	221	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,95	1100	218	
38	AN		210,2	6,4	-0,0287	1,72	1ª	0	189	189	1,500	50º	6,52	388	103	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,38	879	89	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,26	1046	240	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	5,95	1100	239	
39	AN		227,9	8,6	0,0074	1,78	1ª	0	193	193	1,500	50º	7,07	391	120	
	Normal Zona B						2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,93	883	123	
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,81	1049	284	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	6,49	1100	284	
40	FL		0,0	0,0	-0,0376	1,78	1ª	957	105	1062	1,500	50º	7,07	391	45	
	Normal Zona B						2ª	1100	0	1100	1,500	15º+V	6,93	883	27	
							3ª	-----	-----	-----	1,200	0º+H	6,81	1049	103	
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	6,49	1100	101	

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## Esfuerzo Total

Hu.- Altura útil del apoyo.  
L.- Esfuerzo longitudinal por cable.  
T.- Esfuerzo transversal por cable.  
H.- Esfuerzo horizontal total por cable.  
V.- Esfuerzo vertical por cable.  
d.- Distancia entre fases.  
FT.- Esfuerzo horizontal total.  
Cs.- Coeficiente de seguridad.



En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid.	Ángulo Comp.	Hip.	Cs	LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}										TOTAL
					3 cables										
Hu(m)	Zona	° Cent.			L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)	d (m)					FT (daN)	
8	EXIST.														
9	AN		1ª	1,500	0	108	108	15						325	
			2ª	1,500	0	0	0	99						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	99	1,17					1650	
11,09	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	99							
10	AN-ANG		1ª	1,500	24	170	195	123						584	
		198,00	2ª	1,500	0	35	35	243						104	
	Normal		3ª	1,200	550	26	576	243	1,65					1728	
13,06	Zona B		4ª	1,200	1100	17	-----	243							
11	AN		1ª	1,500	0	184	184	49						552	
			2ª	1,500	0	0	0	192						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	192	1,66					1650	
13,06	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	192							
12	AN		1ª	1,500	0	188	188	189						564	
			2ª	1,500	0	0	0	355						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	355	1,71					1650	
13,06	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	355							
13	AN		1ª	1,500	0	165	165	88						494	
			2ª	1,500	0	0	0	222						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	222	1,71					1650	
13,06	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	222							
14	AN		1ª	1,500	0	145	145	116						436	
			2ª	1,500	0	0	0	240						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	240	1,42					1650	
11,09	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	240							
15	AN-ANG		1ª	1,500	3	371	375	3						1124	
		186,00	2ª	1,500	0	241	241	122						724	
	Normal		3ª	1,200	547	181	728	122	1,54					2183	
12,84	Zona B		4ª	1,200	1093	121	-----	122							
16	AN		1ª	1,500	0	185	185	195						554	
			2ª	1,500	0	0	0	359						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	359	1,78					1650	
15,04	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	359							
17	AN-ANG		1ª	1,500	3	245	248	105						743	
		198,00	2ª	1,500	0	35	35	278						104	
	Normal		3ª	1,200	550	26	576	278	2					1728	
16,79	Zona B		4ª	1,200	1100	17	-----	278							
18	AN-ANG		1ª	1,500	2	325	327	112						980	
		193,00	2ª	1,500	0	121	121	291						363	
	Normal		3ª	1,200	549	91	640	291	2					1920	
16,79	Zona B		4ª	1,200	1098	60	-----	291							
19	AN		1ª	1,500	0	185	185	165						556	
			2ª	1,500	0	0	0	325						-----	
	Normal		3ª	1,200	550	0	550	325	1,87					1650	
17,02	Zona B		4ª	1,200	1100	0	-----	325							
20	AN-ANG		1ª	1,500	0	264	264	70						792	
		193,00	2ª	1,500	0	121	121	197						363	
	Normal		3ª	1,200	549	91	640	197	1,46					1920	
13,06	Zona B		4ª	1,200	1098	60	-----	197							

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## Esfuerzo Total

Hu.- Altura útil del apoyo.  
L.- Esfuerzo longitudinal por cable.  
T.- Esfuerzo transversal por cable.  
H.- Esfuerzo horizontal total por cable.  
V.- Esfuerzo vertical por cable.  
d.- Distancia entre fases.  
FT.- Esfuerzo horizontal total.  
Cs.- Coeficiente de seguridad.



En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid.	Ángulo Comp.	Hip.	Cs	LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}										TOTAL
					3 cables										
Hu(m)	Zona	° Cent.			L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)	d (m)					FT (daN)	
21  14,81	AN-ANG	187,00	1ª	1,500	1	351	352	101	1,45					1056	
	Normal		2ª	1,500	0	224	224	230						673	
			3ª	1,200	547	168	715	230						2146	
	Zona B		4ª	1,200	1094	112	----	230							
22  11,09	AN-ANG	194,00	1ª	1,500	3	236	240	60	1,41					719	
	Normal		2ª	1,500	0	104	104	177						311	
			3ª	1,200	549	78	627	177						1881	
	Zona B		4ª	1,200	1099	52	----	177							
23  9,11	AN		1ª	1,500	0	141	141	-74	1,35					422	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	20						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	20						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	20							
24  13,06	AN		1ª	1,500	0	165	165	331	1,67					495	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	499						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	499						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	499							
25  15,04	AN		1ª	1,500	0	152	152	139	1,67					456	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	270						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	270						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	270							
26  10,16	AN		1ª	1,500	0	99	99	59	1,14					297	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	140						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	140						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	140							
27  13,06	AN		1ª	1,500	0	108	108	174	1,29					324	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	280						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	280						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	280							
28  13,06	AN		1ª	1,500	0	144	144	61	1,41					431	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	177						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	177						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	177							
29  11,09	AN		1ª	1,500	0	160	160	-15	1,53					480	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	102						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	102						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	102							
30  14,60	AN-ANG	124,00	1ª	1,500	5	1236	1241	61	1,85					3723	
	Normal		2ª	1,500	0	1237	1237	209						3710	
			3ª	1,200	455	927	1382	209						4147	
	Zona B		4ª	1,200	910	618	----	209							
31  13,06	AN-ANG	198,00	1ª	1,500	18	195	213	151	1,85					639	
	Normal		2ª	1,500	0	35	35	295						104	
			3ª	1,200	550	26	576	295						1728	
	Zona B		4ª	1,200	1100	17	----	295							
32  13,06	AN		1ª	1,500	0	157	157	97	1,73					472	
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	227						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	227						1650	
	Zona B		4ª	1,200	1100	0	----	227							
33  13,06	AN-ANG	196,00	1ª	1,500	18	215	233	-4	1,73					700	
	Normal		2ª	1,500	0	69	69	112						207	
			3ª	1,200	550	52	602	112						1805	
	Zona B		4ª	1,200	1099	35	----	112							

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## Esfuerzo Total

Hu.- Altura útil del apoyo.  
L.- Esfuerzo longitudinal por cable.  
T.- Esfuerzo transversal por cable.  
H.- Esfuerzo horizontal total por cable.  
V.- Esfuerzo vertical por cable.  
d.- Distancia entre fases.  
FT.- Esfuerzo horizontal total.  
Cs.- Coeficiente de seguridad.



En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid.	Ángulo Comp.	Hip.	Cs	LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}										TOTAL
					3 cables										
Hu(m)	Zona	° Cent.			L (daN)	T (daN)	H (daN)	V (daN)	d (m)						FT (daN)
34   13,06	AN-ANG	195,00	1ª	1,500	13	215	228	102	1,49						683
	Normal		2ª	1,500	0	86	86	218						259	
			3ª	1,200	550	65	614	218					1843		
			Zona B	4ª	1,200	1099	43	----		218					
35   17,02	AN		1ª	1,500	0	129	129	315	1,49						386
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	452						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	452					1650		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		452					
36   13,06	AN		1ª	1,500	0	137	137	43	1,61						410
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	154						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	154					1650		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		154					
37   13,06	AN		1ª	1,500	0	186	186	71	1,72						557
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	218						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	218					1650		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		218					
38   13,06	AN		1ª	1,500	0	189	189	87	1,72						568
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	239						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	239					1650		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		239					
39   15,04	AN		1ª	1,500	0	193	193	124	1,78						580
	Normal		2ª	1,500	0	0	0	284						-----	
			3ª	1,200	550	0	550	284					1650		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		284					
40   14,60	FL		1ª	1,500	957	105	1062	24	1,78						3187
	Normal		2ª	1,500	1100	0	1100	101						3300	
			3ª	1,200	----	----	----	----					-----		
			Zona B	4ª	1,200	1100	0	----		101					



R.U.A.: Apoyo atornillado según RU 6704A; R.U.S.: Apoyo soldado según E.A. 0015:2003. Los apoyos seleccionados son los diseñados por Postemel y podrían no ser válidos los de otros fabricantes.  
Los pesos de los apoyos no incluyen los armados.

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Denominación del Apoyo	Datos de las Fundaciones					Altura Apoyo		Peso Apoyo Kg
				h m	a m	Exc. m³	Horm. m³	K Kg/cm³	Útil m	Libre m	
8	EXIST.										
9	AN Normal Zona B		C - 2000 - 16 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,16	1,28	3,54	3,79	8	11,09	14,09	851
10	AN-ANG Normal Zona B	198,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
11	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
12	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
13	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
14	AN Normal Zona B		C - 2000 - 16 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,16	1,28	3,54	3,79	8	11,09	14,09	851
15	AN-ANG Normal Zona B	186,00°	C - 3000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,41	1,39	4,66	4,95	8	12,84	15,84	1230
16	AN Normal Zona B		C - 2000 - 20 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,21	1,48	4,84	5,17	8	15,04	18,04	1132
17	AN-ANG Normal Zona B	198,00°	C - 3000 - 22 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,46	1,59	6,22	6,60	8	16,79	19,79	1598
18	AN-ANG Normal Zona B	193,00°	C - 3000 - 22 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,46	1,59	6,22	6,60	8	16,79	19,79	1598
19	AN Normal Zona B		C - 2000 - 22 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,23	1,59	5,64	6,02	8	17,02	20,02	1295
20	AN-ANG Normal Zona B	193,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
21	AN-ANG Normal Zona B	187,00°	C - 3000 - 20 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,44	1,48	5,34	5,67	8	14,81	17,81	1394
22	AN-ANG Normal Zona B	194,00°	C - 2000 - 16 - R.U.A. - TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,16	1,28	3,54	3,79	8	11,09	14,09	851

R.U.A.: Apoyo atornillado según RU 6704A; R.U.S.: Apoyo soldado según E.A. 0015:2003. Los apoyos seleccionados son los diseñados por Postemel y podrían no ser válidos los de otros fabricantes.  
Los pesos de los apoyos no incluyen los armados.

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Denominación del Apoyo	Datos de las Fundaciones					Altura Apoyo		Peso Apoyo Kg
				h m	a m	Exc. m³	Horm. m³	K Kg/cm³	Útil m	Libre m	
23	AN Normal Zona B		C - 2000 - 14 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,14	1,17	2,93	3,14	8	9,11	12,11	705
24	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
25	AN Normal Zona B		C - 2000 - 20 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,21	1,48	4,84	5,17	8	15,04	18,04	1132
26	AN Normal Zona B		C - 2000 - 12 - R.U.A. -M0 - 1,50 - Atirantada	2,09	1,08	2,44	2,61	8	10,16	10,16	595
27	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
28	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
29	AN Normal Zona B		C - 2000 - 16 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,16	1,28	3,54	3,79	8	11,09	14,09	851
30	AN-ANG Normal Zona B	124,00°	C - 7000 - 20 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,65	2,20	12,83	13,56	8	14,60	17,60	2516
31	AN-ANG Normal Zona B	198,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
32	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
33	AN-ANG Normal Zona B	196,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
34	AN-ANG Normal Zona B	195,00°	C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
35	AN Normal Zona B		C - 2000 - 22 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,23	1,59	5,64	6,02	8	17,02	20,02	1295
36	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003
37	AN Normal Zona B		C - 2000 - 18 - R.U.A. -TR - 2,40 - Atirantada - 1,5	2,19	1,39	4,23	4,52	8	13,06	16,06	1003



Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena

[illegible]

# CONDICIONES DE CÁLCULO



La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h

## Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1º		-15°+H v.a.		
Límite 2º		10° v.a.		
Límite 3º				
Límite 4º				

v.a. condicion con tense en valor absoluto. % condición con tense en % de la carga de rotura.

## Condiciones de Cálculo de los Apoyos

Tipo Apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		8 %T a -15°+H		
		H. Tierra		8 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
Amarre	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		15 %T a -15°+H		
		H. Tierra		15 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Anclaje	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Fin de Línea	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		

## Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		15°+V		
Cond. 2		50°		
Cond. 3		0°+H		
Cond. 4				

## Condiciones del Ángulo de Desvío de la cadena

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Tense		-10°+½V		
Viento		½V		

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf:(+34) 95 451 99 66  
Fax:(+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail:postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es



**Referencia:** CIERRE LÍNEA A.T. 20 KV. "CHARILLA" Y "MAZUELOS",  
TRAMO DOBLE CIRCUITO

**Empresa:** Ingeniería, Estudios y Proyectos (NIP, S.A.)

**Sr. D.** .

**Estudio N°:** JA\_charilla (dc)

### **Características de la Línea**

Tensión: 20 KV

Zona: B

N° de Apoyos: 8

Longitud de la Línea: 820,92 m

Cables: LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

**POSTEMEL, S.L.**

Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532  
Tlf: (+34) 95 451 99 66  
Fax: (+34) 95 425 16 25  
Apdo. de Correos 13314  
41080 SEVILLA  
e-mail: postemel@postemel.es  
http://www.postemel.es

# FLECHAS Y TENSIONES

**LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}**

Sección 116,2 mm  
Peso 0,433 Kg/m  
Carga de Rotura 43164 daN  
Coef. Dilatación 0,000178 1/°C  
Modulo Elasticidad 80442 daN/mm²  
Diametro aparente 14 mm  
Viento sobre conductor 0,84 daN/m  
Resultante P+V 0,941 daN  
Resultante P+½V 0,597 daN  
Resultante P+H 1,098 daN (Zona B)



## Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 14,715daN

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

A. Ini. A. Fin.	Vano	Vano Regul.		CONDICIONES EN ZONA B												Cs
				50°	40°	30°	20°	15°	10°	0°	0°+H	-5°+V	-10°	-15°	-15°+H	
1 2	68,3	68,3	T F	274 0,91	321 0,77	388 0,64	479 0,52	534 0,46	595 0,42	731 0,34	925 0,69	936 0,59	878 0,28	955 0,26	1100 0,58	3,90
2 3	85,4	85,4	T F	301 1,29	341 1,14	396 0,98	468 0,83	513 0,76	563 0,69	679 0,57	948 1,06	937 0,92	812 0,48	883 0,44	1100 0,91	3,90
3 4	140,1	140,1	T F	354 2,96	380 2,76	410 2,56	447 2,35	468 2,24	492 2,13	548 1,91	1004 2,70	939 2,47	617 1,70	657 1,60	1100 2,47	3,86
4 5	107,4	107,4	T F	327 1,88	361 1,71	403 1,53	457 1,34	490 1,25	528 1,17	616 1,00	974 1,63	938 1,45	724 0,85	784 0,78	1100 1,45	3,88
5 6	84,1	84,1	T F	299 1,27	340 1,11	395 0,96	469 0,81	514 0,74	565 0,67	683 0,56	947 1,04	937 0,90	817 0,46	889 0,43	1100 0,89	3,86
6 7	115,0	115,0	T F	335 2,11	366 1,93	405 1,74	454 1,55	484 1,46	518 1,36	597 1,18	982 1,86	938 1,67	696 1,02	751 0,94	1100 1,66	3,87
7 8	220,7	220,7	T F	389 6,67	403 6,44	418 6,20	435 5,96	444 5,84	454 5,71	475 5,46	1047 6,41	941 6,11	499 5,19	513 5,06	1100 6,10	3,87

# ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS

## LA 110 (94-AL1/22-ST1A) {1}

Tensión  
Nº Conductores  
Long. Cadena  
Viento Cadena  
Peso Cadena



### Zona B

T. max. a -15°+H 1100 daN  
EDS a 10° 15% (647 daN)

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores L=0 y T=doble del valor mostrado

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Vano Post. m	Desn. Post. m	N	D. Fases Teórica m	Esfuerzos Horizontales					T y F			Esf. Vert. por fase daN	Ang. Osc. Cadena Contrap.	
							Según Hipótesis					Temp.	F m	T daN			
							Hip.	L(daN)	T(daN)	H(daN)	Cs						
1	FL						1ª	997	38	1036	1,500	50º	0,91	274	6		
	Normal Zona B	68,3	-5,1	-0,0744	0,76		2ª	1100	0	1100	1,500	15º+V	0,76	726	-28		
							3ª	-----	-----	-----	1,200	0º+H	0,69	925	-14		
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	0,58	1100	-27		
2	AN-ANG						1ª	7	369	376	1,500	50º	1,29	301	95		
	Normal Zona B	181,00º	85,4	5,2	0,1347	0,87	2ª	0	327	327	1,500	15º+V	1,14	757	156		
							3ª	544	245	789	1,200	0º+H	1,06	948	246		
							4ª	1088	164	-----	1,200	-15º+H	0,91	1100	268		
3	AN-ANG						1ª	16	1141	1156	1,500	50º	2,96	354	15		
	Normal Zona B	128,00º	140,1	-15,2	-0,1687	1,22	2ª	0	1179	1179	1,500	15º+V	2,81	828	-64		
							3ª	464	884	1348	1,200	0º+H	2,70	1004	-7		
							4ª	929	589	-----	1,200	-15º+H	2,47	1100	-26		
4	AN-ANG						1ª	10	373	382	1,500	50º	2,96	354	144		
	Normal Zona B	183,00º	107,4	9,7	0,1987	1,22	2ª	0	293	293	1,500	15º+V	2,81	828	237		
							3ª	545	220	765	1,200	0º+H	2,70	1004	368		
							4ª	1090	146	-----	1,200	-15º+H	2,47	1100	390		
5	AN-ANG						1ª	9	428	437	1,500	50º	1,88	327	77		
	Normal Zona B	178,00º	84,1	11,9	0,0511	1,01	2ª	0	378	378	1,500	15º+V	1,72	790	100		
							3ª	542	284	825	1,200	0º+H	1,63	974	186		
							4ª	1084	189	-----	1,200	-15º+H	1,45	1100	197		
6	AN-ANG						1ª	12	278	290	1,500	50º	2,11	335	60		
	Normal Zona B	188,00º	115,0	12,6	-0,0315	1,06	2ª	0	207	207	1,500	15º+V	1,96	800	47		
							3ª	548	155	703	1,200	0º+H	1,86	982	119		
							4ª	1095	104	-----	1,200	-15º+H	1,66	1100	110		
7	AN						1ª	0	150	150	1,500	50º	6,67	389	82		
	Normal Zona B	220,7	13,6	-0,0482	1,74		2ª	0	0	0	1,500	15º+V	6,53	880	61		
							3ª	550	0	550	1,200	0º+H	6,41	1047	176		
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	6,10	1100	167		
8	FL						1ª	958	102	1060	1,500	50º	6,67	389	35		
	Normal Zona B	0,0	0,0	-0,0617	1,74		2ª	1100	0	1100	1,500	15º+V	6,53	880	4		
							3ª	-----	-----	-----	1,200	0º+H	6,41	1047	74		
							4ª	1100	0	-----	1,200	-15º+H	6,10	1100	71		

## ESFUERZO SOBRE LOS APOYOS



Hu.-	Altura útil del apoyo.
L.-	Esfuerzo longitudinal por cable.
T.-	Esfuerzo transversal por cable.
H.-	Esfuerzo horizontal total por cable.
V.-	Esfuerzo vertical por cable.
d.-	Distancia entre fases.
FT.-	Esfuerzo horizontal total.
Cs.-	Coefficiente de seguridad.

## Esfuerzo Total

En la 4ª hipótesis, para apoyos de ángulo, el esfuerzo que se muestra es en el conductor que se rompe. En el resto de conductores  $L=0$  y  $T=\text{doble del valor mostrado}$

[illegible]



R.U.A.: Apoyo atornillado según RU 6704A; R.U.S.: Apoyo soldado según E.A. 0015:2003. Los apoyos seleccionados son los diseñados por Postemel y podrían no ser válidos los de otros fabricantes.  
Los pesos de los apoyos no incluyen los armados.

Poste	Función Segurid. Zona	Ángulo Comp. ° Cent.	Denominación del Apoyo	Datos de las Fundaciones					Altura Apoyo		Peso Apoyo Kg
				h m	a m	Exc. m³	Horm. m³	K Kg/cm³	Útil m	Libre m	
1	FL Normal Zona B		C - 9000 - 18 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,86	2,00	11,44	12,04	8	11,19	15,39	2453
2	AN-ANG Normal Zona B	181,00°	C - 4500 - 20 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,70	1,48	5,91	6,24	8	13,35	17,55	1779
3	AN-ANG Normal Zona B	128,00°	C - 7000 - 20 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,65	2,20	12,83	13,56	8	13,40	17,60	2516
4	AN-ANG Normal Zona B	183,00°	C - 4500 - 20 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,70	1,48	5,91	6,24	8	13,35	17,55	1779
5	AN-ANG Normal Zona B	178,00°	C - 7000 - 18 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,66	2,00	10,64	11,24	8	11,39	15,59	2232
6	AN-ANG Normal Zona B	188,00°	C - 4500 - 18 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,66	1,39	5,14	5,43	8	11,39	15,59	1575
7	AN Normal Zona B		C - 3000 - 20 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,44	1,48	5,34	5,67	8	13,61	17,81	1394
8	FL Normal Zona B		C - 9000 - 18 - R.U.A. -DC - 2,40 - Atirantada - 1,5 Con Extensión en cabeza de 1,2 m	2,86	2,00	11,44	12,04	8	11,19	15,39	2453

# CONDICIONES DE CÁLCULO



La velocidad del viento para el cálculo es de 120 Km/h

## Condiciones Limitantes del Tense

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Límite 1º		-15°+H v.a.		
Límite 2º		10° v.a.		
Límite 3º				
Límite 4º				

v.a. condicion con tense en valor absoluto. % condición con tense en % de la carga de rotura.

## Condiciones de Cálculo de los Apoyos

Tipo Apoyo	Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Suspensión	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		8 %T a -15°+H		
		H. Tierra		8 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
Amarre	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		15 %T a -15°+H		
		H. Tierra		15 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Anclaje	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		50 %T a -15°+H		
		H. Tierra		50 %T a -15°+H		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		
Fin de Línea	1ª Hip.	Conductor		-10°+V		
		H. Tierra		-10°+V		
	2ª Hip.	Conductor		-15°+H		
		H. Tierra		-15°+H		
	3ª Hip.	Conductor		-----		
		H. Tierra		-----		
	4ª Hip.	Conductor		100 %T a -15°+H		
		H. Tierra		100 %T a -15°+H		

## Condiciones de Flecha Máxima

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Cond. 1		15°+V		
Cond. 2		50°		
Cond. 3		0°+H		
Cond. 4				

## Condiciones del Ángulo de Desvío de la cadena

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona U
Tense		-10°+½V		
Viento		½V		

## 2 Cálculos eléctricos de la línea subterránea de media tensión

Para el cálculo de una línea de media tensión el proyectista justificará los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

1. Intensidades máximas admisibles para el cable.
2. Caída de tensión de tensión.
3. Capacidad de transporte.
4. Pérdidas de potencia.

### 2.1 Características eléctricas del conductor

A continuación se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

#### 2.1.1 Resistencia eléctrica

La resistencia  $R$  del conductor, en ohmios por kilómetro, varía con la temperatura  $\theta$  de funcionamiento de la línea. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}C))$$

Siendo:

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

$\theta$  = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor correspondiente a  $90^{\circ}C$ .

Para los conductores normalizados las resistencias serán:

**Tabla 2. Resistencia de los conductores**

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima a 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90°C (Ω/km)
240	0,125	0,161	240

#### 2.1.2 Reactancia del cable

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor, las reactancias de los cables especificados normalizados serán:

**Tabla 3. Reactancia de los conductores**

Conductor	Sección nominal	Reactancia cable 18/30 kV
-----------	-----------------	---------------------------

	(mm <sup>2</sup> )	(Ω/km)
RH5Z1	240	0,114

En el presente proyecto los circuitos se compondrán de tres conductores unipolares de aluminio del tipo **RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x240 K Al**.

### 2.1.3 Capacidad

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor, las capacitancias de los cables especificados en el proyecto tipo serán:

**Tabla 4. Conductividad de los conductores**

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Capacitancia cable 18/30 kV	
		(uF/km)	(S·km)
RH5Z1	240	0,229	7,194·10 <sup>-5</sup>

La intensidad capacitiva que circulará por un conductor será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3}} \cdot Y_c \cdot L \text{ (A/km)}$$

Siendo:

**I** = Intensidad capacitiva en el inicio de un conductor de longitud L, en A.

**U** = Tensión de línea, en kV.

**Y<sub>c</sub>** = Conductividad, en S·km

**L** = Longitud total del conductor, en km.

## 2.2 Intensidades máximas admisibles

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., el proyecto justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada. Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para aislamiento seco en polietileno reticulado XLPE, son las que figuran en la siguiente tabla:

**Tabla 5. Temperaturas máximas admisibles aislamiento conductores**

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θ <sub>cc</sub>	Cortocircuito θ <sub>cc</sub> (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

## 2.2.1 Intensidad máxima admisible en servicio permanente

Los conductores de XLPE de aluminio directamente enterrados podrán admitir una intensidad permanente según ICT-LAT 06 Tabla 06. Los conductores entubados podrán admitir una intensidad permanente según ITC-LAT 06 tabla 12:

**Tabla 6. Intensidades máxima admisibles en conductores XLPE Al**

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
240	345	320

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

En el presente proyecto el circuito se compondrá de tres conductores unipolares de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 18/30 kV, cuya denominación es:

**RH5Z1 (S) 18/30 kV 1x240 K Al**

Según la tabla anterior, a un conductor de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección le corresponde una intensidad I = 320 A.

**A**

### Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 7 ITC-LAT-06.

### Resistividad térmica del terreno (Fcrt)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 8 y 9 ITC-LAT-06.

### Agrupación de circuitos (Fca)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT-06.

### Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT-06.

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

Dónde:

**Iadm** = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

**I** = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

**Fct** = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno,

**Fcrt** = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno,

**Fca** = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos,

**Fcp** = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

## 2.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

En primer lugar el proyectista determinará el valor de la intensidad de cortocircuito de la línea a la cual se integrará la red subterránea. Este valor puede ser conocido directamente o bien proporcionado indirectamente a partir de la potencia máxima de cortocircuito de la red, en este caso la corriente de cortocircuito se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

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

Dónde:

**I<sub>cc3</sub>** = Intensidad de cortocircuito trifásica, en kA.

**S<sub>cc</sub>** = Potencia de cortocircuito de la red, en MVA.

**U** = Tensión de línea, en kV,

A continuación se indican las intensidades de cortocircuito para algunas redes:

**Tabla 7. Corrientes de cortocircuito en redes MT**

U (kV)	S <sub>cc</sub> (MVA)	I <sub>cc3</sub> (kA)
25	500	11,547

En el presente proyecto la corriente de cortocircuito de la red puede considerarse 11,547kA.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito soportada por el conductor se tendrá en cuenta que el conductor utilizado es de aluminio, que la temperatura inicial de servicio es de 90 °C, la temperatura final deberá ser inferior a 250°C, tiene una sección de 150 mm<sup>2</sup> y tiempo máximo de duración del cortocircuito es de 1 s, dato proporcionado por la Cía. Distribuidora.

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

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

Dónde:

**I<sub>cc Adm.</sub>** = Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, en A,

**S** = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>,

**K** = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al fin del cortocircuito,

**t<sub>cc</sub>** = Duración del cortocircuito, en segundos.

Como se refleja en la tabla 26 correspondiente el apartado 6.2 de la ITC-LAT-06, la densidad admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio y un Δθ=160 °C, es de 94 A/mm<sup>2</sup>.

A continuación se indican los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto tipo:

**Tabla 8. Corrientes de cortocircuito admisibles en los conductores de secciones normalizadas en kA**

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>240</b>	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0

Potencia a transportar

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

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

Dónde:

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

**U** = Tensión de línea, en kV,

**I** = Intensidad máxima admisible del conductor, determinada en el apartado 2.2.1, en A.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = \sqrt{3} \cdot 25 \cdot 268,18 = 11612,53 \text{ kW}$$

La potencia a transportar deberá ser inferior a la calculada.

## 2.3 Caídas de tensión

La caída de tensión se calculará como:

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

En valor absoluto

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

En valor porcentual

Dónde:

**P** = Potencia a transportar, en kW,

**L** = longitud de la línea, en km,

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV,

**R<sub>90</sub>** = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

**X** = Reactancia de la línea, en Ω/km.

**tg φ** = Tangente de fi de la instalación, adim.

**Al 150 (R<sub>90</sub> = 0,264 Ω/km; X = 0,194 Ω/km)**

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \operatorname{tg} \varphi) = \frac{11612,53 \cdot 0,310}{25} \cdot (0,264 + 0,194 \cdot 0,75)$$

$$U_c = 58,96 \text{ V}; U_c (\%) = 0,27 \%$$

La caída de tensión calculada deberá ser inferior al 7 %.

## 2.4 Pérdidas de potencia

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

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

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

Dónde:

**P** = Potencia a transportar, en kW,

**L** = longitud de la línea, en km,

**U** = Tensión nominal de la línea, en kV,

**R<sub>90</sub>** = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

**Cos φ** = Coseno de fi de la instalación, adim.

$$P_p = 224679 \text{ W}; P_p (\%) = 0,31 \%$$



## 3 Cálculos del Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie

### 3.1 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra

#### 3.1.1 Introducción

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

#### 3.1.2 Características generales de la instalación

##### 3.1.2.1 Puesta a tierra de protección

Cuando se produce un defecto a tierra en una instalación de MT, se provoca una elevación del potencial en el circuito de puesta a tierra de protección a través del cual circulará la intensidad de defecto. Al disiparse dicha intensidad por la red de tierra aparecen en el terreno gradientes de potencial. En el diseño del sistema de puesta a tierra de protección se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

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

##### 3.1.2.2 Puesta a tierra de servicio

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

#### 3.1.3 Datos iniciales

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

$U$  Tensión de servicio de la red MT (V).

$U_{bt}$  Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT (V).

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

Duración de la falta:

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

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

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (Si o No). En caso afirmativo: Tipo de relé del reenganche (Tiempo Independiente o Dependiente).

- $I_a''$  Intensidad de arranque del relé tras el reenganche rápido (A);
- $t''$  Relé a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s) tras en reenganche rápido.
- $K'', n''$  Relé tiempo dependiente. Constantes del relé.

Para el caso de red con neutro aislado:

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

Para el caso de red con neutro a tierra:

- $R_n$  Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).
- $X_n$  Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

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

### 3.1.4 Cálculo de la puesta a tierra de protección

#### 3.1.4.1 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

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

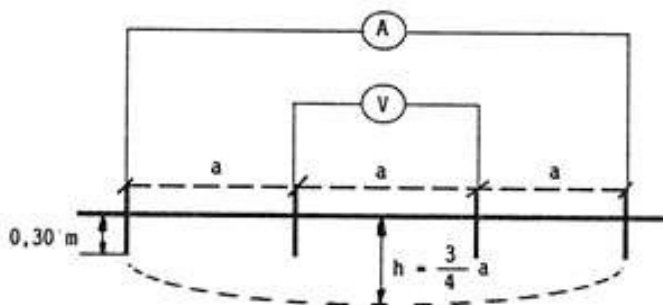
Para la estimación de la resistividad del terreno es de utilidad la tabla siguiente, en la que se dan valores orientativos de la misma en función de la naturaleza del suelo:

Tabla 1. Resistividad del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega \cdot m$ )
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

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

Figura 1.- Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno.



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

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

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

la resistividad quedará:

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

siendo:

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

### **3.1.4.2 Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto**

#### **3.1.4.2.1 Resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del CT**

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

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

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

$$R_t \leq \frac{U_{bt}}{I_d}$$

### 3.1.4.2.2 Determinación de la intensidad de defecto

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

#### 3.1.4.2.2.1 Neutro aislado

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

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

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

en la que:

- $I_d$  Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- $R_t$  Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).

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

#### 3.1.4.2.2.2 Neutro a tierra

La intensidad de defecto a tierra, en el caso de redes con el neutro a tierra, es inversamente proporcional a la impedancia del circuito que debe recorrer. Como caso más desfavorable y para simplificar los cálculos, salvo que el proyectista justifique otros aspectos, sólo se considerará la impedancia de la puesta a tierra del neutro de la red de media tensión y la resistencia del electrodo de puesta a tierra. Esto supone estimar nula la impedancia homopolar de las líneas o cables, con lo que se consigue independizar los resultados de las posteriores modificaciones de la red. Este criterio no será de aplicación en los casos de neutro unido rígidamente a tierra, en los que si se considerará dicha impedancia.

Para el cálculo se aplicará, salvo justificación, la siguiente expresión:

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

Donde:

- $I_d$  Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- $R_t$  Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).
- $R_n$  Resistencia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).
- $X_n$  Reactancia de la puesta tierra del neutro de la red ( $\Omega$ ).

### 3.1.4.2.2.3 Tiempo de eliminación del defecto

Las líneas de MT que alimentan los CT disponen de los dispositivos necesarios para despejar, en su caso, los posibles defectos a tierra mediante la apertura del interruptor que actúa por la orden transmitida por un relé que controla la intensidad de defecto.

Relés a tiempo independiente:

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

$$t' = cte.$$

Relés a tiempo dependiente:

El tiempo de actuación depende inversamente de la sobreintensidad. Algunos de los relés más utilizados responden a la siguiente expresión:

$$t' = \frac{K'}{\left(\frac{I_d'}{I_a'}\right)^{n'} - 1}$$

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

Tabla 2. Curvas de disparo habituales

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

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

Relé a tiempo independiente:

$$t'' = cte.$$

Relé a tiempo dependiente:

$$t'' = \frac{K''}{\left(\frac{I_d'}{I_a''}\right)^n - 1}$$

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

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

### 3.1.5 Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra. selección del electrodo.

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

**Tabla 3. Resistencia electrodos habituales**

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

Siendo:

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

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

#### Electrodos con picas en anillo

#### A-B / C / DE

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

#### Electrodos con picas alineadas

#### A / BC

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

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

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

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

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

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

A continuación se calculan los valores de la resistencia de puesta a tierra ( $R_t'$ ), intensidad de defecto ( $I_d'$ ) y tensión de defecto ( $V_d'$ ) del electrodo seleccionado mediante las siguientes expresiones:

Resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado:

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



#### Intensidad de defecto a tierra:

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

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}, \text{ para neutro a tierra}$$

#### Tensión de defecto:

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

En general, la tensión de paso en el exterior ( $U'_p$ ) y la tensión de contacto ( $U'_c$ ) se calculan mediante las siguientes fórmulas:

#### Tensión de paso máxima:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d$$

#### Tensión de contacto máxima:

$$U'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d$$

Además, al existir un malazo equipotencial en la solera del CT conectado al electrodo de puesta a tierra, la tensión de paso de acceso será equivalente al valor de la tensión de contacto en el exterior, por lo tanto:

#### Tensión de paso máxima en el acceso:

$$U'_{p(acc)} = K_c \cdot \rho \cdot I'_d$$

Debido a la existencia del mallazo equipotencial, no se considera necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior del CT, que serán prácticamente nulas.

La tensión de contacto en el exterior también se considera nula puesto que las partes metálicas accesibles no están conectadas a la red de tierra de protección.

### **3.1.6.1 Agrupación de electrodos en paralelo**

Cuando no sea posible alcanzar un valor de resistencia de puesta a tierra adecuado que verifique que las tensiones de paso y contacto sean admisibles utilizando un solo electrodo, se agruparán varios electrodos en paralelo. En este caso se procederá de la siguiente manera:

- La resistencia equivalente del electrodo ( $R'_t$ ) resultante de la agrupación en paralelo de los N electrodos individuales se obtendrá a partir de la resistencia de cada electrodo individual ( $R_{ti}$ ) mediante la expresión:

$$R'_t = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{R'_{ti}}}$$

Si suponemos la resistividad del terreno constante alrededor del CT, la resistencia individual de cada electrodo dependerá de su valor unitario de resistencia ( $K_{ri}$ ) que será diferente según su configuración geométrica:

$$R'_{ti} = \rho \cdot K_{ri}$$

con lo que resulta:

$$R'_t = \frac{\rho}{\sum_{i=1}^N K_{ri}}$$

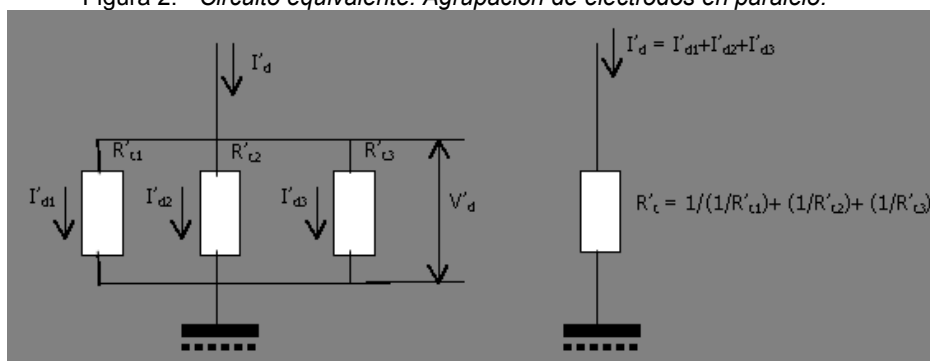
- Dado que los electrodos se conectan en paralelo, la tensión de defecto será la misma para todos ellos y se calculará como el producto de la resistencia equivalente y la intensidad de defecto total obtenida mediante las expresiones dadas en el apartado anterior según el modo de instalación del neutro de la red (neutro aislado o a tierra):

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

- La corriente de defecto que atravesará cada uno de los electrodos individuales será inversamente proporcional a su resistencia de puesta a tierra:

$$I'_{di} = \frac{U'_d}{R'_{ti}}$$

Figura 2.- Circuito equivalente. Agrupación de electrodos en paralelo.



- La tensión de paso en la superficie sobre cada electrodo puede considerarse, con suficiente aproximación, igual a la calculada a partir de su valor unitario de tensión de paso exterior ( $K_{pi}$ ) y de la intensidad de defecto que lo atraviesa ( $I'_{di}$ ):

$$U'_{pi} = K_{pi} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

Se adoptará como tensión de paso de cálculo ( $U_p'$ ) el máximo de los valores de las tensiones de paso para cada electrodo individual:

$$U'_p = \max(U'_{pi})$$

De manera análoga calcularemos la tensión de paso en el acceso ( $U_{p(acc)}$ ) como:

$$U'_{p(acc)i} = K_{ci} \cdot \rho \cdot I'_{di}$$

$$U'_{p(acc)} = \max(U'_{p(acc)i})$$

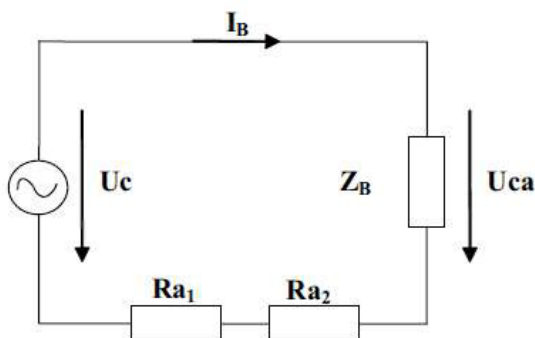
### 3.1.7 Valores máximos de tensión admisibles

De acuerdo a lo establecido en la ITC-RAT-13, la tensión máxima admisible por el cuerpo humano depende de la duración de la corriente de falta (calculada en el apartado 4.2.2), según se refleja en la siguiente tabla:

**Tabla 4. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07**

Duración de la falta $t_f$ (s)	Tensión de contacto aplicada admisible $U_{ca}$ (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

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



Donde:

$U_{ca}$	Tensión de contacto aplicada admisible
$U_{pa}$	Tensión de paso aplicada admisible ( $U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ según ICT-RAT-13)
$Z_B$	Impedancia del cuerpo humano (se considera 1.000 $\Omega$ )
$I_B$	Corriente a través del cuerpo
$U_c$	Tensión de contacto máxima admisible en la instalación
$U_p$	Tensión de paso máxima admisible en la instalación
$R_{a1}$	Resistencia adicionales (calzado)
$R_{a2}$	Resistencias adicionales (contacto con el suelo)

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

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

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

Que responde al siguiente planteamiento:

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

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

$$C_s = 1 - 0.106 \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0.106} \right)$$

Siendo:

$C_s$  coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial

- $h_s$       espesor de la capa superficial
- $\rho$         resistividad del terreno natural
- $\rho^*$        resistividad de la capa superficial

### 3.1.8 Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas

#### 3.1.8.1 Seguridad para las personas

##### 3.1.8.1.1 Tensiones de paso y contacto en el interior del CT

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

##### 3.1.8.1.2 Tensión de contacto en el exterior del CT

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del CT no tienen contacto eléctrico con ningún elemento susceptible de quedar en tensión como consecuencia de un defecto a tierra, por lo que no es necesario realizar el cálculo de la tensión de contacto exterior que será prácticamente nula.

##### 3.1.8.1.3 Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT

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

$$U'_p \leq U_p$$

De igual modo, la tensión de paso en el acceso al CT para el electrodo seleccionado, debe ser menor o igual que el máximo valor admisible de la tensión de paso en el acceso:

$$U'_{p(acc)} \leq U_{p(acc)}$$

#### 3.1.8.2 Protección del material

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

$$U'_d \leq U_{bt}$$

### 3.1.8.3 Garantía de eliminación de la falta

La intensidad de arranque de las protecciones tendrá que ser superior a la intensidad de defecto:

$$I_d' > I_a' \text{ y } I_d' > I_a''$$

### 3.1.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

## 3.2 Cálculo de la puesta a tierra de servicio

Como ya se ha indicado anteriormente, para garantizar la actuación de las protecciones diferenciales de las instalaciones de BT de los clientes, se adopta un valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de servicio de  $37 \Omega$ .

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

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

Se seleccionará la configuración del electrodo de entre los del tipo picas en hilera (*Anexo 2 del Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de UNESA*) de manera que su valor unitario de resistencia ( $K_r''$ ) cumpla la condición:

$$K_r'' \leq K_r'$$

De esta forma se cumplirá que el valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro de BT ( $R_{bt}'$ ) es menor de  $37 \Omega$ :

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

## 4 Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio

La separación mínima (D) entre los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio requerida para garantizar que, ante posibles defectos a tierra, no se transfieran tensiones peligrosas se calcula mediante la fórmula:

$$D > \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot U_i} \approx \frac{\rho \cdot I_d}{6.283}$$

siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m)
- $\rho$  Resistividad media del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $I_d$  Intensidad de defecto (A)
- $U_i$  Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de servicio (V). Se adopta  $U_i = 1000$

## 5 Sistema único para las puestas a tierra de protección y servicio

Si se cumple que la elevación de potenciales, como consecuencia de un eventual defecto a tierra de las instalaciones de MT del CT, es inferior o igual a 1.000 V, se podrá prescindir de la tierra de servicio y conectar el neutro de la baja tensión del transformador a la tierra de protección del CT.

$$R \cdot I_d \leq 1.000V \rightarrow \text{tierra única}$$

siendo:

- R Resistencia de puesta a tierra de protección ( $\Omega$ )
- $I_d$  Intensidad de defecto (A)

Hojas de cálculo de la instalación de puesta a tierra

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

**HOJA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A  
TIERRA NEUTRO A TIERRA**





## 6 Cálculos eléctricos de los puentes de MT y BT

### 6.1 Introducción

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

### 6.2 Intensidad en MT.

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

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

siendo:

- S Potencia del transformador en kVA.
- $U_p$  Tensión del primario del transformador (MT) en kV.
- $I_p$  Intensidad del secundario del transformador (MT) en A.

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del primario.

Potencia del transformador (kVA)	Tensión nominal primario (kV)						
	10	11	13,2	15	17	20	25
160	9,24	8,40	7,00	6,16	5,43	4,62	3,70
250	14,43	13,12	10,93	9,62	8,49	7,22	5,77
<b>400</b>	23,09	20,99	17,50	15,40	13,58	11,55	<b>9,24</b>
630	36,37	33,07	27,56	24,25	21,40	18,19	14,55
1000	57,74	52,49	43,74	38,49	33,96	28,87	23,09

### 6.3 Dimensionado de las conexiones MT

Los conductores empleados en la conexión de MT entre el transformador y las celdas cumplirán las especificaciones de la Norma GSC001 "TECHNICAL SPECIFICATION OF MEDIUM VOLTAGE CABLES WITH RATED VOLTAGE  $U_0/U_c(U_m)$  8,7/15(17,5) kV, 12/20(24) kV, 15/25(31) kV, 18/30(36) kV AND 20/34,5(37,95) kV" :

- Tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV: tensión de aislamiento 12/20 kV y de 95 mm<sup>2</sup> de sección mínima.
- Tensión nominal de la red  $> 20$  kV y  $\leq 30$  kV: tensión de aislamiento 18/30 kV y de 150 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

Las intensidades máximas admisibles de las secciones indicadas en dicho apartado son las que figuran en la siguiente tabla. Se han tomado de la ITC-LAT-06 Tablas 6 y 13, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Instalación al aire	Instalación directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
95 150	255 335	205 260
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- Temperatura del aire: 40° C - Una terna de cables unipolares en contacto mutuo. - Disposición que permita una eficaz renovación del aire.	- Temperatura del terreno: 25° C - 3 cables unipolares en tresbolillo - Profundidad de instalación: 1 m - Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W - Temperatura aire ambiente: 40°C

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 58 A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a las máximas admisibles por los cables seleccionados (255 A y 335 A respectivamente), en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

## 6.4 Intensidad en BT

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

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

siendo:

- S            Potencia nominal del transformador (kVA).  
 Us          Tensión del primario del transformador (BT) en kV.  
 Is          Intensidad del secundario del transformador (BT) en A.

En la siguiente tabla se dan los valores calculados para los casos más habituales de potencia del transformador y tensión del secundario.

Tensión nominal del secundario (kV)	Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del secundario (A)
B1 – 0,23	50	94 (*)
	100	188 (*)
	160	301 (*)
	250	471 (*)
	400	753 (*)
	630	1.186 (*)
B2 – 0,40	50	72
	100	144
	160	231
	250	361
	<b>400</b>	<b>578</b>
	630	910
	1000	1.443

(\*) En transformadores clase B1B2 se ha considerado un 75% de la potencia nominal para el nivel de tensión B1 (230 V).

## 6.5 Dimensionado de las conexiones BT

### 6.5.1 Máxima Intensidad

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm<sup>2</sup> y 150 mm<sup>2</sup> de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ( $I_{m\acute{a}x}$ ) es de 420 A y 300 respectivamente.

El cálculo de las conexiones de BT se realiza partir de la máxima corriente admisible por los conductores aplicando los siguientes factores correctores debidos a las condiciones particulares de instalación (instalación al aire, apartado 3.1.4 de la ITC-BT-07):

- Temperatura del aire circundante superior a 40°C. Consideraremos una temperatura de 50° C, para la que el factor de corrección a aplicar resulta ser  $f_1 = 0,90$  (Tabla 13).

Potencia del trafo (kVA)	Tensión del secundario				
	B 2 ( 4 0 0 V )				
	Composición del puente (fases) (mm <sup>2</sup> Al)+neutro	I <sub>n</sub> (A) por fase	I <sub>máx</sub> (A) por fase	f <sub>1</sub>	I <sub>adm</sub> (A) $I_{adm} = f_1 \cdot I_{máx}$
50	3 x 1 x 150+1x150	72	300	0,9	270
100	3 x 1 x 150+1x150	144	300	0,9	270
160	3 x 1 x 150+1x150	231	300	0,9	270
250	3 x 1 x 240+1x240	361	420	0,9	378
<b>400</b>	<b>3 x 2 x 240+1x240</b>	<b>289</b>	<b>420</b>	<b>0,9</b>	<b>756</b>
630	3 x 3 x 240+2x240	303	420	0,9	1.134
1000	3 x 4 x 240+2x240	481	420	0,9	1.512

Se cumple que la intensidad admisible es superior a la máxima o nominal, por lo que se concluye que el puente está adecuadamente dimensionado.

En Jaén, Noviembre de 2.017

**AUTOR:**

**D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
**Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental**  
**Colegiado 2116**



PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-1/18) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAM. "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).



# PLANOS

***PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE  
MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS,  
Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).***

**PETICIONARIO:**

***Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.  
CIF: B- 82.846.817  
Avda. de Vilanova nº 12  
08018 - Barcelona***



## **ÍNDICE DE PLANOS**

- PLANO 1: SITUACIÓN
- PLANO 2: EMPLAZAMIENTO
- PLANO 3: PLANTA NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN
- PLANO 4: PERFIL Y PLANTA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
- PLANO 5: DETALLE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CON ORGANISMOS AFECTADOS
- PLANO 6: DETALLE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CON CATASTRO
- PLANO 7: DETALLE CANALIZACIÓN MEDIA TENSIÓN
- PLANO 8: DETALLE AVIFAUNA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
- PLANO 9: DETALLE CONVERSION AÉREO SUBTERRÁNEA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
- PLANO 10: ESTADO ACTUAL Y REFORMADO DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”



VISADO



#### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

PLANO:

SITUACIÓN

El Ingeniero Industrial

PROMOTOR:

endesa

FECHA:

NOVIEMBRE  
2017

ESCALA:

E: 1/50.000

Nº PLANO:

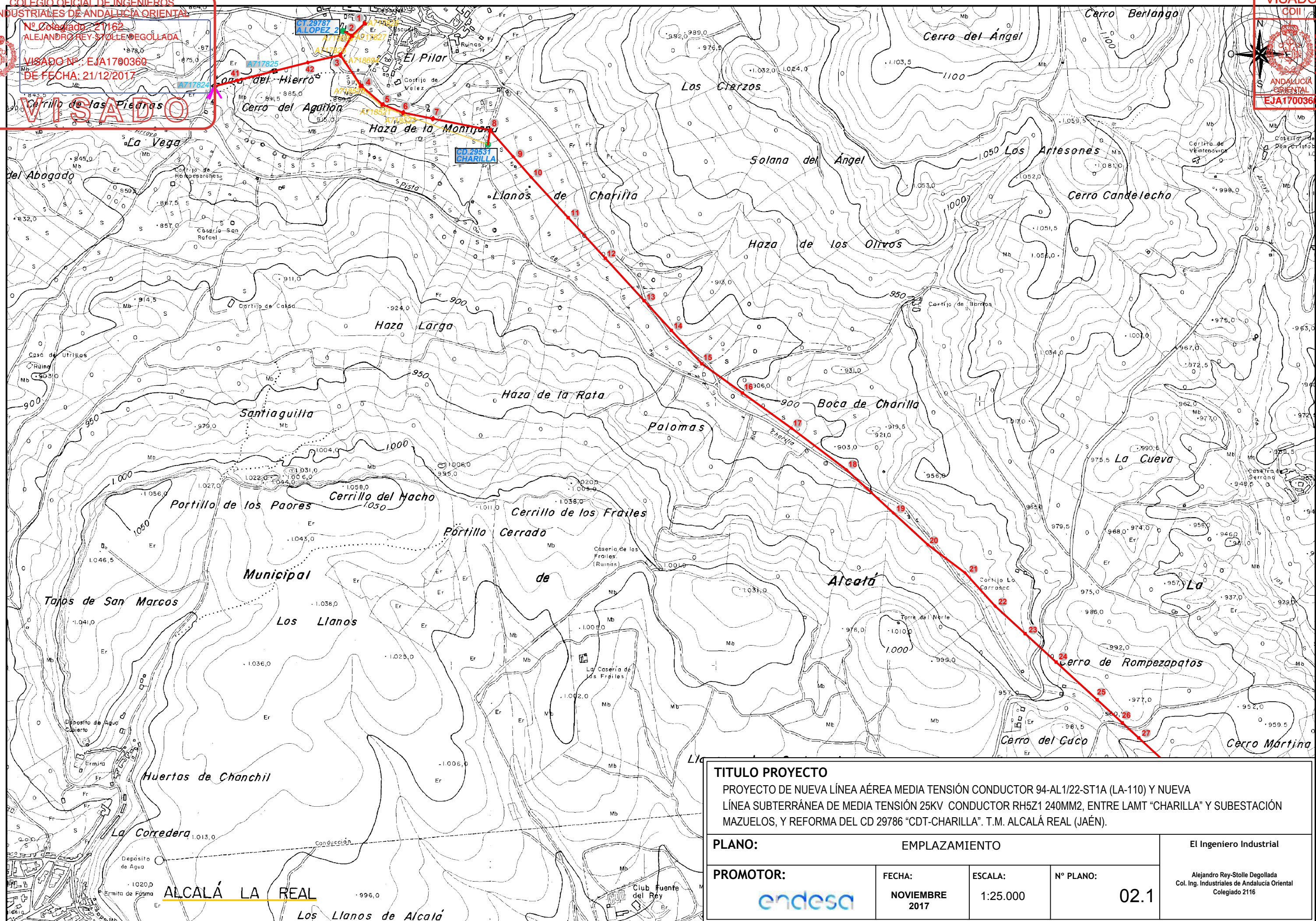
01

Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116





**VISADO**



### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

PLANO:

EMPLAZAMIENTO

PROMOTOR:



FECHA:

NOVIEMBRE  
2017

ESCALA:

1:25.000

Nº PLANO:

02.1

El Ingeniero Industrial

Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº Colegiado: 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

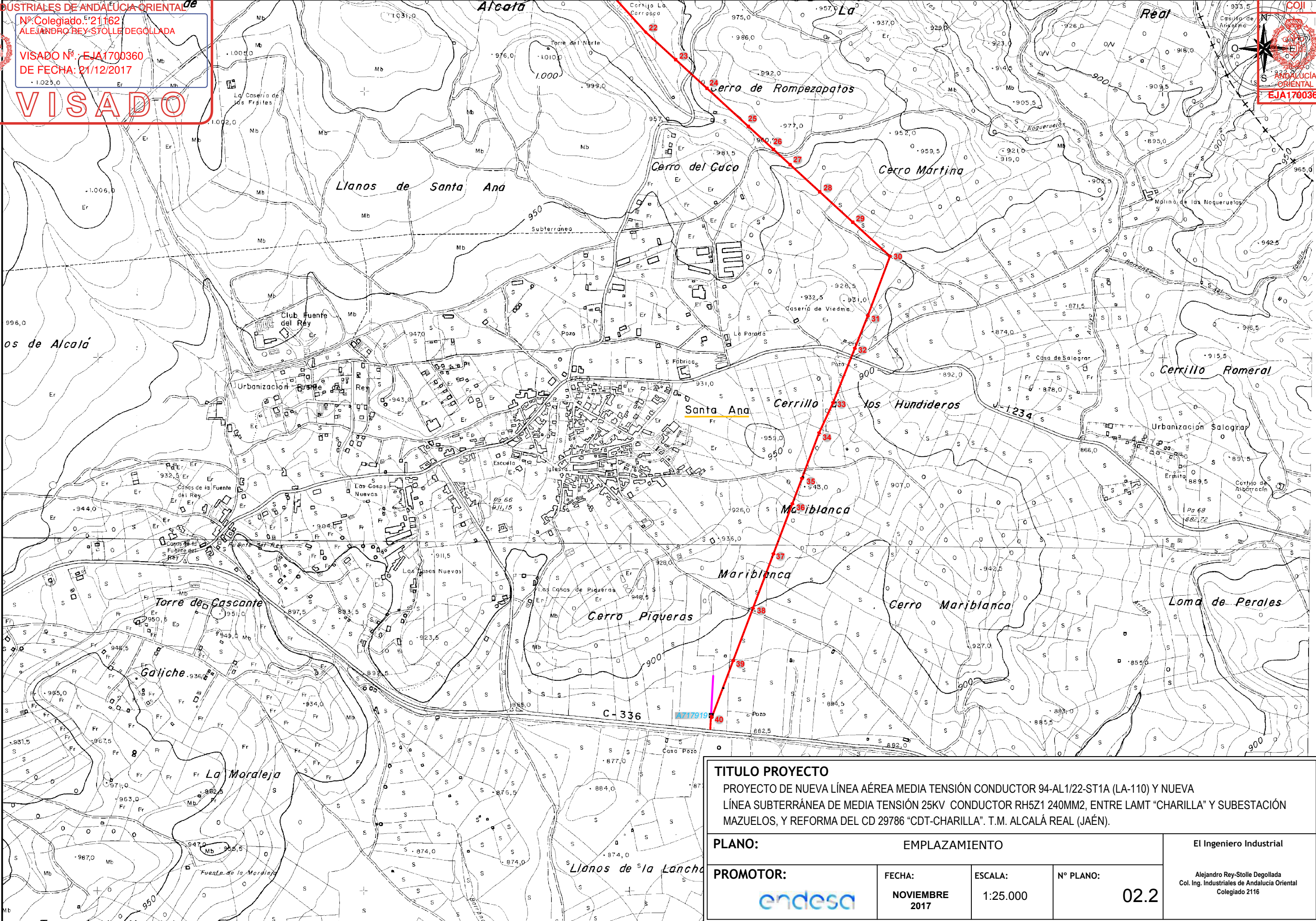
VISADO

VISADO

COJI

ANDALUCÍA  
ORIENTAL

EJA1700360



<b>TITULO PROYECTO</b> PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).			
<b>PLANO:</b>		<b>EMPLAZAMIENTO</b>	
<b>PROMOTOR:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>Nº PLANO:</b>
	NOVIEMBRE 2017	1:25.000	02.2
<b>El Ingeniero Industrial</b>  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116			





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCIA ORIENTAL

Nº Colegiado.: 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO



VISADO

COII

ANDALUCIA ORIENTAL

EJA1700360

21/12/2017





COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado : 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

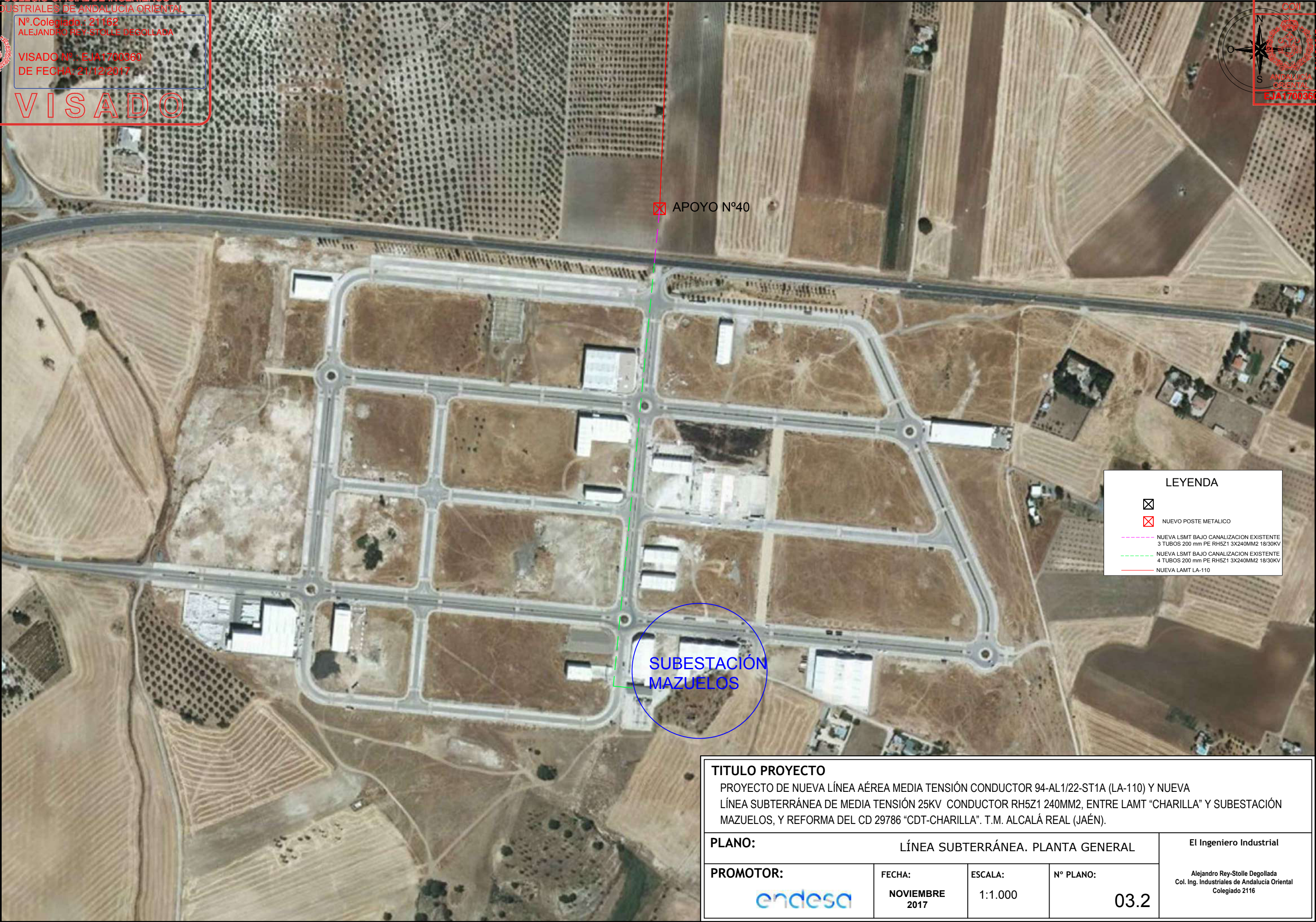
VISADO

COL

21/12/2017

ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360





















COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado.: 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

VISADO

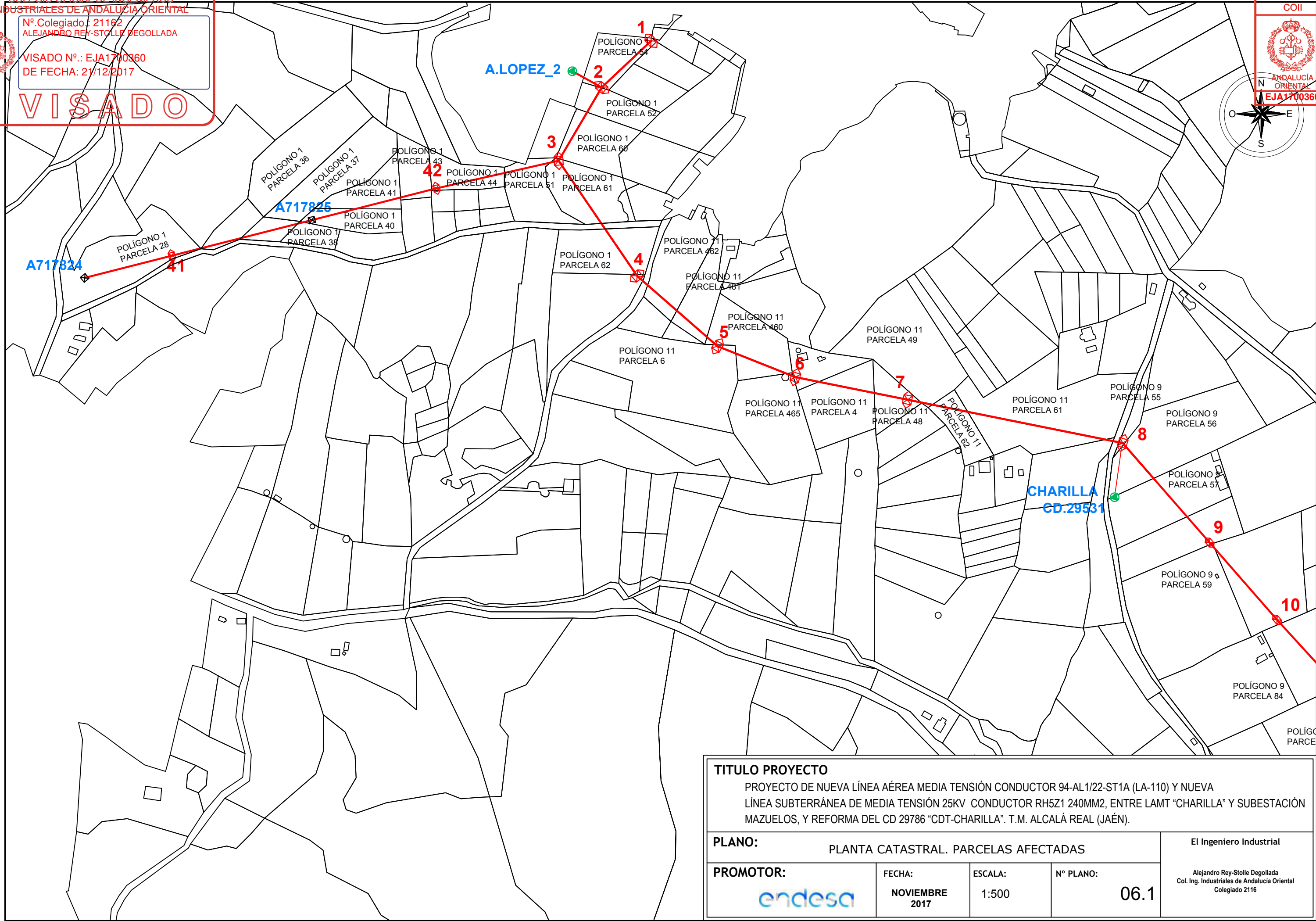
COII



ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360

21/12/2017



Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado: 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

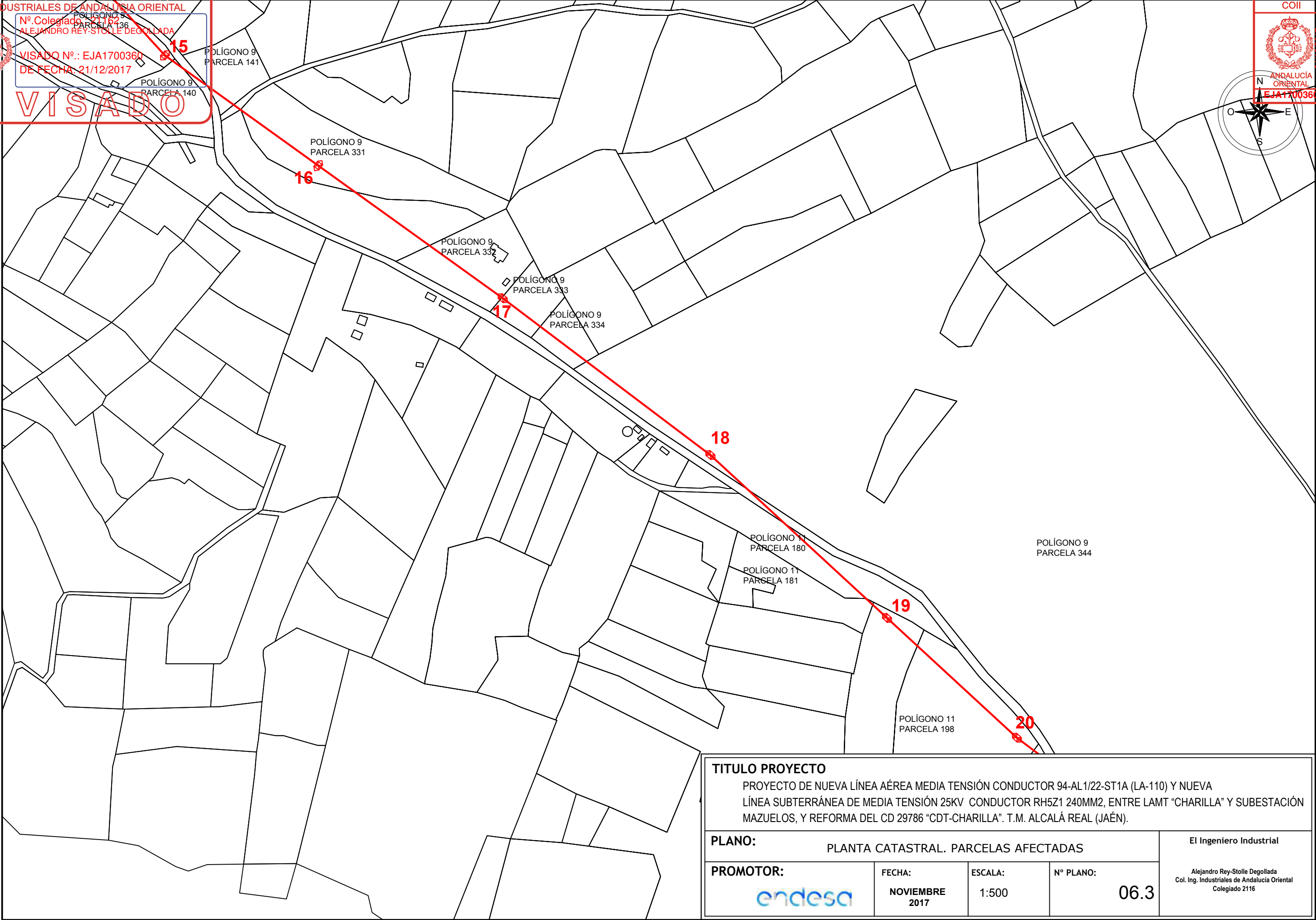
VISADO

COII

ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360

21/12/2017



<b>TITULO PROYECTO</b> PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”. T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).				
<b>PLANO:</b> PLANTA CATASTRAL. PARCELAS AFECTADAS				El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116
<b>PROMOTOR:</b> endesa	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2017	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº PLANO:</b> 06.3	



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado.: 21162

ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

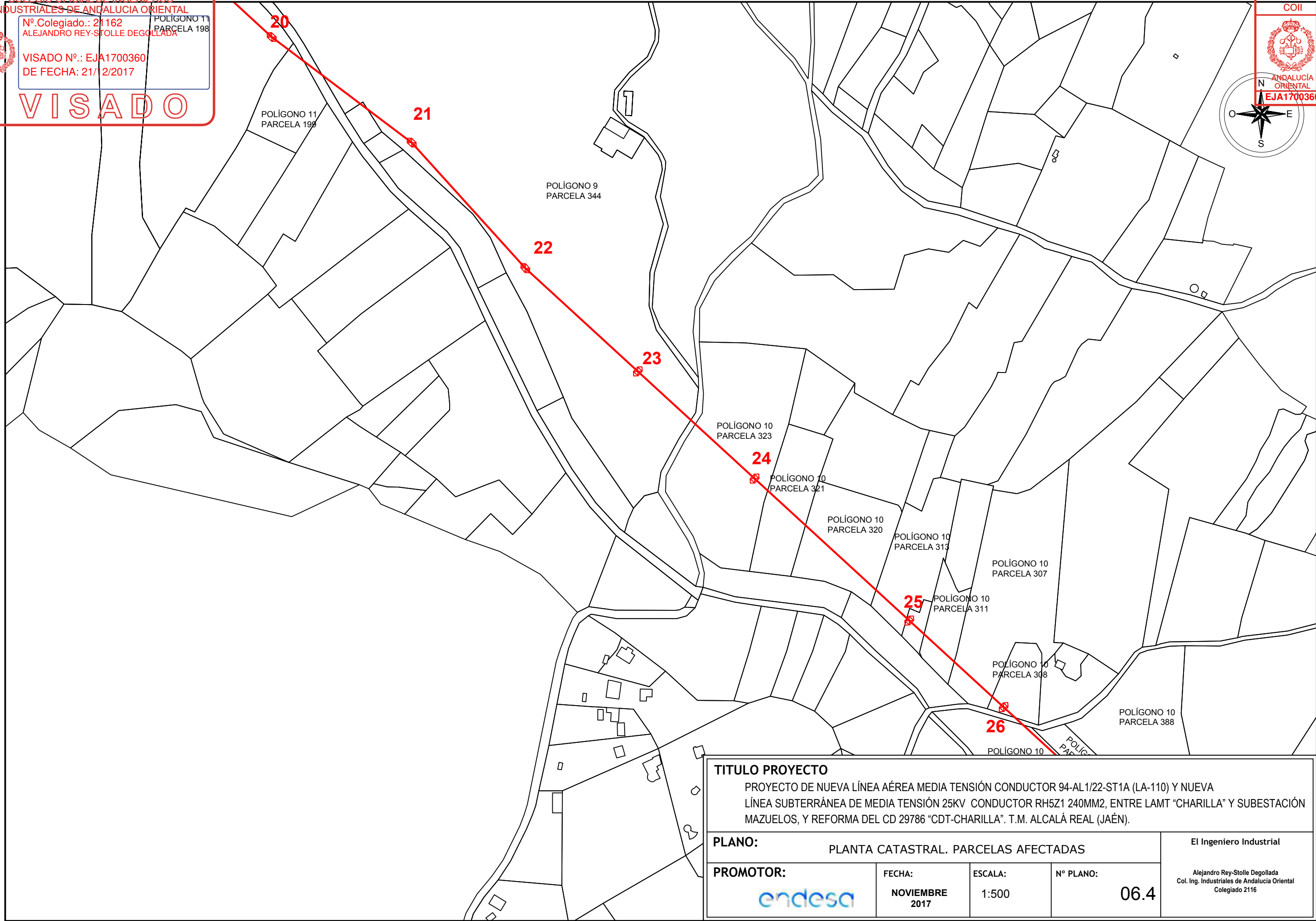
VISADO

COII

ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360

21/12/2017



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado.: 21162  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360  
DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

VISADO

COII

21/12/2017

ANDALUCÍA  
ORIENTAL

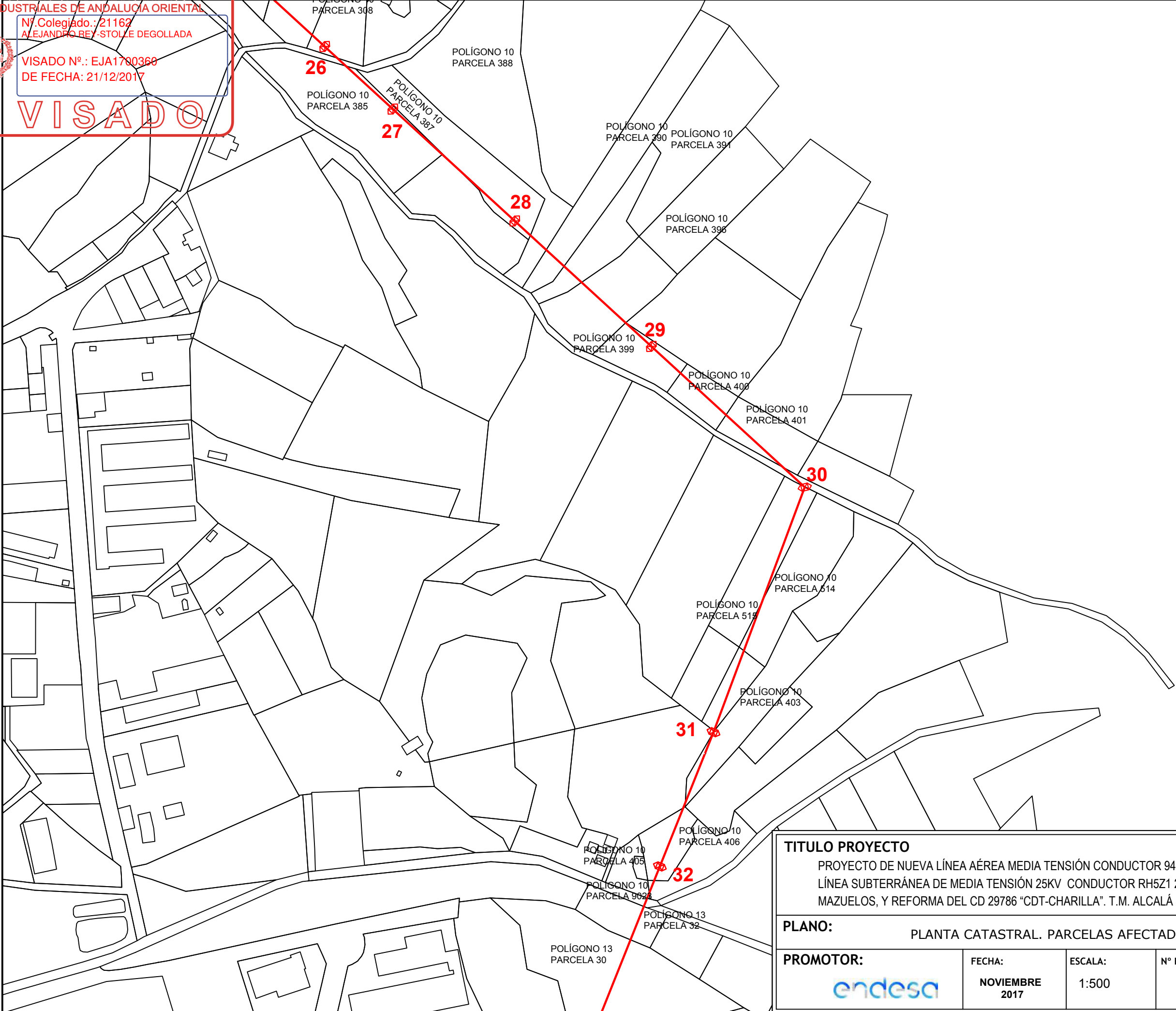
EJA1700360

N

O

E

S



<div>TITULO PROYECTO</div> <div>PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”. T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).</div>				
<div>PLANO:</div> <div>PLANTA CATASTRAL. PARCELAS AFECTADAS</div>				<div>El Ingeniero Industrial</div> <div>Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116</div>
<div>PROMOTOR:</div> <div>endesa</div>	<div>FECHA:</div> <div>NOVIEMBRE 2017</div>	<div>ESCALA:</div> <div>1:500</div>	<div>Nº PLANO:</div> <div>06.5</div>	



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº Colegiado: 21162

ALEJANDRO REY STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360

DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

VISADO

COII

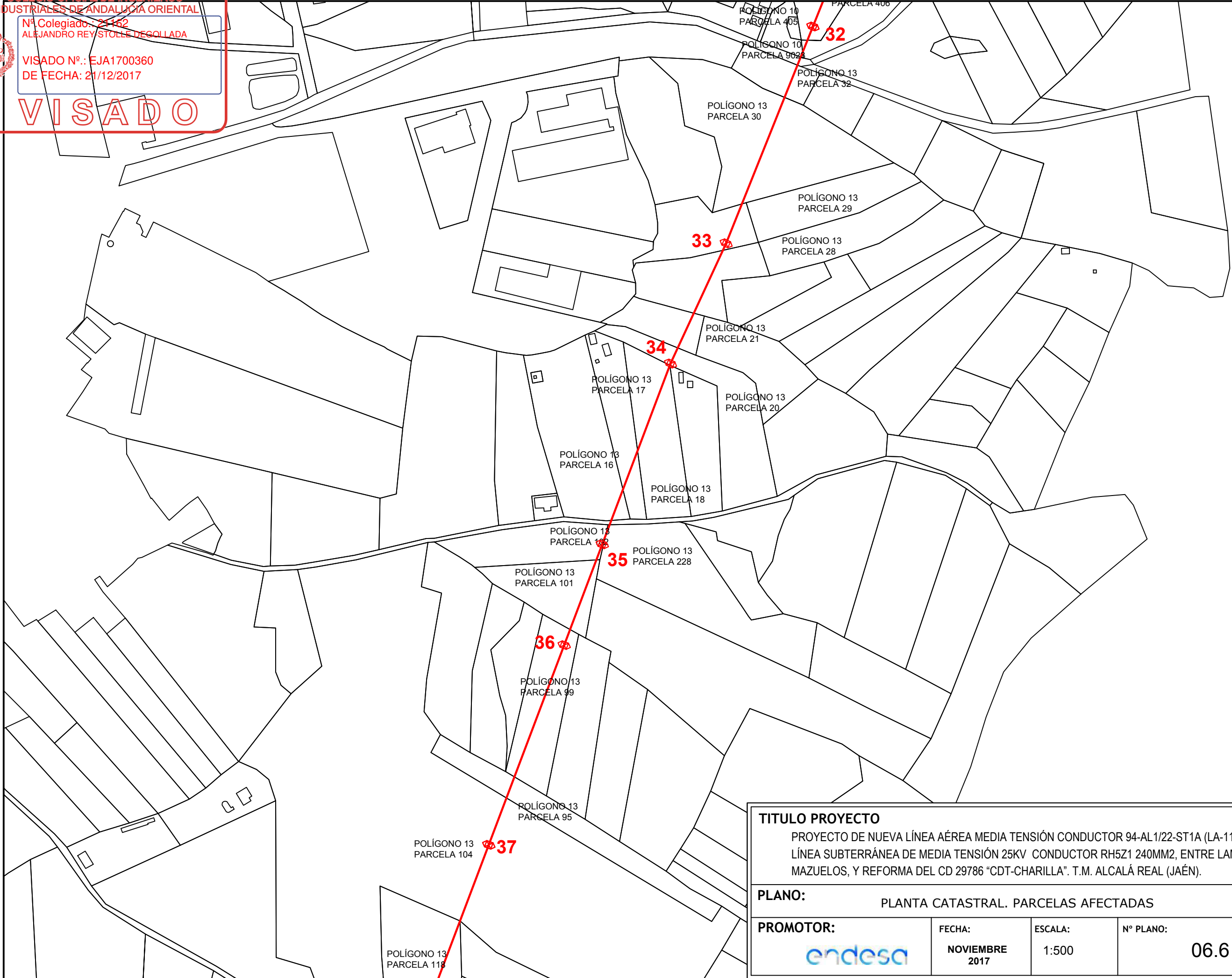


ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360

21/12/2017





<b>TITULO PROYECTO</b> PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”. T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).				
<b>PLANO:</b>		PLANTA CATASTRAL. PARCELAS AFECTADAS		
<b>PROMOTOR:</b>		<b>FECHA:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>Nº PLANO:</b>
		NOVIEMBRE 2017	1:500	06.6
El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116				

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL



Nº.Colegiado.: 21162  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360  
DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

VISADO

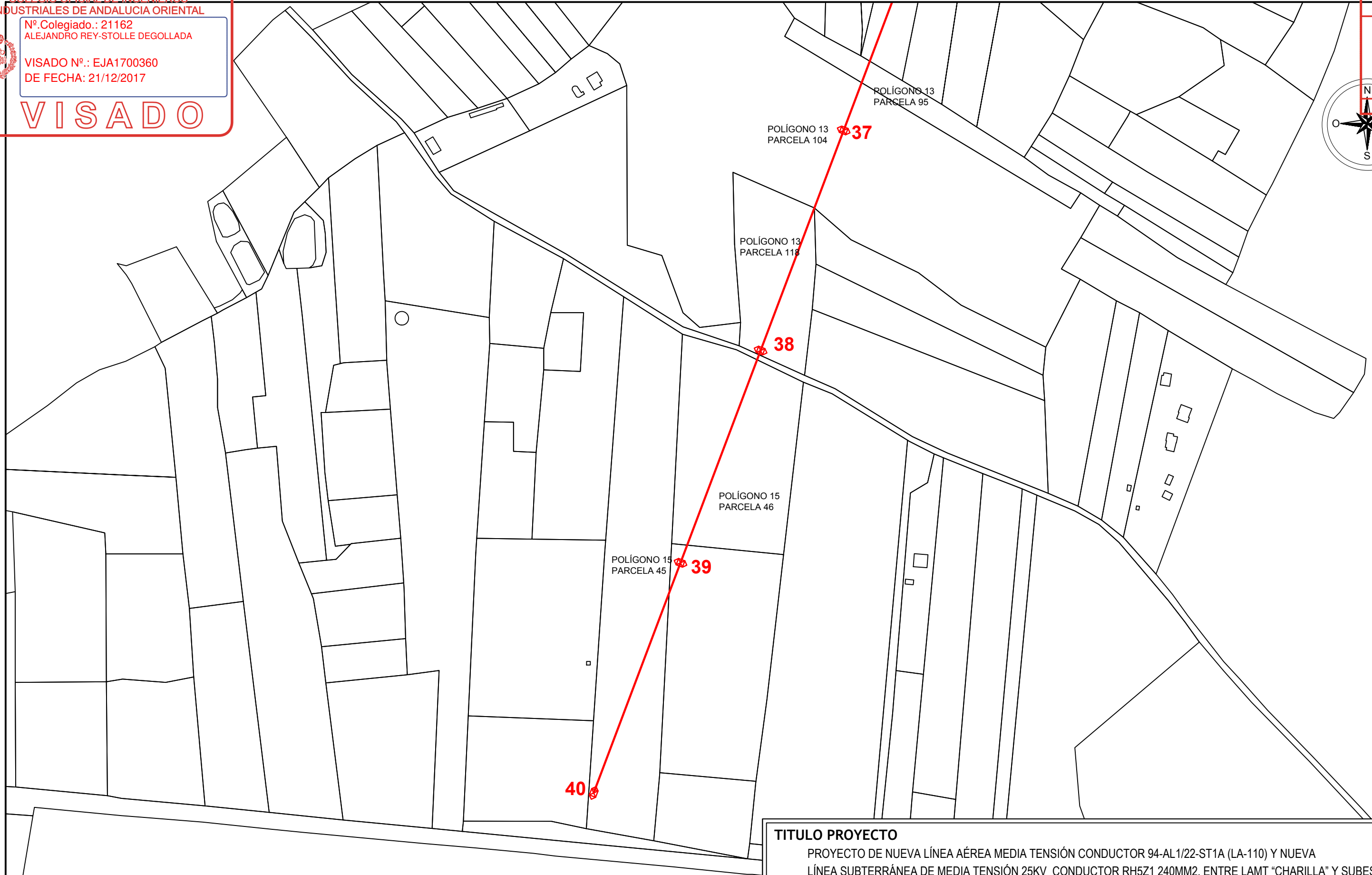
COII



ANDALUCÍA  
ORIENTAL

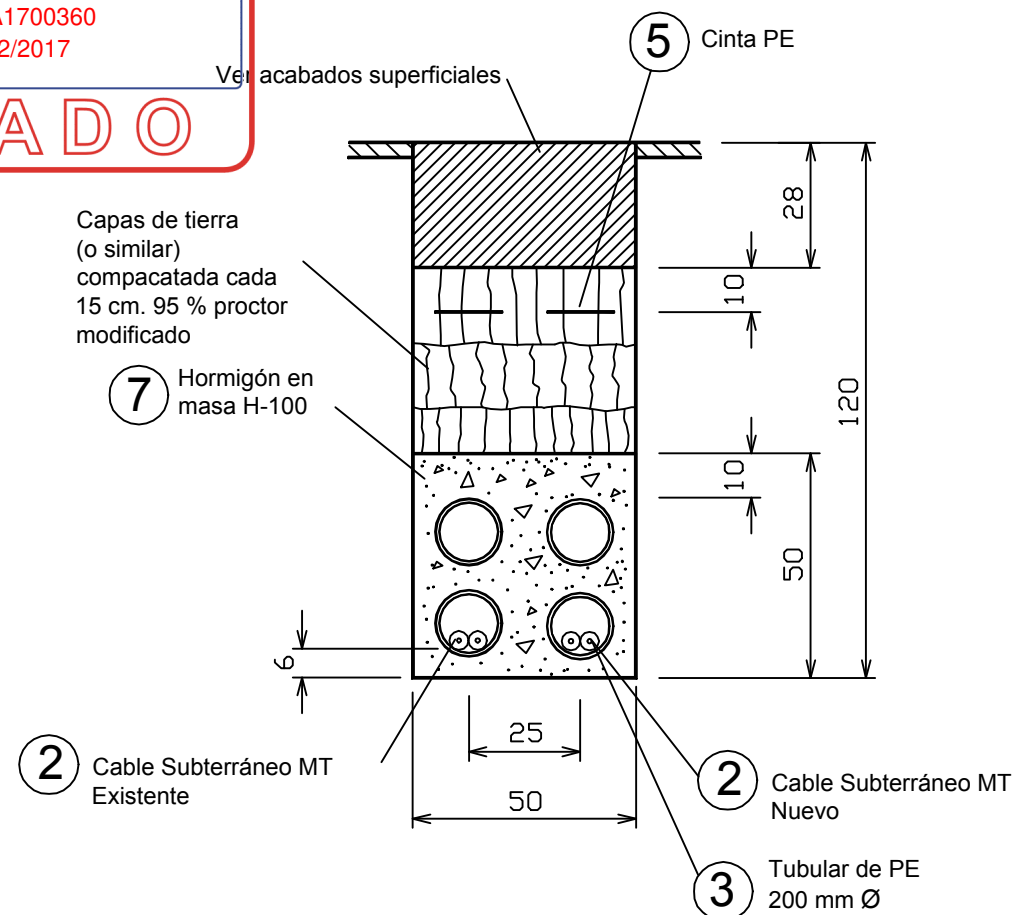
EJA1700360

21/12/2017

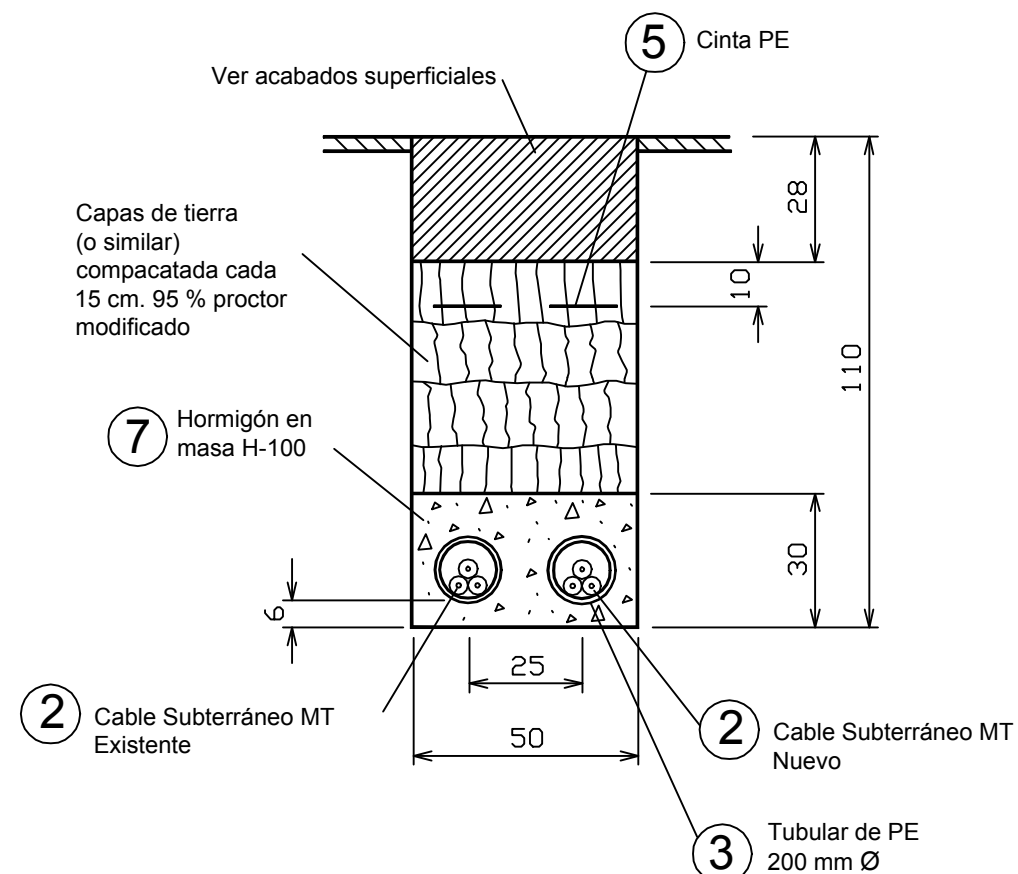


<b>TITULO PROYECTO</b> PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”. T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).				
<b>PLANO:</b> PLANTA CATASTRAL. PARCELAS AFECTADAS				El Ingeniero Industrial  Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116
<b>PROMOTOR:</b> 	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2017	<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>Nº PLANO:</b> 06.7	

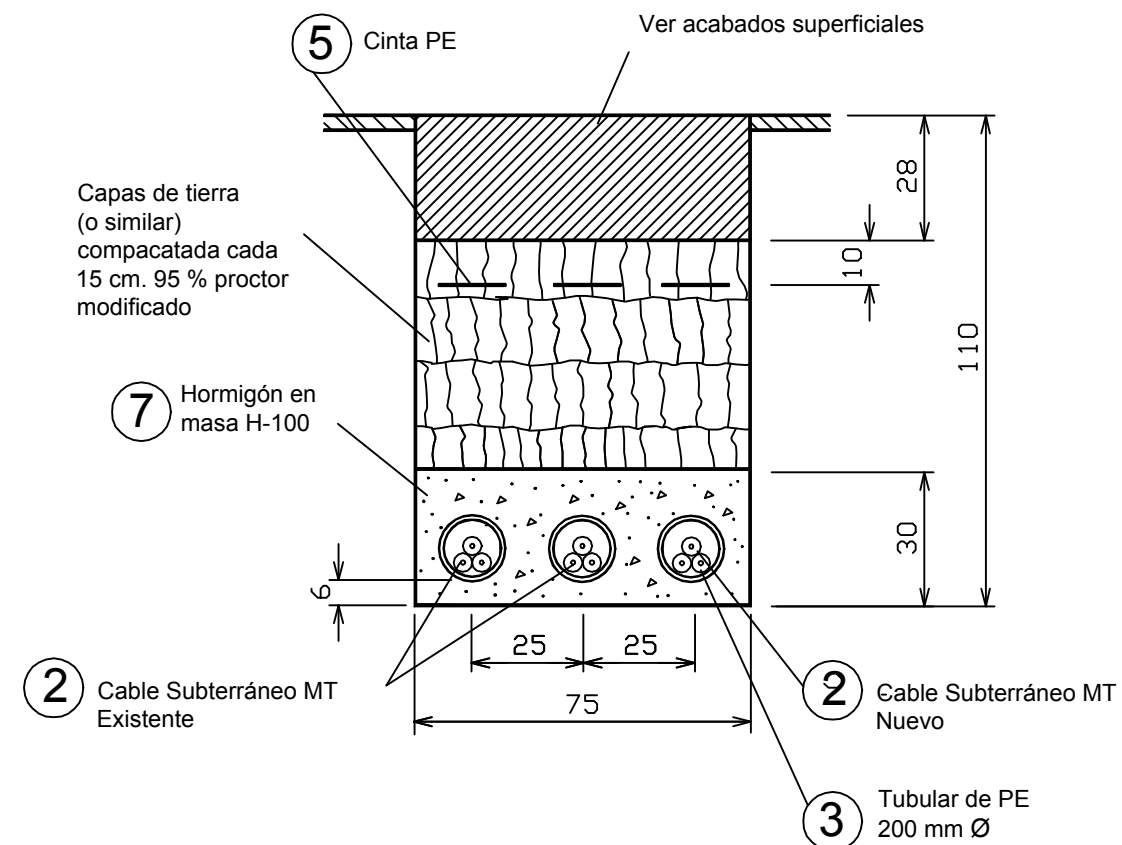
## 2 CIRCUITOS MT EN CALZADA (4 TUBOS HORMIGONADOS)



## 2 CIRCUITOS MT EN CALZADA (2 TUBOS HORMIGONADOS)



## 3 CIRCUITOS MT EN CALZADA (3 TUBOS HORMIGONADOS)



### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

### PLANO:

DETALLE DE CANALIZACIÓN

### PROMOTOR:



### FECHA:

NOVIEMBRE  
2017

### ESCALA:

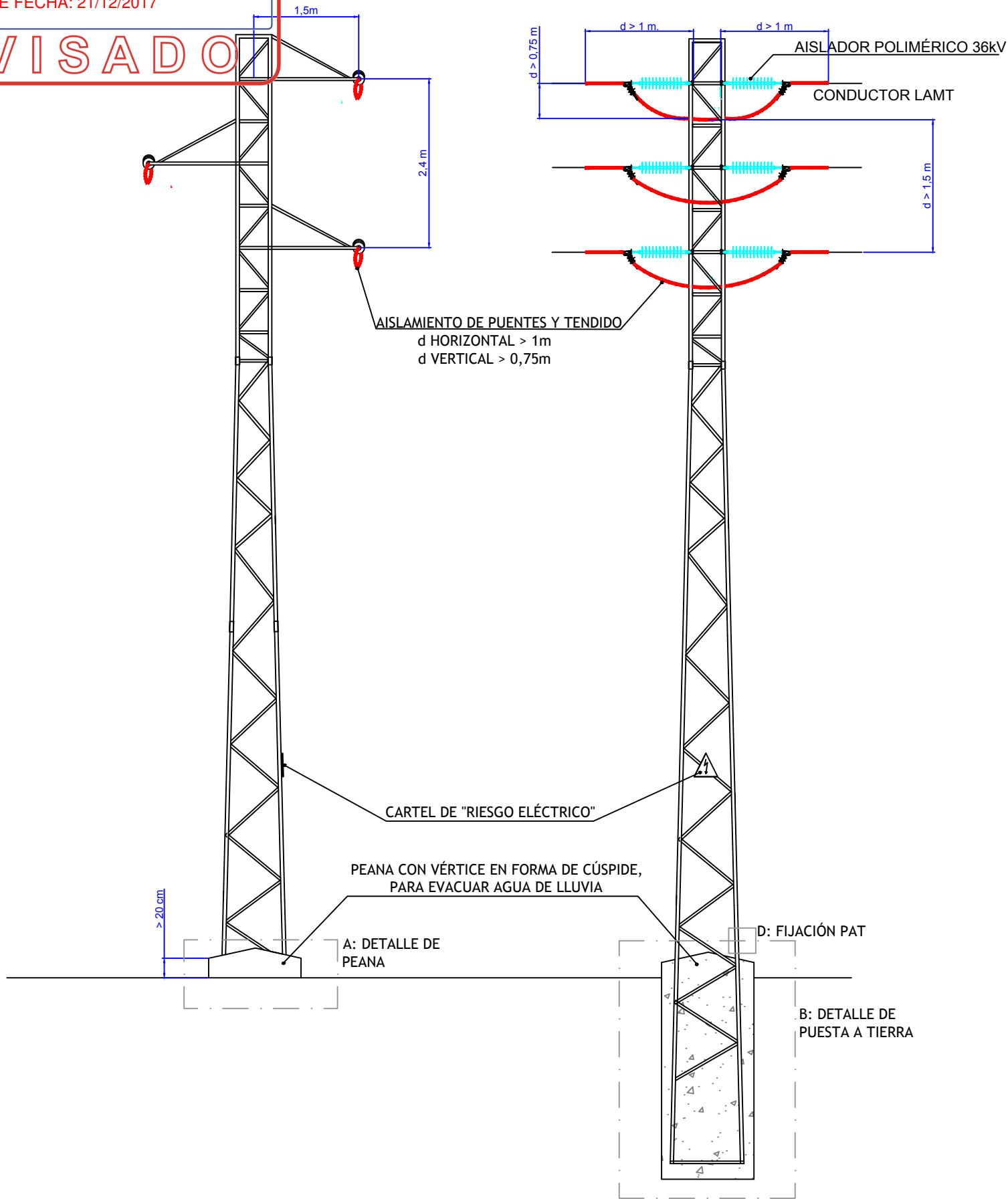
1/10

### Nº PLANO:

07

El Ingeniero Técnico Industrial

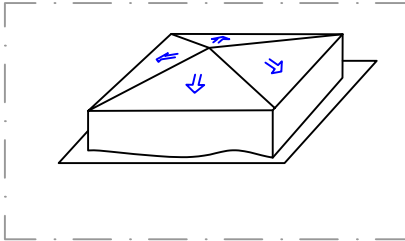
D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116



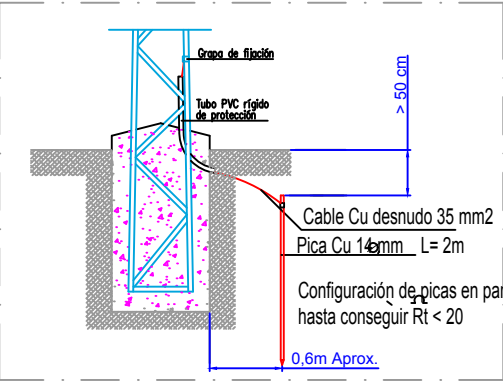
Para Avifauna ANTIELECTROCUCIÓN:

- Se usarán apoyos con Separación de Crucetas 2,40m en un mismo lado, de manera que la distancia del conductor inferior al puente superior del mismo lado es siempre  $> 1,5 \text{ m}$ .
- Los puentes siempre serán hacia abajo, no permitiéndose el montaje de conductores sobre las crucetas.
- Se aislarán debidamente grapas del amarre del conductor y conductor en sí, de manera que la distancia aislada entre la zona de posada (cruceta) y el conductor, sea  $> 1 \text{ m}$ .
- En apoyos de suspensión, se aislará debidamente a ambos lados de la suspensión, y conductor quedará a  $> 0,75 \text{ m}$  en vertical de la cruceta.

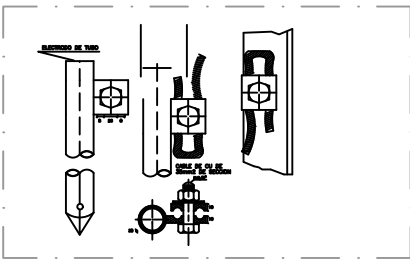
A: DETALLE DE PEANA



B: DETALLE DE PUESTA A TIERRA



D: DETALLE FIJACIÓN CABLE P.A.T.

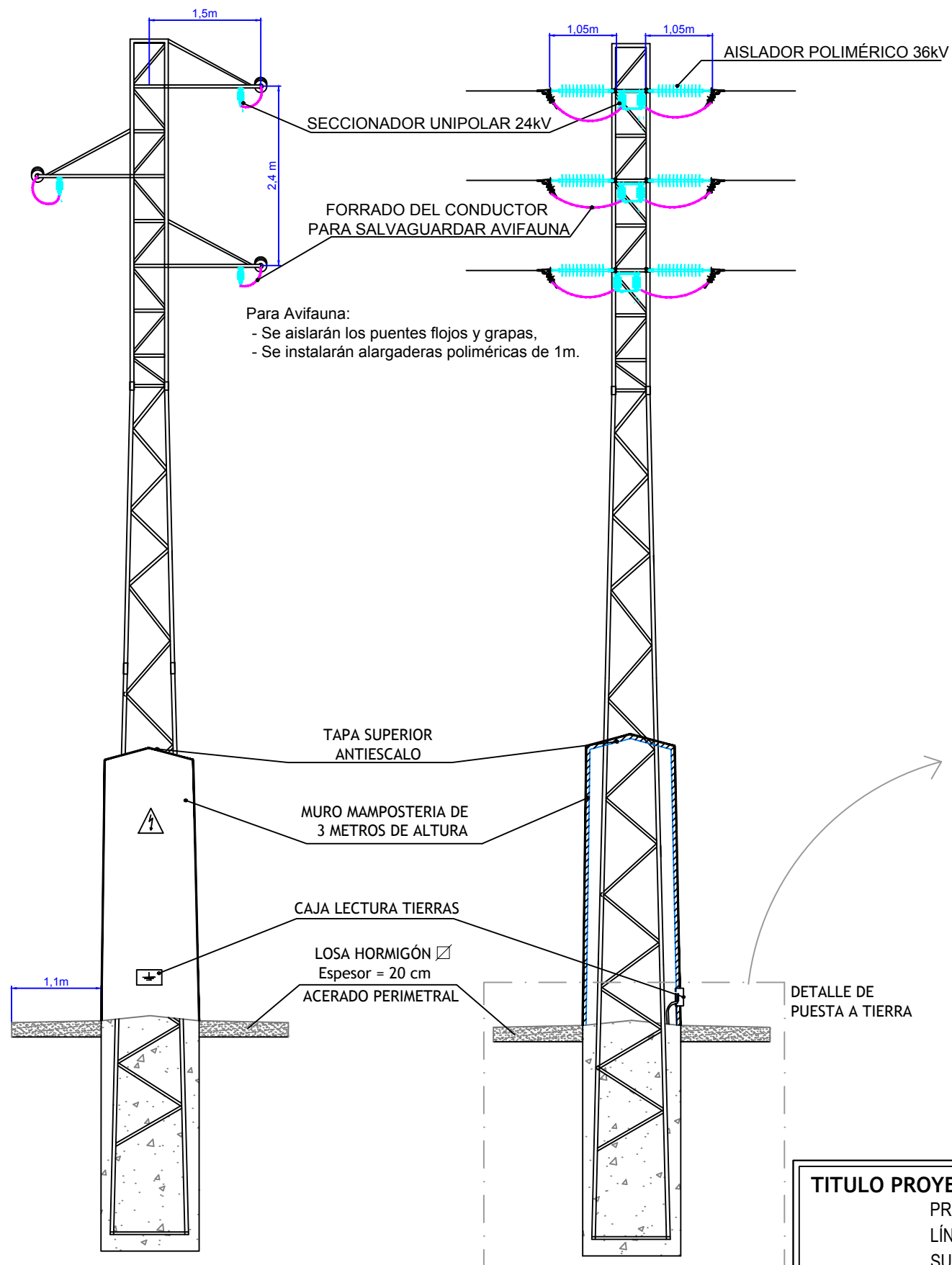
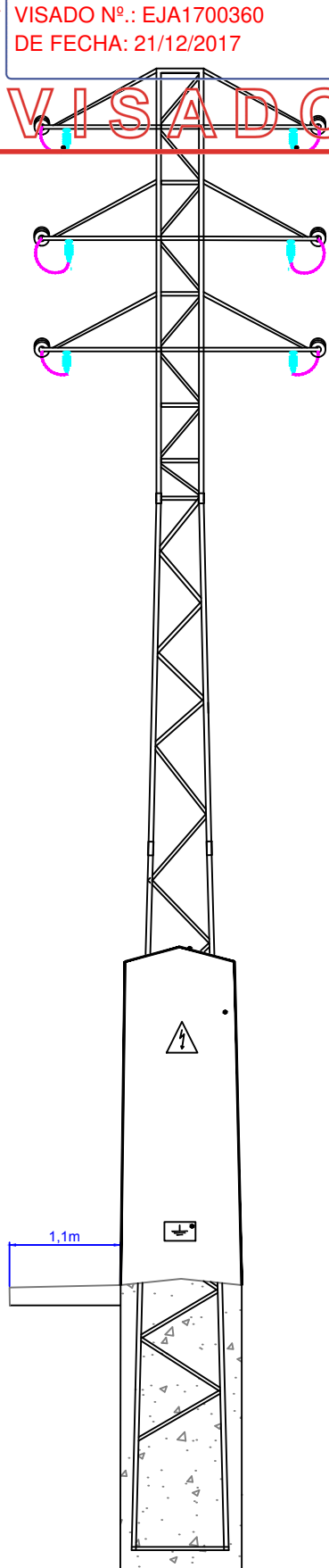


<b>TITULO PROYECTO</b> PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).			
<b>PLANO:</b> AVIFAUNA AISLAMIENTO			El Ingeniero Técnico Industrial
<b>PROMOTOR:</b> endesa	<b>FECHA:</b> NOVIEMBRE 2017	<b>ESCALA:</b> S/E	<b>Nº PLANO:</b> 08.1
			D. Alejandro Rey-Stolle Degollada Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental Colegiado 2116



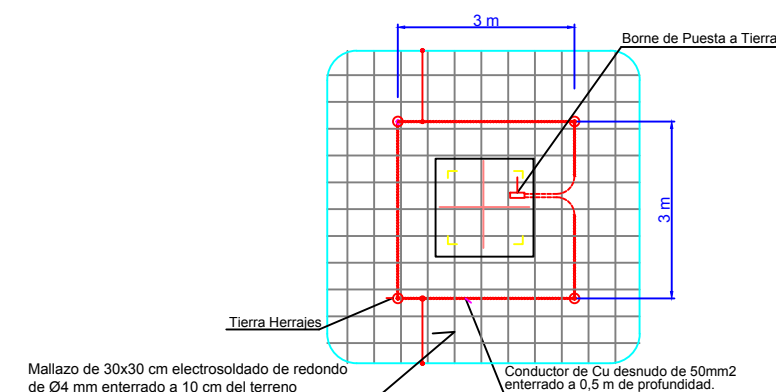
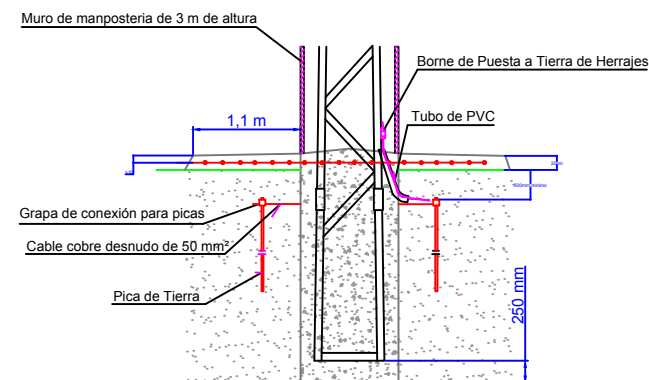


VISADO



Para Avifauna:  
- Se aislarán los puentes flojos y grapas,  
- Se instalarán alargaderas poliméricas de 1m.

### PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS (APOYO PROYECTADO Nº 1)



TIERRA DE PROTECCIÓN  
Configuración: 30-30/5/42  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Número de picas: 4  
Sección conductor: 50 mm²  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2

Acerado perimetral de 1,1 m y  
mallazo electrosoldado y con  
sistema antiescalo de fabrica  
de ladrillo de 3 m

### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL 1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

### PLANO:

APOYO FRECUENTADO

### PROMOTOR:



### FECHA:

NOVIEMBRE 2017

### ESCALA:

S/E

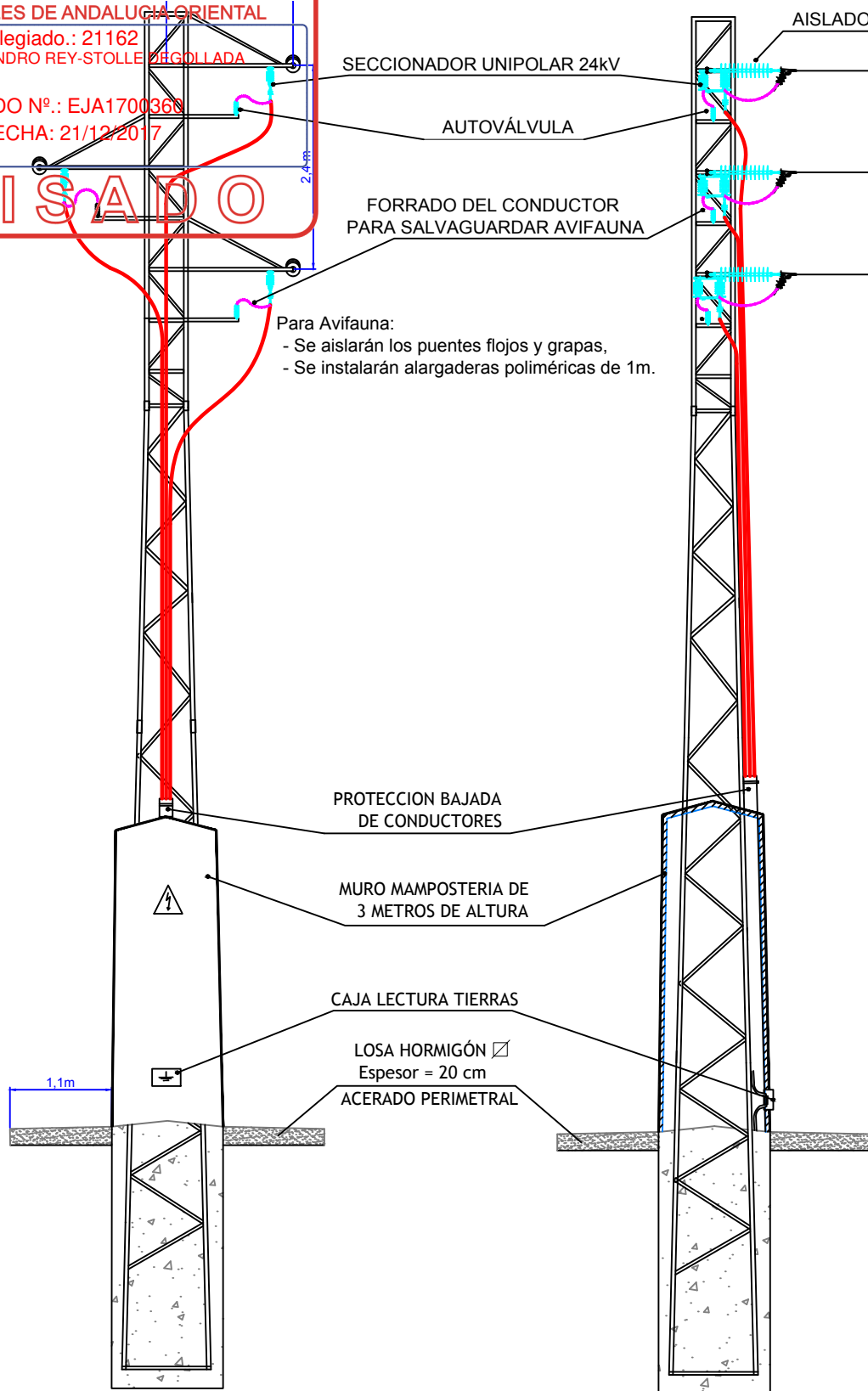
### Nº PLANO:

08.2

El Ingeniero Técnico Industrial

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116





### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

PLANO:

PASO AÉREA-SUBTERRÁNEA APOYO Nº40

El Ingeniero Técnico Industrial

PROMOTOR:



FECHA:

NOVIEMBRE 2017

ESCALA:

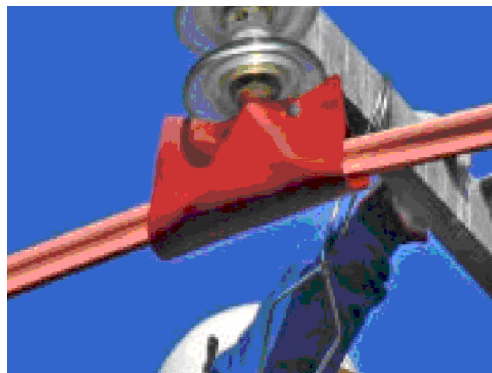
S/E

Nº PLANO:

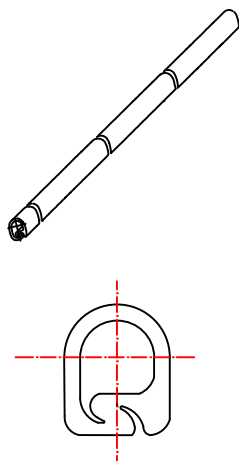
08.3

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

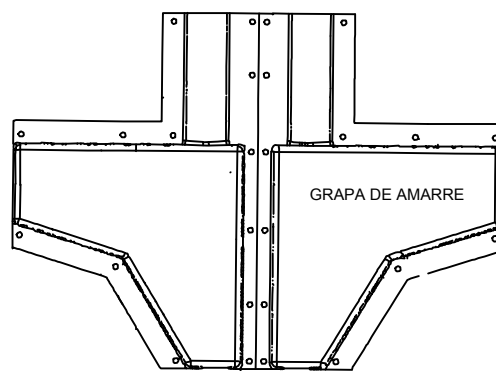
VISADO



FUNDA AISLANTE



FORRADO GRAPAS



SE AISLARÁN, DEBIDAMENTE, TODOS LOS PUENTES FLOJOS,  
ASÍ COMO CONDUCTOR HASTA 1m DE ZONA DE POSADA

### TITULO PROYECTO

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

PLANO:

DETALLE AISLAMIENTO AVIFAUNA

El Ingeniero Técnico Industrial

PROMOTOR:



FECHA:

NOVIEMBRE 2017

ESCALA:

S/E

Nº PLANO:

08.4

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116



Nº Colegiado.: 21162  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360  
DE FECHA: 21/12/2017

**VISADO**

NUEVA LAMT 25KV

AUTOVÁLVULA PCM2510 ETU-6505  
25KV. 10KA REF.

KITS TERMINALES  
CONO DIFUSOR 36KV

NUEVA LAMT 25KV

Seccionador 36 KV, 400A

Aislamiento de Puentes Protección Avifauna  
según procedimiento Endesa AGD005

CABLE AL RH5Z1 3x150mm<sup>2</sup>  
XLPE 18/30 KV.

TUBO ACERO GALV.

**VISADO**  
COII



ANDALUCÍA  
ORIENTAL  
EJA1700360

21/12/2017

## TITULO MEMORIA

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM<sup>2</sup>, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

**PLANO:** DETALLE CONVERSION AÉREO SUBTERRÁNEA APOYO Nº1

El Ingeniero Industrial

**PROMOTOR:**



**FECHA:**

NOVIEMBRE 2017

**ESCALA:**

S/E

**Nº PLANO:**

09

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ANDALUCÍA ORIENTAL

Nº.Colegiado.: 21162  
ALEJANDRO REY-STOLLE DEGOLLADA

VISADO Nº.: EJA1700360  
DE FECHA: 21/12/2017

VISADO

VISADO

COII

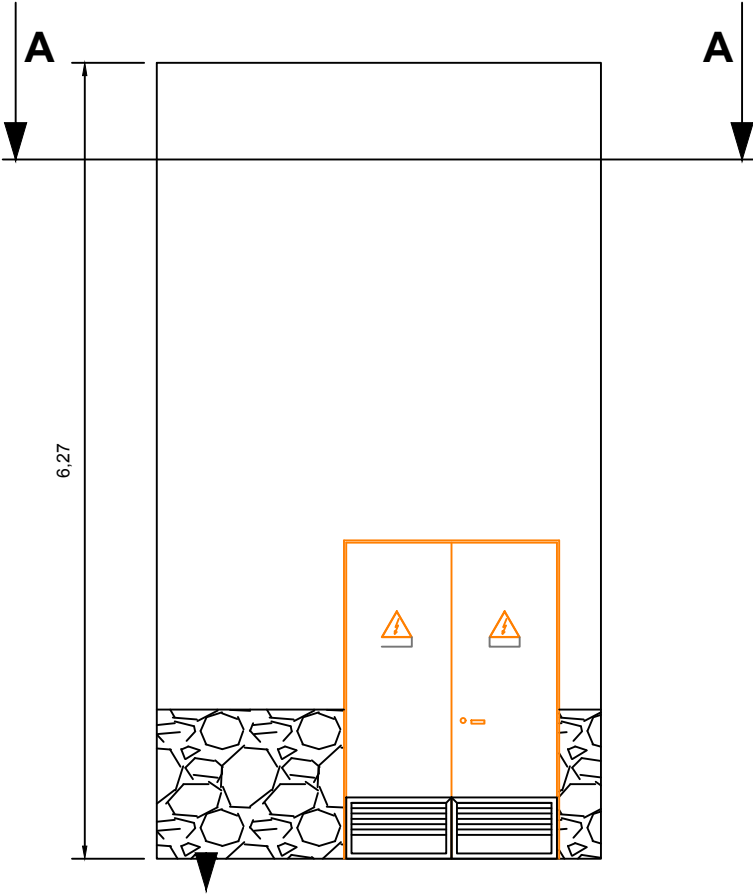
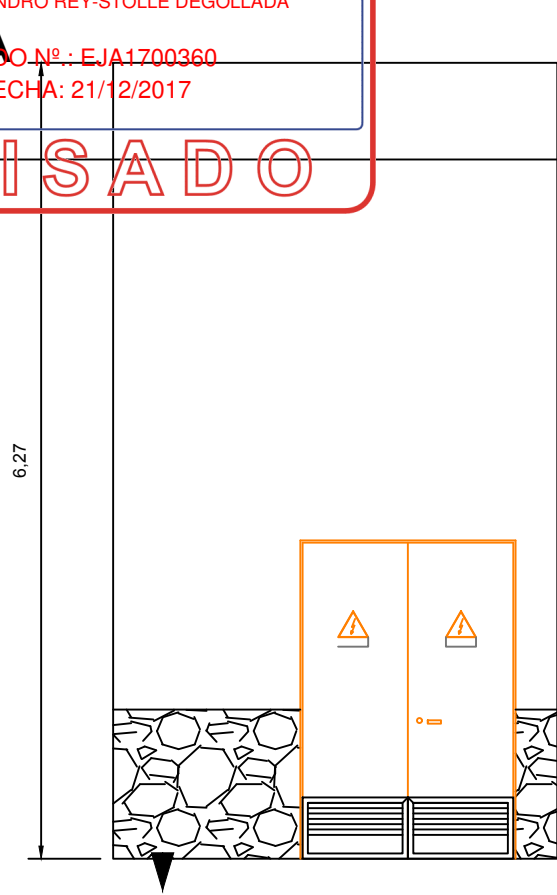
21/12/2017

ANDALUCÍA ORIENTAL

EJA1700360

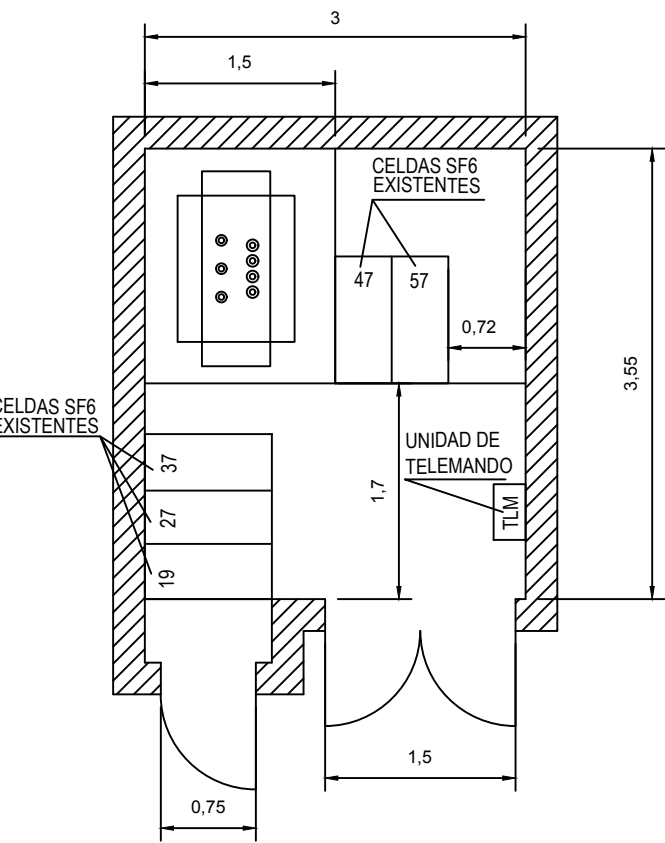
ALZADO PRINCIPAL

ALZADO PRINCIPAL



CORTE A-A'

CORTE A-A'



TR1 630KVA B2 EXISTENTE

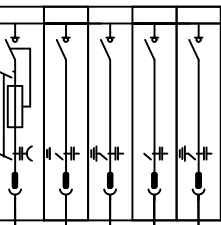


ESTADO ACTUAL

ESTADO REFORMADO

ESQUEMA UNIFILAR REFORMADO

P 19 L 27 L 37 L 47 L 57



Puente de M.T.  
RHZ1 3x150 mm² AL 18/30 KV XLPE

TR1 630KVA B2 EXISTENTE

Puente de B.T.  
RV 3(3x240)+2x240mm2

LÍNEA TEJUELA

LÍNEA TELEFÓNICA

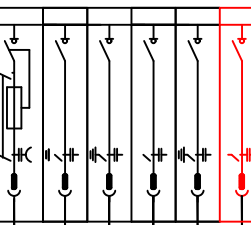
NUEVA LÍNEA 25 kV

VADILLO

C.B.T. 4 SALIDAS

ESQUEMA UNIFILAR REFORMADO

P 19 L 27 L 37 L 47 L 57 L 67



Puente de M.T.  
RHZ1 3x150 mm² AL 18/30 KV XLPE

TR1 630KVA B2 EXISTENTE

Puente de B.T.  
RV 3(3x240)+2x240mm2

LÍNEA TEJUELA

LÍNEA TELEFÓNICA

NUEVA LÍNEA 25 kV

VADILLO

C.B.T. 4 SALIDAS

**TITULO PROYECTO**  
PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA". T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

**PLANO:** ESTADO ACTUAL Y REFORMADO DEL CD 29786 "CDT -CHARILLA"

El Ingeniero Técnico Industrial

**PROMOTOR:**

**FECHA:**  
NOVIEMBRE 2017

**ESCALA:**  
1/50

**Nº PLANO:**  
10

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales Superiores de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

# PLIEGO DE CONDICIONES

**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA  
DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS,  
Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

**PETICIONARIO:**

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**  
**CIF: B- 82.846.817**  
**Avda. de Vilanova nº 12**  
**08018 - Barcelona**





## ÍNDICE

<b>A.</b>	<b>LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>148</b>
1.	Objeto .....	148
2.	Campo de aplicación .....	148
3.	Características generales y calidades de los materiales .....	148
4.	Componentes y productos constituyentes de la instalación .....	149
5.	Aceptación de los equipos que conforman las redes aéreas de alta tensión .....	150
6.	Condiciones técnicas de ejecución y montaje .....	150
6.1.	Condiciones generales de ejecución de la obra .....	150
6.6	Mejoras y variaciones del proyecto .....	152
6.7	Organización en la obra .....	152
6.8	Limpieza y seguridad en las obras .....	152
6.9	Seguridad pública .....	152
<b>7</b>	<b>Ejecución de la obra para la instalación de la línea aérea de media tensión .....</b>	<b>152</b>
7.1	Información de la obra .....	152
7.2	Trabajos y fases a ejecutar .....	153
7.2.1	Tala y poda de arbolado .....	153
7.2.2	Pistas y accesos .....	153
7.2.3	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra .....	154
7.2.4	Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil .....	155
7.2.5	Explanación .....	156
7.2.6	Excavación .....	157
7.2.7	Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos .....	159
7.2.7.1	Hormigones .....	159
7.2.7.2	Puesta en obra del hormigón .....	160
7.2.7.3	Encofrados .....	161
7.2.7.4	Áridos .....	161
7.2.7.5	Arenas .....	161
7.2.7.6	Grava o árido grueso .....	162
7.2.7.7	Cemento .....	162
7.2.7.8	Agua .....	162
7.2.7.9	Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones .....	162
7.2.7.9.1	Sin utilización de plantillas de hormigonado .....	162
7.2.7.9.2	Con utilización de plantillas de hormigonado .....	162
7.2.7.10	Control de calidad .....	163
7.2.7.11	Control de consistencia .....	163
7.2.7.12	Control de resistencia .....	163
7.2.7.13	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua .....	164
7.2.8	Instalación de apoyos .....	164

7.2.8.1	Recepción.....	164
7.2.8.2	Transporte.....	164
7.2.8.3	Acopio .....	164
7.2.8.4	Clasificación.....	165
7.2.8.5	Armado .....	165
7.2.8.5.1	Consideraciones Previas .....	165
7.2.8.5.2	Tornillería .....	165
7.2.8.5.3	Herramientas.....	166
7.2.8.5.4	Ejecución Material.....	166
7.2.8.6	Izado.....	166
7.2.8.6.1	Izado con pluma .....	167
7.2.8.6.2	Izado con grúa .....	167
7.2.8.7	Apretado y graneteado .....	167
7.2.8.8	Control de calidad .....	168
7.2.9	Instalación de conductores desnudos.....	168
7.2.9.1	Condiciones generales .....	168
7.2.9.2	Colocación de cadenas de aisladores y poleas.....	168
7.2.9.3	Instalación de protecciones en cruzamientos.....	169
7.2.9.4	Tendido de los conductores y cables de tierra .....	169
7.2.9.4.1	Tensado .....	171
7.2.9.4.2	Regulado y medición de flechas .....	171
7.2.9.4.2.1	Regulado.....	171
7.2.9.4.3	Medición de flechas .....	172
7.2.10	Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos .....	172
<b>8</b>	<b>Ejecución de la obra civil para la instalación del centro de transformación de intemperie .....</b>	<b>172</b>
8.1	Información de la obra .....	172
8.2	Replanteo de la obra .....	172
8.3	Realización de los accesos .....	172
8.4	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra .....	173
8.5	Excavación y Explanación .....	174
8.5.1	Hormigones.....	175
8.5.2	Puesta en obra del hormigón.....	176
8.5.3	Encofrados .....	176
8.5.4	Áridos .....	176
8.5.5	Arenas .....	177
8.5.6	Grava o árido grueso .....	177
8.5.7	Cemento .....	177
8.5.8	Agua.....	177
8.5.9	Control de calidad.....	178
8.5.10	Control de consistencia .....	178
8.5.11	Control de resistencia .....	178
8.5.12	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua .....	178
<b>9</b>	<b>Ejecución de la Instalación del Centro de Transformación de Intemperie .....</b>	<b>178</b>
9.1	Hormigonado del apoyo .....	178
9.2	Armado e Izado del Apoyo.....	179

9.3	Transformador.....	180
9.4	Aparamenta MT.....	180
9.4.1	Cortacircuitos fusibles .....	180
9.4.2	Pararrayos.....	180
9.4.3	Seccionadores .....	180
9.5	Aparamenta BT.....	180
9.6	Red de Tierras.....	180
9.7	Puesta a tierra de protección .....	181
9.8	Puesta a tierra del neutro de BT.....	181
10	Recepción de las Obras.....	<b>181</b>
A.	LÍNEAS SUBTERRÁNEAS MEDIA TENSIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS SUPERFICIE. ....	<b>183</b>
11	Condiciones generales para Líneas Subterráneas de Media Tensión y Centros de Transformación Prefabricados en Superficie,.....	<b>184</b>
12	Alcance.....	<b>184</b>
13	Disposiciones generales .....	<b>184</b>
13.1	Condiciones facultativas legales .....	184
13.2	Seguridad en el trabajo .....	185
13.3	Seguridad pública .....	186
14	Organización del trabajo .....	<b>186</b>
14.1	Datos de la obra .....	186
14.2	Replanteo de la obra.....	186
14.3	Mejoras y variaciones del proyecto. ....	187
14.4	Recepción del material .....	187
14.5	Organización .....	187
14.6	Facilidades para la inspección .....	187
14.7	Ensayos .....	188
14.8	Limpieza y seguridad en las obras .....	188
14.9	Medios auxiliares .....	188
14.10	Ejecución de las obras .....	188
14.11	Subcontratación de las obras.....	189
14.12	Plazo de ejecución.....	189
14.13	Recepción provisional .....	189

14.14	Periodos de garantía.....	190
14.15	Recepción definitiva.....	190
14.16	Pago de las obras.....	190
14.17	Abono de materiales acopiados .....	191
15	Características generales y calidades de los materiales.....	<b>191</b>
15.1	Aceptación de los equipos .....	193
16	Condiciones técnicas de ejecución y montaje .....	<b>193</b>
16.1	Condiciones generales de ejecución de la obra .....	193
16.2	Mejoras y variaciones del Proyecto .....	195
16.3	Organización en la obra.....	195
16.4	Limpieza y seguridad en las obras .....	195
16.5	Seguridad Pública .....	195
17	Ejecución de la obra civil.....	<b>196</b>
17.1	Información de la obra .....	196
17.2	Replanteo de la obra.....	196
17.3	Realización de los accesos .....	196
17.4	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra .....	197
17.5	Excavación y Explanación .....	198
17.5.1	Hormigones.....	200
17.5.2	Puesta en obra del hormigón.....	201
17.5.3	Encofrados .....	201
17.5.4	Áridos .....	201
17.5.5	Arenas .....	202
17.5.6	Grava o árido grueso .....	202
17.5.7	Cemento .....	202
17.5.8	Agua.....	202
17.5.9	Control de calidad.....	203
17.5.10	Control de consistencia .....	203
17.5.11	Control de resistencia .....	203
17.5.12	Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua .....	203
18	Ejecución de la Instalación Eléctrica del Centro de Transformación en Edificio Prefabricado de Superficie.....	<b>204</b>
19	Recepción de las Obras.....	<b>205</b>

## **A. LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN**

### **1. Objeto**

Este Pliego de Condiciones tiene por finalidad establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las líneas aéreas de media tensión hasta 30 Kv y los Centros de Transformación de MT hasta 30 kV, la ejecución de redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, destinados a formar parte de la red de distribución de EDE, siendo de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

Este Pliego de Condiciones será de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

### **2. Campo de aplicación**

El Pliego establece las Condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas de Media Tensión hasta 30 kV y de los nuevos Centros de Transformación de tipo Intemperie Sobre Poste hasta 30 kV, con el fin de garantizar:

- La seguridad de las personas,
- El bienestar social y la protección del medio ambiente,
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

### **3. Características generales y calidades de los materiales**

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa que se establecen en la Memoria del Proyecto, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra.



#### 4. Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

- Conductores: GSC003 - Concentric-lay-stranded bare conductors.
- Aisladores:
  - AND008 – Aisladores de vidrio para cadenas de líneas aéreas de AT, de tensión nominal hasta 30 kV.
  - AND012 – Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30 kV.
- Accesorios de sujeción: AND009 – Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas de AT, hasta 30 kV.
- Apoyos:
  - AND001 – Apoyos de perfiles metálicos para líneas hasta 36 kV
  - AND004 – Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas hasta 36 kV.
  - AND002 – Postes de hormigón armada vibrado.
- Resto de componentes:
  - AND005– Seccionadores unipolares para líneas aéreas hasta 36 kV.
  - AND007– Cortacircuitos fusibles de expulsión seccionadores hasta 36 kV.
  - AND017 - Antiescalos para apoyos metálicos de celosía
  - AND009 Herrajes y accesorias para conductores desnudos en líneas aéreas AT hasta 36 kV
  - AND013 – Interruptor-secc. Trifásico de operación manual y corte y aislamiento SF6 para línea aérea MT.
  - AND015 – Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes MT, hasta 36 kV.
  - NZZ009 – Mapas de contaminación industrial.
- Protecciones:
  - AGD001 Guía técnica sobre protecciones contra las sobretensiones en las instalaciones de media tensión.
  - FGC001 Guía técnica del sistema de protecciones en la red MT
- Transformadores:
  - GST001 MV/LV Transformers
- Cuadros de BT
  - NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
  - FNL001 Cuadro de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie
- Sistema de Telemando:
  - GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations
  - GSCB001 12V VRLA ACCUMULATORS FOR POWERING REMOTE-CONTROL DEVICE OF SECONDARY SUBSTATIONS
  - GSCL001 ELECTRICAL CONTROL PANEL AUXILIARY SERVICES OF SECONDARY SUBSTATIONS”

Otras:

- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

## **5. Aceptación de los equipos que conforman las redes aéreas de alta tensión**

El Director de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de que en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

Queda prohibido el empleo del volquete en la descarga del material.

## **6. Condiciones técnicas de ejecución y montaje**

### **6.1. Condiciones generales de ejecución de la obra**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto.

Las inspecciones durante la construcción serán realizadas por personal de EDE, o de la Ingeniería por ella designada.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, tienen el carácter de recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión parcial de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

#### Maquinaria y Herramientas

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Se deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento, aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

#### Seguridad

En el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto se describirán todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar estos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los Contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contemplados en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo la Dirección de Obra suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

## 6.6 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.

## 6.7 Organización en 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.

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.

## 6.8 Limpieza y seguridad en las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan, en todo momento, un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

Se tomarán las medidas oportunas de modo que durante la ejecución de las obras se ofrezcan las máximas condiciones de seguridad posibles, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones. Durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

## 6.9 Seguridad pública

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indicará en el Estudio de Seguridad y Salud.

# 7 Ejecución de la obra para la instalación de la línea aérea de media tensión

## 7.1 Información de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra:

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.

## 7.2 Trabajos y fases a ejecutar

La secuencia de trabajos a realizar será la siguiente:

1. Tala y poda de arbolado.
2. Realización de Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

### 7.2.1 Tala y poda de arbolado

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Director de Obra.

### 7.2.2 Pistas y accesos

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Director de Obra. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que haya lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.



En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo, y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

### 7.2.3 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al Medio Ambiente, deberá depositarse en un Vertedero Autorizado, debiendo entregar el Contratista a la Dirección de Obra copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

#### 7.2.4 Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil

El replanteo de los apoyos será realizado en presencia del Director de Obra o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados al Contratista.

Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Director de Obra, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el Técnico designado para efectuarlo.

Cuando se dé la circunstancia de que el Contratista observe la existencia de alguna diferencia entre los planos y el terreno de la traza de la línea, así como la aparición de obstáculos, tanto naturales como artificiales, no contemplados en el perfil, (edificaciones, caminos carreteras, etc.), viene obligado a comunicarlo inmediatamente, no pudiendo continuar con la construcción de la línea, hasta tanto la Dirección de Obra constata que no hay que modificar el replanteo.

Para la determinación de la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- a) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en una alineación, aún cuando sean de amarre. Las estaquillas estarán alineadas en la dirección de la alineación y la central indicará la proyección del eje vertical del apoyo.
- b) 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 del eje 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 y hormigonado.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Director de Obra y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Director de Obra ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

### 7.2.5 Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Se cuidará el marcado de los hoyos con respecto a las estacas de replanteo y el avance vertical de las paredes de la excavación para obtener las distancias necesarias entre éstas y los anclajes de los apoyos.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Director de Obra. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Director de Obra.

El volumen para la certificación será siempre el teórico, a menos que el Director de Obra reconsidere un nuevo tipo de excavación por no coincidir la clasificación del terreno con la inicialmente prevista

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Director de Obra y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.
- Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del Director de Obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

### **TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES**

NATURALEZA A DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGENEOS MUY ANTIGUOS			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>	80°	5/1	80°	5/1
<i>Roca blanda o fisurada.</i>	55°	7/5	55°	7/5
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	45°	1/1	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	3/5	20°	1/3

NATURALEZA DEL TERRENO	EXCAVACION EN TERRENO REMOVIDO RECIENTE O TERRAPLENES RECIENTES			
	TERRENOS SECOS		TERRENOS INMERSOS	
	Angulo con Horizontal	Pendiente	Angulo con Horizontal	Pendiente
<i>Roca dura.</i>				
<i>Roca blanda o fisurada.</i>				
<i>Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.</i>	45°	1/1	40°	4/5
<i>Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla) mezclada con piedra y tierra vegetal.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Grava, arena gruesa no arcillosa.</i>	35°	7/10	30°	3/5
<i>Arena fina no arcillosa.</i>	30°	6/10	20°	1/3

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones

## 7.2.6 Excavación

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

La apertura de hoyos deberá coordinarse con el hormigonado de tal forma que el tiempo entre ambas operaciones se reduzca tanto como la consistencia del terreno lo imponga. Si las causas atmosféricas o la falta de consistencia, lo aconsejaran, puede imponerse la apertura y hormigonado inmediato, hoyo a hoyo.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento de los hoyos, pudiendo el representante del Grupo Endesa paralizar los trabajos de excavación si los de hormigonado no avanzan adecuadamente.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Director de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Se evitará en lo posible el uso de explosivos. Cuando su empleo sea imprescindible, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la Instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

En estos casos se retirarán de las cercanías los ramajes o cualquier materia que pueda propagar un incendio. Caso de que existan líneas próximas o cualquier otro obstáculo que pudiera ser dañado, se arroparán los barrenos convenientemente, con el fin de evitar desperfectos.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en todos los hoyos, para evitar la caída de personas o animales.

Serán entibados todos los hoyos que presenten o en que puedan presentarse desprendimientos, por seguridad de las personas, y para mantener el terreno con su cohesión natural. Si penetrase agua en los hoyos, ésta deberá ser evacuada inmediatamente antes del hormigonado.

Cuando se efectúen desplazamientos 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 ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de cimentación de cada apoyo.



La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Director de Obra.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto Tipo.

## 7.2.7 Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de tres días laborables, el Contratista se lo hará saber al Director de Obra, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Director de Obra, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

### 7.2.7.1 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm<sup>2</sup> (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm<sup>2</sup> (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m <sup>3</sup> de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

#### **7.2.7.2 Puesta en obra del hormigón**

La primera operación a realizar, inmediatamente antes de comenzar el hormigonado consistirá, normalmente y en función de la solución constructiva a aplicar, en el hincado de la pica de toma de tierra en el fondo de la excavación, así como el conexionado de los cables de toma de tierra con dicha pica.

Se cuidarán las distancias entre los anclajes y las paredes de los hoyos, así como la colocación previa del tubo para los cables de la toma de tierra.

Se cuidará la limpieza del fondo de la excavación, y caso de ser necesario se achicará el agua que exista en los hoyos previamente al comienzo del hormigonado.

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

El hormigón se verterá por capas o tongadas, evitando desplazamientos en la base del apoyo o del anclaje. Se cuidará especialmente la compactación del hormigón, para lo cual se apisonará el hormigón, como mínimo, cada 30 cm evitando cualquier golpe contra el anclaje.

Iniciado el hormigonado de un apoyo, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Durante el vertido del hormigón se comprobará continuamente que la base del apoyo o los anclajes no se han movido, para lo cual no se retirarán los medios de medida y comprobación hasta que se haya terminado totalmente ésta operación.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado, incluidas las peanas. Cuando se retiren se hará con el cuidado suficiente para evitar esfuerzos anormales en los anclajes que provoquen grietas en el hormigón o entre ambas.

La bancada que sobresale del nivel de tierra, incluso el enlucido, se hará con mortero de la misma dosificación que el empleado en la cimentación. Un exceso de cemento provoca el agrietamiento de la capa exterior.

Esta bancada que sobresale del terreno, o peana, tendrá terminación en forma de tronco de pirámide, siendo la inclinación de sus caras no inferior al 20%. En terrenos de labor, la peana

sobresaldrá del terreno, en su parte más baja, un mínimo de 30 cm. Siendo esta altura en el resto de terrenos no inferior a 20 cm. Se cuidará que las superficies vistas estén bien terminadas.

### 7.2.7.3 Encofrados

En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Director de Obra entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Director de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

### 7.2.7.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

### 7.2.7.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

#### **7.2.7.6 Grava o árido grueso**

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

#### **7.2.7.7 Cemento**

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Director de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Director de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Director de Obra.

#### **7.2.7.8 Agua**

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

#### **7.2.7.9 Instrucciones para la ejecución de las cimentaciones**

Antes de proceder al hormigonado, cualquiera que sea el tipo de apoyo a cimentar, se procederá a aplicar una protección superficial de pintura. La manera de ejecutar las distintas clases de cimentaciones, según el tipo de apoyo será la siguiente:

##### **7.2.7.9.1 Sin utilización de plantillas de hormigonado**

Se echará primeramente una capa de hormigón del espesor indicado en los planos facilitados por el fabricante, según el tipo de apoyo, de manera que teniendo el apoyo una base firme, limpia y nivelada, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón mencionada.

Al día siguiente, y sobre la base de hormigón, se colocarán y nivelarán los anclajes o el primer tramo del apoyo metálico, según el caso, quedando prohibido el hormigonado con el apoyo totalmente armado.

Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra.

A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso.

##### **7.2.7.9.2 Con utilización de plantillas de hormigonado**

Se colocará la plantilla sobre el foso con los anclajes debidamente situados, y será emplazada y nivelada adecuadamente, comprobando diagonales y longitudes de cara así como la

correcta instalación con las marcas de línea y contralínea, fijándola al terreno a continuación, de modo que no pueda sufrir movimiento.

Se colocará el o los tubos precisos para enhebrar los circuitos de tierra.

A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso.

Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.

En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

#### **7.2.7.10 Control de calidad**

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

#### **7.2.7.11 Control de consistencia**

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

El Director de Obra podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.

#### **7.2.7.12 Control de resistencia**

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Director de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Director de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes.



### **7.2.7.13 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua**

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Director de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la “Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)” y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Director de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Director de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

## **7.2.8 Instalación de apoyos**

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

### **7.2.8.1 Recepción**

Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado “*Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra*” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el “Packing List” de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado “Packing List”.

### **7.2.8.2 Transporte**

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “*Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra*” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Director de Obra para su aceptación, si es que procede.

### **7.2.8.3 Acopio**

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “*Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra*” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

Las cargas en almacén y descargas en el campo se efectuarán con los medios adecuados para que las estructuras no sufran desperfecto alguno.

Los accesos que se empleen serán los mismos, siempre que sea posible, que se usaron para la obra civil.

Se descargarán las estructuras de tal manera que se haga el menor daño posible a los cultivos existentes.

No está permitido el acopio en cunetas de carreteras, con ocupación de caminos, y en general, en lugares que impidan el normal tráfico de personas y vehículos.

#### **7.2.8.4 Clasificación**

Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

#### **7.2.8.5 Armado**

##### **7.2.8.5.1 Consideraciones Previas**

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Director de Obra. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Director de Obra. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Director de Obra y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

##### **7.2.8.5.2 Tornillería**

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Director de Obra. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

En estos prototipos se montará la tornillero indicada por el fabricante en los planos de montaje, teniendo en cuenta diámetros, longitudes, arandelas, etc.

Los tornillos se limpiarán escrupulosamente, antes de usarlos, y su apriete será el suficiente para asegurar el contacto entre las partes unidas. La sección de los tornillos viene determinado por el diámetro de los taladros que atraviesa. La longitud de los tornillos es función de los espesores que se unen, de tal modo que una vez apretados deberán sobresalir de la tuerca dos hilos del vástago fileteado.

Si el contratista observase que los tornillos no son los adecuados lo pondrá inmediatamente en conocimiento del Director de Obra.

Para el montaje de apoyos metálicos solo se utilizarán, para el apriete, llaves de tubo y para hacer coincidir los taladros, el punzón de calderero, el cual nunca se utilizará para agrandar los taladros.

Las barras de los apoyos antes de ser montadas deberán ser comprobadas a pié de obra, con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones ni torceduras en el transporte, debiendo procederse a su deshecho y sustitución caso de que esto haya ocurrido. Caso de darse ésta circunstancia debe de ser comunicada inmediatamente al técnico encargado de la obra

#### 7.2.8.5.3 Herramientas

Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

#### 7.2.8.5.4 Ejecución Material

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado “barra a barra” deberá ser previamente aprobado por el Director de Obra.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Director de Obra y de proceder al cambio de los elementos.

#### 7.2.8.6 Izado

No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

#### 7.2.8.6.1 Izado con pluma

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Director de Obra quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estribos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45°.

#### 7.2.8.6.2 Izado con grúa

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Director de Obra.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Salvo autorización expresa del Director de Obra no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes, y en cualquier caso determinar si es necesaria la petición del descargo de la línea que se encuentra en proximidad, o la conveniencia de tomar otras precauciones especiales.

#### 7.2.8.7 Apretado y graneteado

Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos (3 granetazos en estrella), con el fin de impedir que se aflojen. Una vez finalizado el graneteado de los tornillos y las tuercas se procederá a proteger el conjunto de la oxidación mediante pintura de galvanizado en frío.

Una vez terminado el izado del apoyo, no se quitarán los vientos sustentadores del apoyo antes de transcurridas 48 horas en aquellos cuya cimentación sea de hormigón.

En cada apoyo se colocará una placa normalizada de “riesgo eléctrico”, utilizando alguna de las soluciones constructivas previstas (flejado o adhesivo), no pudiéndose taladrar el montante del apoyo. Igualmente se numerará el apoyo.

Una vez terminada la fase de izado de los apoyos el contratista facilitará una relación en la que figure la resistencia de difusión de puesta a tierra de cada apoyo, indicando asimismo qué apoyos disponen de toma de tierra en anillo, y cuales han necesitado la realización de tomas de tierra suplementarias por no haberse podido clavar la pica del fondo de la excavación.

#### **7.2.8.8 Control de calidad**

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Director de Obra.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Director de Obra el protocolo de revisión de apoyos de línea.

### **7.2.9 Instalación de conductores desnudos**

#### **7.2.9.1 Condiciones generales**

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Director de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Director de Obra y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Director de Obra lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Director de Obra por escrito.

#### **7.2.9.2 Colocación de cadenas de aisladores y poleas**

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

### **7.2.9.3 Instalación de protecciones en cruzamientos**

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Director de Obra.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con al menos quince (15) días de antelación.

### **7.2.9.4 Tendido de los conductores y cables de tierra**

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.



Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Director de Obra.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Director de Obra.

Cuando sea preciso efectuar el tendido sobre vías de comunicación, (carreteras, autovías, ferrocarriles, caminos, etc.), se establecerán previamente protecciones especiales de carácter provisional que impidan la caída de los conductores sobre las citadas vías de comunicación, permitiendo al mismo tiempo, el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben ser capaces de soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas en el caso de caer algún (o algunos) cables sobre ellas. Las protecciones que se monten en las proximidades de carreteras o caminos serán balizadas convenientemente.

En todos los cruzamientos de carreteras se dispondrán las señales de tráfico de obras, limitaciones de velocidad, peligro, etc., que el Organismo Oficial competente de carreteras estime oportuno.

En caso de cruce de líneas de alta tensión, también deberán disponerse las protecciones necesarias de manera que no se dañen los conductores durante su cruce.

Cuando haya que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales, con el fin de que el tiempo del descargo se reduzca al mínimo y no se cortará hasta que todo esté preparado. Esta operación se hará de acuerdo con el programa que confeccione EDE al efecto.

El contratista deberá, con la antelación suficiente que exigen los distintos Organismos Oficiales, tener planificados los cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas eléctricas, etc. con el fin de que se puedan organizar los cortes de tráfico, avisos a RENFE etc.

Antes de proceder al tensado de los conductores deberán ser venteados, en sentido longitudinal de la línea, los apoyos de amarre.

La tracción de los conductores debe realizarse lo suficientemente alejada del apoyo de tense, de manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea, no sea inferior a  $160^\circ$ , al objeto de evitar, primero, el aplastamiento del cable contra la polea y segundo, la posibilidad de doblar la cruceta.

Durante el tendido será necesaria la utilización de dispositivos para medir el esfuerzo de tracción de los cables en los extremos del tramo cabrestante y freno. El del cabrestante habrá de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzcan elevaciones o disminuciones anormales de las tracciones de tendido.

Cuando por cualquier eventualidad se produzca un daño en el conductor tendido, se comunicará inmediatamente al técnico encargado de la obra esta circunstancia, al objeto de determinar la mejor solución, (reparación con preformados, manguitos de empalme comprimidos, sustitución del conductor, etc.).

#### 7.2.9.4.1 Tensado

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a  $150^\circ$ . Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán los cables a sacudidas.

Los cables deberán permanecer sin engrapar un máximo de 48 horas, colocados en su flecha sobre poleas antes del regulado, al objeto que se produzca el asentamiento de los cables.

#### 7.2.9.4.2 Regulado y medición de flechas

##### 7.2.9.4.2.1 Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

#### 7.2.9.4.3 Medición de flechas

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión utilizando un teleflecha u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

### 7.2.10 Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico

## 8 Ejecución de la obra civil para la instalación del centro de transformación de intemperie

### 8.1 Información de la obra

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

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.

### 8.2 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 realizar 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, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

### 8.3 Realización de los accesos

Los caminos que se efectúen para el acceso al CTI se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de los accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de instalación, etc., sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.
- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Queda prohibido abandonar residuos de cualquier tipo y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

#### **8.4 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra**

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en los componentes.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al Medio Ambiente, deberá depositarse en un Vertedero Autorizado, debiendo entregar el Contratista a la Dirección de Obra copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

## 8.5 Excavación y Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del Apoyo del CT según los datos suministrados por el Proyectista, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

Se realizará la excavación para la cimentación del apoyo según las indicaciones del apoyo que corresponda, definidas en el Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión APY10000.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra y el número de picas de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia de puesta a tierra, siendo éste igual o inferior al calculado.

En la excavación se tendrán presentes las siguientes instrucciones generales:

Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del técnico encargado de la obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

La excavación comprende, además de la apertura de hoyo en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes, el agotamiento de aguas, el entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en mas de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento del hoyo

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, la Dirección de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas el foso amenazara derrumbarse, deberá ser entibado, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en el foso, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en el hoyo, para evitar la caída de personas o animales.

La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de la cimentación.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de los elementos del sistema de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto Tipo.

### 8.5.1 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm<sup>2</sup> (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm<sup>2</sup> (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m <sup>3</sup> de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).



La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

### 8.5.2 Puesta en obra del hormigón

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Iniciado el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado

### 8.5.3 Encofrados

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado, en su caso, presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que la Dirección de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada es extensivo para los recrecidos.

### 8.5.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido

examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MÁXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

### 8.5.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

### 8.5.6 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

### 8.5.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización de la Dirección de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa de la Dirección de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte de la Dirección de Obra.

### 8.5.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

### 8.5.9 Control de calidad

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

### 8.5.10 Control de consistencia

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

### 8.5.11 Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar a la Dirección de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Dirección de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes

### 8.5.12 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo de la Dirección de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa de la Dirección de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por la Dirección de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

## 9 Ejecución de la Instalación del Centro de Transformación de Intemperie

### 9.1 Hormigonado del apoyo

En primer lugar la base de apoyo se colocará sobre una loseta de hormigón de forma de tronco piramidal cuadrada invertida de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en los planos desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.

Posteriormente, se colocara sobre ella la base del apoyo o el apoyo completo, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo en el primer caso, o bien se aplomara el apoyo completo en el segundo caso, inmovilizando dicho apoyo por medio de vientos.

El vertido del hormigón se realizará siempre de forma suave y con ayuda de una canal de chapa de madera de gran pendiente. No se hormigonará por debajo de 0°C, ni tan siquiera empleando aditivos.

A medida que se vaya vertiendo el hormigón en la excavación se vibrará el mismo mediante vibrador electromecánico o neumático de agujas hasta que se extienda llenando todos los huecos que quedan en el hoyo. El tiempo de vibrador será variable y terminará en el momento que aparezca la lechada en la superficie.

En los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo 10 cm como mínimo en terrenos normales y en 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior del macizo, en ambos casos, estará terminada en forma de punta de diamante con un mortero rico en cemento y con una pendiente del 10% como mínimo como vierteaguas.

Se dejarán dos tubos de PVC rígido de Pg 36 de las características y forma especificadas, para poder alojar en su interior el conductor de puesta a tierra del CTI.

Será necesario efectuar una losa o solera de hormigón de 20 cm de altura sobre el terreno, con las dimensiones adecuadas para que de cada arista de esta solera a la parte más saliente del apoyo (dispositivo antiescalada) quede una distancia mínima de 1,10 m.

Aproximadamente a 15 cm por debajo de la superficie de la solera se instalará, como armado, un mallazo constituido por redondos de acero de diámetro no inferior a 4 mm, formando cuadrículas no superiores a 30x30 cm.

## 9.2 Armado e izado del Apoyo

El armado de los apoyos metálicos se realizará teniendo en cuenta la concordancia entre diagonales y montantes. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de sus tornillos y tuercas adecuados.

Si en el transcurso del montaje aparecen dificultades de ensamblaje o defectos sobre alguna de las piezas que necesiten su sustitución o modificación, el Contratista los notificará a ENDESA DISTRIBUCIÓN. No se empleará ningún elemento metálico, doblado, torcido, etc. Solo podrán enderezarse barras, agrandar taladros, quitar rebabas o cortar ingletes bajo expresa autorización de ENDESA DISTRIBUCIÓN.

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente ni golpeado. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material en la cara de menor esfuerzo.

Los apoyos deberán ser izados con grúa o pluma, evitando que el aparejo o partes salientes dañen las aristas o montantes del apoyo.

Después del izado y antes del amarre de los conductores de la línea aérea, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo irá provisto de su correspondiente arandela y deberá sobresalir de la tuerca por lo menos un paso de rosca, el cual se graneteará para evitar que pueda aflojarse.

La parte inferior del apoyo irá recubierto con un antiescalo construido en chapa galvanizada.

### 9.3 Transformador

El transformador se dejará previamente nivelado y aplomado, procurando hacerlo siempre que sea posible con la propia grúa que transporta el transformador, o bien, colocando en el apoyo el útil para izado de transformadores y con la ayuda de un polipasto.

### 9.4 Aparamenta MT

#### 9.4.1 Cortacircuitos fusibles

Los cortacircuitos fusibles se instalarán, según la memoria del PT, bien en el apoyo del CTI, o bien en un apoyo anterior. Se montarán en armados normalizados y se colocarán de forma tal que, al interrumpir el circuito la cuchilla caiga por gravedad y se quede sin tensión.

Los puentes de unión entre la línea aérea MT y los bornes del transformador se realizará utilizando el mismo conductor que el de la línea, forrado a base de polietileno reticulado, sin empalmes o piezas de conexión.

#### 9.4.2 Pararrayos

Se montarán sobre el transformador MT/BT con el herraje apropiado.

La toma de tierra de los pararrayos consistirá en un cable aislado de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, que descenderá sujeto al angular o montante del apoyo hasta la toma de tierra de masas del CTI.

#### 9.4.3 Seccionadores

Los seccionadores, unipolares o tripolares, se instalarán en armados normalizados por ENDESA DISTRIBUCIÓN.

Los seccionadores unipolares se colocarán de forma tal que, al interrumpir el circuito, la cuchilla caiga por gravedad y se quede sin tensión.

Los puentes de unión en MT serán según lo descrito en el apartado 5.1 Cortacircuitos fusibles.

### 9.5 Aparamenta BT

Los armarios de BT utilizados serán del tipo normalizado por ENDESA DISTRIBUCIÓN con los elementos apropiados para su sujeción al apoyo.

Los cables de unión del transformador al armario de BT serán de tipo aislado, debidamente engrapados al apoyo, teniendo cuidado de no deteriorar el aislamiento de los circuitos y aparellaje de BT por rozaduras, cortes, etc

### 9.6 Red de Tierras

Se dispondrán dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí. Una puesta a tierra de masas para pararrayos, carcasa del transformador, herrajes y apoyo, y otra puesta a

tierra del neutro de BT, que podrán unirse en una única según se indica en el Proyecto Tipo FPY30000 de Centros de Transformación Intemperie instalados sobre apoyo.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

En cada una de las bajadas a tierra se dispondrá de una caja de registro para comprobación de la resistencia óhmica de puesta a tierra de la instalación.

## 9.7 Puesta a tierra de protección

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por cuatro picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro clavadas verticalmente en el terreno a una profundidad de 0,50 m o 0,80 m si en la zona se prevén heladas. Las picas se unirán mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> formando un anillo alrededor del apoyo.

La línea de tierra, que conecta el electrodo de puesta a tierra a los elementos que deban quedar puestos a tierra, será de cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>. Se procurará que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazas tortuosas y curvas de poco radio.

Para controlar la tensión de paso y contacto, se colocará una losa de hormigón de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,10 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos. Dentro de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la excavación, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondo de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m.

Esta losa se aislará con una capa de mortero, espesor 7 cm, de “Mezcla bituminosa en frío AF-12”; previamente para su enganche se impregnará el hormigón con la “Emulsión catiónica ECR-11”.

## 9.8 Puesta a tierra del neutro de BT

En el caso de independizar la puesta a tierra de neutro de BT de la puesta a tierra de protección, se establece una toma de tierra del neutro de BT a una distancia no inferior a 20 m del CTI, a determinar en función de las características del terreno y de la red eléctrica.

La línea de tierra que partirá del borne de BT de neutro del transformador se realizará con cable de Cu aislado 0,6/1 kV 50 mm<sup>2</sup> sección; en su trayecto subterráneo, irá alojada en una zanja de 0,80 m de profundidad hasta el electrodo de puesta a tierra, formado por una o varias picas.

## 10 Recepción de las Obras

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección de Obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

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



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

Se comprobará que todos los materiales se encuentren debidamente homologados por ENDESA y se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

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

#### RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

- Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:
- Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT
- Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.
- Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador
- Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

#### TRANSFORMADOR

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

#### INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

- Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.
- Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

#### ELEMENTOS DE MANIOBRA

- Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.
- Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

#### ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

- Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.
- Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

**A. LÍNEAS SUBTERRÁNEAS MEDIA TENSIÓN Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS SUPERFICIE.**

## **11 Condiciones generales para Líneas Subterráneas de Media Tensión y Centros de Transformación Prefabricados en Superficie,**

Este Pliego de Condiciones tiene por finalidad establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, destinados a formar parte de la red de distribución de EDE y cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

Este Pliego de Condiciones será de aplicación para las instalaciones construidas por EDE como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

## **12 Alcance**

El Pliego establece las Condiciones para el suministro, instalación, pruebas, ensayos, características y calidades de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de alta tensión hasta 30 kV, así como a centros de transformación Edificio Prefabricado de Superficie en Media Tensión hasta 30 kV y a redes de distribución en baja tensión, con el fin de garantizar:

- La seguridad de las personas,
- El bienestar social y la protección del medio ambiente,
- La calidad en la ejecución
- La minimización del impacto medioambiental y las reclamaciones de propiedades afectadas

## **13 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. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### **13.1 Condiciones facultativas legales**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

---

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### 13.2 Seguridad en el trabajo

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado 13.1 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.

### 13.3 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.

## 14 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:

### 14.1 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.

### 14.2 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.

#### **14.3 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.

#### **14.4 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.

#### **14.5 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, decreta 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.

#### **14.6 Facilidades para la inspección**

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el



cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### **14.7 Ensayos**

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

#### **14.8 Limpieza y seguridad en las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### **14.9 Medios auxiliares**

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### **14.10 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 14.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 14.3.

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.

#### **14.11 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 sus obligaciones respecto al Contratante.

#### **14.12 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.

#### **14.13 Recepción provisional**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en

la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### **14.14 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.

#### **14.15 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.

#### **14.16 Pago de las 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, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y

los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

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.

#### **14.17 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.

### **15 Características generales y calidades de los materiales**

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan, con las Recomendaciones UNESA, y con las normas de Endesa Distribución, aparte de lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la Dirección de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por la Dirección de Obra.

Genéricamente la instalación contará con los elementos que se detallan a continuación, cada uno con su Norma EDE de referencia

Protecciones:

- AGD001 Guía técnica sobre protecciones contra las sobretensiones en las instalaciones de media tensión.
- FGC001 Guía técnica del sistema de protecciones en la red MT
- AND007 Cortacircuitos fusibles de expulsión. Seccionadores hasta 36 kV.

- AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV.

#### Transformadores:

- FND005 Transformadores trifásicos tipo seco para distribución en Baja Tensión.
- GST001 MV/LV Transformers

#### Envolvertes:

- FNH001 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie.
- FNH003 Centros de transformación prefabricados de hormigón tipo superficie modelo rural.

#### Cuadros de BT

- FNL002 Cuadro de distribución en BT con conexión de Grupo para CT
- FNZ001 Cuadros modulares de distribución para centros de transformación.
- NNL012 Bases tripolares verticales cerradas para fusibles de baja tensión del tipo cuchilla con dispositivo extintor de arco.
- FNL001 Cuadros de Baja Tensión para Centros de Transformación Intemperie

#### Sistema de Telemando:

- GSTR001 Remote Terminal Unit for secondary substations
- GSCB001 12V VRLA ACCUMULATORS FOR POWERING REMOTE-CONTROL DEVICE OF SECONDARY SUBSTATIONS
- GSCL001 ELECTRICAL CONTROL PANEL AUXILIARY SERVICES OF SECONDARY SUBSTATIONS"

#### Aparamenta MT

- GSM001 MV RMU with Switch-Disconnecter
- GSM003 *MV Pole Mounted Switch-Disconnectors*
- AND005 *Seccionadores Unipolares para LAAT hasta 36 kV*

#### Conductores MT

- GSC003 CONCENTRIC-LAY-STRANDED BARE CONDUCTORS
- GSCC005 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV COLD SHRINK TERMINATIONS FOR MV CABLES
- GSC006 12/20(24) kV AND 18/30(36) kV SEPARABLE CONNECTORS FOR MV CABLES".
- GSC002 Technical specification of low voltage cables with rated voltage  $U_0 / U$  (Um) 0,6/1,0 (1,2) Kv

#### Otras:

- NZZ009 Mapas de contaminación salina e industrial

Las tipologías de materiales a utilizar, sus especificaciones técnicas, el cumplimiento de las normativas y los ensayos realizados para cada material se describen en las Normas EDE referidas.

## 15.1 Aceptación de los equipos

El Director de Obra velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica estén homologados por ENDESA y sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

El Director de Obra asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o calidad de ejecución de la obra.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles se verificarán por el Director de Obra, o bien, si éste lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

El resultado satisfactorio de la recepción quedará reflejado en el "Acta de Recepción de Materiales" en cuyo documento estarán detallados los materiales que se van a instalar y que será debidamente cumplimentada por el Contratista y el Director de Obra.

El Contratista se ocupará de recibir, descargar y comprobar el material procedente de los fabricantes y talleres, efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, etc., con el fin de que pueda proceder a su reposición.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de Contratista. En particular, cuidará de que en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga, los materiales no sufran deterioros, evitando golpes, roces o daños, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos.

Bajo ningún concepto se podrán utilizar los materiales a instalar como elementos auxiliares tales como palancas o arriostramientos.

Queda prohibido el empleo del volquete en la descarga del material.

## 16 Condiciones técnicas de ejecución y montaje

### 16.1 Condiciones generales de ejecución de la obra

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en el presente Pliego de Condiciones.



El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto.

Las inspecciones durante la construcción serán realizadas por personal de EDE, o de la Ingeniería por ella designada.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, tienen el carácter de recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión parcial de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

### **Maquinaria y Herramientas**

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Se deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento, aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

### **Seguridad**

En el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto se describirán todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar estos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los Contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contemplados en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de

Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo la Dirección de Obra suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.

## **16.2 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.

## **16.3 Organización en 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.

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.

## **16.4 Limpieza y seguridad en las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan, en todo momento, un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

Se tomarán las medidas oportunas de modo que durante la ejecución de las obras se ofrezcan las máximas condiciones de seguridad posibles, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones. Durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

## **16.5 Seguridad Pública**

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indicará en el Estudio de Seguridad y Salud.

## **17 Ejecución de la obra civil**

### **17.1 Información de la obra**

Se entregará al Contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

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.

### **17.2 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 realizar 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, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

### **17.3 Realización de los accesos**

Los caminos que se efectúen para el acceso al CT se realizarán de modo que se produzcan las mínimas alteraciones del terreno.

Todos los accesos serán acordados, en cada caso, previamente con los correspondientes propietarios.

Está prohibido alterar las escorrentías naturales del agua, así como realizar desmontes o terraplenes carentes de una mínima capa de tierra vegetal, que permita un enmascaramiento natural de los mismos. Cuando las características del terreno lo obliguen, se canalizarán las aguas de forma que se eviten encharcamientos y erosiones del terreno.

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de los accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de instalación, etc., sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.

Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.

Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.

Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.

Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.

Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.

Queda prohibido abandonar residuos de cualquier tipo y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

#### **17.4 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra**

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder de la Dirección de Obra con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por la Dirección de Obra, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en los componentes.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estribos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al Medio Ambiente, deberá depositarse en un Vertedero Autorizado, debiendo entregar el Contratista a la Dirección de Obra copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

## 17.5 Excavación y Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del CT según los datos suministrados por el Proyectista, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa de la Dirección de Obra.

El terreno sobre el cual deba ir situado el CT deberá haberse compactado previamente con un grado de compactación no menor al 90% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Próctor Modificado.

La presión que el CT ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Se realizará la excavación del foso con las medidas indicadas por el fabricante, en función del modelo de Edificio a instalar.

Una vez realizada la excavación, y en primer lugar, se realizará el electrodo de puesta a tierra compuesto por el anillo conductor de 50 mm<sup>2</sup> Cu y el número de picas en función de la resistividad del terreno de acuerdo con el diseño del proyecto, y se medirá siempre el valor de la resistencia de puesta a tierra, siendo éste igual o inferior al calculado.

Para que el EP descansa de forma uniforme, se preparará, en su caso, sobre el terreno una solera de hormigón que sea capaz de soportar los esfuerzos verticales producidos por su propio peso.

Para que el EP se asiente perfectamente sobre la solera, deberá disponerse en toda su superficie una capa de arena de 15 cm de grosor.

La solera deberá cumplir los siguientes requisitos:

Será de hormigón armado de resistencia característica 25 N/mm<sup>2</sup>, con malla electrosoldada de barras de acero corrugadas de  $\varnothing$  4 mm y cuadro de 20 x 20 cm.

Tendrá un grosor de 15 cm como mínimo.

Sus dimensiones en longitud y anchura serán tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo como mínimo 40 cm por cada lado.

Deberán establecerse tubos de paso para la conexión de puesta a tierra, los cuales se situarán en función del EP a utilizar.

Siempre que el desarrollo urbanístico del entorno lo permita, se realizará una acera perimetral de hormigón de 1 m de ancho, o como mínimo en la zona de acceso al CT, a fin de tener un terreno de resistividad superficial elevada, y como medida de seguridad adicional.

En la excavación se tendrán presentes las siguientes instrucciones generales:

Cuando al realizar la excavación, el Contratista observe que el terreno es anormalmente blando, se encuentra en terreno pantanoso o aparece terreno de relleno, deberá ponerlo en conocimiento del técnico encargado de la obra por si fuere preciso aumentar las dimensiones de la excavación. Análogas consideraciones se tendrán en cuenta en caso de aparición de agua en el fondo de la excavación, cuando el hoyo se encuentre muy cerca de un cortado del terreno, o en las proximidades de un arroyo, de terreno inundable o terreno deslizante

La excavación comprende, además de la apertura de hoyo en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes, el agotamiento de aguas, el entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

En ningún caso la excavación debe adelantarse al hormigonado en más de diez días naturales, para evitar que la meteorización provoque el derrumbamiento del hoyo

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, la Dirección de Obra concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas el foso amenazara derrumbarse, deberá ser entibado, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.



En el caso de que penetrase agua en el foso, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

El Contratista se compromete a colocar y mantener las señalizaciones y protecciones necesarias, en el hoyo, para evitar la caída de personas o animales.

La ocupación de suelo será solamente lo previsto en las dimensiones de la cimentación.

La tierra sobrante de la excavación deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50 metros.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de los elementos del sistema de puesta a tierra según lo estipulado en el Proyecto.

### 17.5.1 Hormigones

Se emplearán, en caso necesario, preferentemente hormigones fabricados en central. En casos excepcionales, con autorización expresa de la Dirección de Obra, la mezcla de los componentes del hormigón se podrá efectuar con hormigonera, nunca a mano

La composición normal de la mezcla será tal que la resistencia característica del hormigón sea de 20 N/mm<sup>2</sup> (HM-20) para los hormigones en masa y de 25 N/mm<sup>2</sup> (HA-25) para los hormigones armados. El tamaño máximo permitido del árido será de 40.

En resumen, los hormigones se exigirán como a continuación se detalla:

HORMIGON PREFABRICADO	HORMIGON EN MASA
HM-20 (Hormigones en masa).	
HA-25 (Hormigones armados).	HM-20 y con dosificación mínima de 200 kg de cemento por m <sup>3</sup> de mezcla.
Cemento del tipo Puz-350 o tipo Portland P-350.	
Consistencia blanda.	Consistencia blanda.
Tamaño máximo de árido 40.	Tamaño máximo de árido 40.
Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).	Ambiente agresivo sin heladas (Designación III).

La Dirección de Obra podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

### 17.5.2 Puesta en obra del hormigón

El vertido del hormigón se realizará con luz diurna (desde una hora después de la salida del sol hasta una hora antes de la puesta).

Iniciado el hormigonado, no se interrumpirá el trabajo hasta que se concluya su llenado. Cuando haya sido imprescindible interrumpir un hormigonado, al reanudar la obra, se lavará con agua la parte interrumpida, para seguidamente barrerla con escoba metálica y cubrir la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido.

Se suspenderán las operaciones de hormigonado cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C o superior a 40° C.

Cuando se esperen temperaturas inferiores a 0° C durante el fraguado, se cubrirán las bancadas con sacos, papel, paja, etc.

Cuando se esperen temperaturas superiores a 40° C durante el fraguado se regará frecuentemente la bancada.

Los medios de fijación de la base o anclajes no podrán tocarse ni desmontarse hasta pasadas, como mínimo, 24 horas desde la terminación del hormigonado

### 17.5.3 Encofrados

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado, en su caso, presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que la Dirección de Obra autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada es extensivo para los recrecidos.

### 17.5.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por la Dirección de Obra. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES MAXIMAS EN % SOBRE EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA	
	ARENA	ARIDO GRUESO
Terrones de arcilla	1.00 %	0.25 %
Partículas blandas		5.00 %
Finos que pasan por el tamiz 0.080	5.00 %	1.00 %
Material retenido por el tamiz 0.063 y que flota en un líquido de peso específico 2	0.50 %	1.00 %

### 17.5.5 Arenas

Se consideran como arenas los áridos que pasan por un tamiz de 4mm de luz de malla. Las arenas podrán proceder de cantera natural, de barranco o de machaqueo. En el caso de utilizar arenas de mar, deberán ser lavadas previamente.

No se utilizarán arenas que tengan una proporción de materia orgánica en cantidad suficiente para producir un color más oscuro que la muestra patrón.

### 17.5.6 Grava o árido grueso

Se consideran como gravas los áridos retenidos por un tamiz de 4mm de luz de malla. El coeficiente de forma no debe ser inferior a 2.

### 17.5.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización de la Dirección de Obra.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa de la Dirección de Obra o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte de la Dirección de Obra.

### 17.5.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar.

### **17.5.9 Control de calidad**

El control de calidad del hormigón se extenderá especialmente a su consistencia y resistencia, sin perjuicio de que se compruebe el resto de las características de sus propiedades y componentes.

### **17.5.10 Control de consistencia**

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado.

### **17.5.11 Control de resistencia**

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la “Instrucción de Hormigón estructural (EHE)” en vigor para la modalidad de “Ensayos de Control Estadístico del Hormigón”.

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar a la Dirección de Obra los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Dirección de Obra procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes

### **17.5.12 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua**

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo de la Dirección de Obra, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la “Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)” y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa de la Dirección de Obra para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por la Dirección de Obra se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

## **18 Ejecución de la Instalación Eléctrica del Centro de Transformación en Edificio Prefabricado de Superficie**

### **INSTALACION DE CELDAS MT**

Una vez descargadas con ayuda de una grúa, se alineará el bloque según las instrucciones de montaje del fabricante, y se fijará provisionalmente para deslizamientos.

Al objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos de corte y seccionamiento, es imprescindible procurar una correcta nivelación. Las celdas deberán descansar sobre sus 4 puntos de apoyo y todo el grupo sobre el mismo plano, de tal forma que no existan deformaciones ni alabeos de las superficies de apoyo por esfuerzos transmitidos por las celdas adyacentes mal asentadas o por las barras de unión de los polos de los interruptores-seccionadores.

Una vez acoplados todos los grupos, se unirán a las barras colectoras según las instrucciones del fabricante

A continuación se procederá al anclaje definitivo de la celda a la fundación.

Para el montaje de los cables se seguirán las instrucciones del fabricante

Con temperaturas inferiores a 0°C no deben ser instalados los cables, pues pueden sufrir daños en el aislamiento al curvarlos.

Deberá evitarse que el extremo del cable choque contra alguna parte inferior de la unidad con el riesgo de arañarlo.

Durante la operación de montaje de celdas se establecerá la continuidad de todo el circuito general de tierra de las celdas.

La conexión exterior al circuito de tierra se realizará en los puntos acondicionados para ello.

### **INSTALACION DEL TRANSFORMADOR**

El transformador será arrastrado preferentemente sobre planchas metálicas, hasta su celda, colocándolo sobre las vigas de sustentación.

### **INSTALACION DEL CUADRO BT**

Los cuadros de baja tensión modulares se recibirán sobre el paramento asignado, anclándolo al bastidor instalado a tal efecto.

### **PUENTES DE MT Y DE BT**

Los recorridos de los cables serán lo más cortos posible. Se tendrá en cuenta también los radios de curvatura mínimos a que deben someterse los cables, que serán los que marquen los fabricantes y la norma UNE correspondiente.

Las conexiones desde el transformador al cuadro de BT se realizarán con el número de ternas de cables indicado en el Proyecto. Se elegirá el recorrido más corto posible, sin que dificulte la colocación del transformador. Ningún circuito de BT se situará sobre la vertical de los circuitos de AT.

Se tendrá especial cuidado en colocar los cables de modo que no tapen, ni siquiera parcialmente, los huecos o rejillas de ventilación, procurando dejarlos bien peinados y colocados de modo que la evacuación de calor sea la mejor posible.

El cable deberá estar cortado con sierra y no con tijera o cizalla, colocándose en los extremos el terminal a compresión correspondiente a la sección del cable, no permitiendo en ningún caso ampliar el diámetro primitivo del orificio de dicho terminal.

### **PUESTA A TIERRA**

Las puestas a tierra se ejecutarán de la forma indicada en la Memoria del presente Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación entre circuitos, constitución y valores deseados para las resistencias de puesta a tierra.

En ninguno de los dos sistemas de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.

Las uniones y conexiones se realizarán mediante elementos apropiados, de manera que aseguren una perfecta unión, de forma que no haya peligro de aflojarse o soltarse. Estarán dimensionados a fin de que no experimenten calentamientos superiores a los del conductor al paso de la corriente. Así mismo estarán protegidos contra la corrosión galvánica.

## **19 Recepción de las Obras**

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección de Obra procederá, en presencia de los representantes del Contratista, a efectuar los reconocimientos y ensayos que se estimen necesarios para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente proyecto, las modificaciones autorizadas y a las órdenes de la Dirección de Obra.

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

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

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección de Obra en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento. Igualmente se comprobará que la realización de las obras de tierra y hormigonado y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto y terminado y rematado completamente.

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



### **RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

Se medirá la resistencia de aislamiento en los siguientes elementos:

Cables de 3ª Categoría de alimentación al CT

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Cables de 3ª Categoría de alimentación al transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre fases y entre fases y tierra, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

Transformador

Se medirá la resistencia de aislamiento entre AT y BT, entre AT y masa y entre BT y masa, debiendo obtenerse valores correctos en todos los casos.

### **INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Se medirán las resistencias de puesta a tierra y las tensiones de paso y contacto y se comprobará que los valores obtenidos son inferiores a los valores requeridos en la reglamentación vigente.

Se verificará, igualmente, que la separación entre ambos circuitos de tierra es adecuada, así como la buena ejecución y estado de la instalación.

### **ELEMENTOS DE MANIOBRA**

Los elementos de maniobra instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará que están perfectamente identificados y se actuará sobre los distintos dispositivos verificando su correcto funcionamiento.

### **ELEMENTOS DE PROTECCIÓN**

Los elementos de protección instalados y sus características se ajustarán a los previstos en el Proyecto.

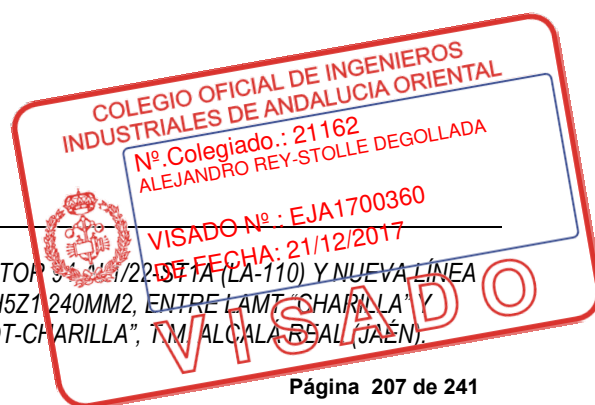
Se comprobará el buen funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar las pruebas y ensayos que se indican a continuación.

En Jaén, diciembre de 2017

**Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116

PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 3x120/22,571A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", TM ALCALA REAL (JAÉN).



# PRESUPUESTO



**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE  
MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y  
REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

**PETICIONARIO:**

*Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.  
CIF: B- 82.846.817  
Avda. de Vilanova nº 12  
08018 - Barcelona*



**PRESUPUESTO**
**CAPÍTULO 01: NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

U.U.C.C.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WMA006	POLIMAMARRE < 180	239	52,71	12.597,69
M6710758	ANTI ESCALO AISLADO CHAPA ANCHURA 1,70 A 1,90 M	3	583,91	1.751,73
WAFG02	TENDIDO CIRCUITO SUP. 56 E INF. 180	7.870,00	2,21	17.392,70
WACB12	PAT APOYO MT/ BT ZONA NORMAL	42	55,98	2.351,16
WACB22	M3 EXPLANACION TODO TERRENO	249,88	10,58	2.643,73
WACB18	MONTAJE ARMADO TRESB. (POR KG)	15.353,00	0,49	7.522,97
WACB16	MONTAJE APOYO CELOSIA 7.000 DAN Y SUPERIORES (POR KG)	33.589,00	1,48	49.711,72
WAFB02	FORRADO GRAPA CUALQUIER TIPO	239	84,28	20.142,92
WAFB01	FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	200	49,46	9.892,00
WACD01	MONTAJE CONVERSION AEREO-SUBTERRANEA MT 1C	3	1.354,42	1.354,42
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
230277	APOYO METÁLICO C 9000 DAN 18 M	2	2.573,16	5.146,32
230254	APOYO METÁLICO C 4500 DAN 20 M	2	2.073,34	4.146,68
230270	APOYO METÁLICO C 7000 DAN 20 M	3	2.453,62	7.360,86
230253	APOYO METÁLICO C 4500 DAN 18 M	1	1.802,54	1.802,54
230248	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 20 M	1	1.519,42	1.519,42
230240	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 16 M	4	893,74	3.574,96
230241	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 18 M	17	1.032,86	17.558,62
230247	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 18 M	2	1.330,02	2.660,04
230242	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 20 M	3	1.186,54	3.559,62
230249	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 22 M	1	1.699,88	1.699,88
230263	APOYO METÁLICO C 3000 DAN 24 M	1	1.922,96	1.922,96
230243	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 22 M	2	1.328,36	2.656,72
230333	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 14 M	1	776,79	776,79
230332	APOYO METÁLICO C 2000 DAN 12 M	1	647,88	647,88
310050	CABLE AL-AC, LA-110	23.617,70	1,02	24.090,05
<b>TOTAL CAPÍTULO 01:</b>				<b>204.484,38 €</b>

**CAPÍTULO 02: NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

U.U.C.C.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WSE007	TENDIDO BAJO TUBO MT	787	6,08	4.784,96
WSE008	TERMINAL CABLE SUBTERRANEO MT	2	41,43	82,86
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
330015	CABLE 240 AL 18/30 SUBT. P/AL	2.361,00	5,62	13.268,82
<b>TOTAL CAPÍTULO 02:</b>				<b>18.136,64 €</b>

**CAPÍTULO 03: REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA"**

U.U.C.C.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
WCCE03	COLOCACION CELDA MODULAR MT	1	58,56	58,56
MATERIALES	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO Ud.	IMPORTE
140259	CELDAS 36KV LINEA 630A/20KA	1	2.413,03	2.413,03
<b>TOTAL CAPÍTULO 03:</b>				<b>2.471,59 €</b>

**CAPÍTULO 04: GESTIÓN DE RESIDUOS**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMPORTE
GESTIÓN DE RESIDUOS	1	1.974,92
<b>TOTAL CAPÍTULO 04:</b>		<b>1.974,92 €</b>

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

Cap.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	IMPORTE
Cap. 01	NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	1	204.484,38 €
Cap. 02	NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	1	18.136,64 €
Cap. 03	GESTIÓN DE RESIDUOS	1	1.974,92 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO:</b>			<b>224.595,94 €</b>

Asciende el presupuesto general, a la cantidad de **DOSCIENTOS VENTICUATRO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y CINCO CON NOVENA Y CUATRO CÉNTIMO DE EURO.**

En Jaén, Noviembre 2017

AUTOR:

D. Alejandro Rey-Stolle Degollada  
Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
Colegiado 2116





# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA  
DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS,  
Y REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

**PETICIONARIO:**

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.  
CIF: B- 82.846.817  
Avda. de Vilanova nº 12  
08018 - Barcelona**



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>212</b>
<b>2</b>	<b>Características de la obra y situación .....</b>	<b>212</b>
<b>3</b>	<b>Actividades básicas .....</b>	<b>212</b>
3.1	Tendido de cable subterráneo (C.S).....	212
3.2	Tendido de línea aérea (L.A.).....	213
3.3	Construcción de centro de transformación, interior o intemperie (C.T.).....	213
<b>4</b>	<b>Identificación de riesgos .....</b>	<b>214</b>
4.1	Riesgos laborales .....	214
4.2	Riesgos y daños a terceros .....	216
<b>5</b>	<b>Medidas preventivas.....</b>	<b>217</b>
5.1	Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo.....	217
5.2	Prevención de riesgos laborales a nivel individual .....	219
5.3	Prevención de riesgos de daños a terceros.....	220
<b>6</b>	<b>Normativa aplicable .....</b>	<b>220</b>



## 1 Objeto

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, identificando los riesgos laborales evitables, indicando las medidas correctoras necesarias para ello, y los que no puedan eliminarse, indicando las medidas tendentes a controlarlos o reducirlos, valorando su eficacia, todo ello de acuerdo con el Artículo 6 del RD 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las Obras de Construcción.

De acuerdo con el artículo 3 del RD 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

## 2 Características de la obra y situación

Este ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD, se elabora para la obra:

*PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).*

- Obligaciones del contratista

Siguiendo las instrucciones del Real Decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un "plan de seguridad y salud en el trabajo", en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

## 3 Actividades básicas

Durante la ejecución de los trabajos en obra se pueden destacar como actividades básicas:

### 3.1 Tendido de cable subterráneo (C.S)

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Apertura y acondicionamiento de zanjas para el tendido de cables.
- Tendido de cables subterráneos.

- Realización de conexiones en cables subterráneos.
- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

### **3.2 Tendido de línea aérea (L.A.)**

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Excavaciones para cimientos de apoyos para líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Izado de apoyos de hormigón, madera y chapa.
- Izado y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en apoyos.
- Tendido de conductores sobre los apoyos.
- Realización de conexiones en líneas aéreas.
- Montaje de equipos de maniobra y protección.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la zarza.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión.

### **3.3 Construcción de centro de transformación, interior o intemperie (C.T.)**

- Desplazamiento de personal.
- Transporte de materiales y herramientas.
- Obra civil para la construcción del edificio.
- Excavaciones para los cimientos de postes de líneas aéreas.
- Hormigonado de cimientos.
- Levantamiento y montaje de postes de celosía.
- Montaje de hierros y aisladores en los apoyos.
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores.
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red.
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario).

## 4 Identificación de riesgos

### 4.1 Riesgos laborales

	C.S.	L.A.	C.T.
- Caídas de personal al mismo nivel		X	X
Per deficiencias del suelo	X	X	X
Por pisar o tropezar con objetos	X	X	X
Por malas condiciones atmosféricas	X	X	X
Por existencia de vertidos o líquidos	X	X	X
- Caídas de personal o diferente nivel	X	X	X
Por desniveles, zanjas o taludes	X	X	X
Por agujeros	X	X	X
Desde escaleras, portátiles o fijos	X	X	X
Desde andamio			X
Desde techos o muros			X
Desde apoyos		X	X
Desde árboles		X	X
- Caídas de objetos	X	X	X
Por manipulación manual	X	X	X
Por manipulación con aparatos elevadores	X	X	X
- Desprendimientos, hundimientos o ruinas	X	X	X
Apoyos		X	X
Elementos de montaje fijos		X	X
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
- Choques y golpes	X	X	X
Contra objetos fijos y móviles	X	X	X
Hundimiento de zanjas, pozos o galerías	X	X	X
- Atrapamientos	X	X	X
Con herramientas	X	X	X
Por maquinaria o mecanismos en movimiento	X	X	X
Por objetos	X	X	X

	C.S.	L.A.	C.T.
- Cortes	X	X	X
Con herramientas	X	X	X
Con máquinas	X	X	X
Con objetos	X	X	X
- Proyecciones	X	X	X
Por partículas sólidas	X	X	X
Por líquidos	X	X	X
- Contactos térmicos	X		X
Con fluidos	X		X
Con focos de calor	X		X
Con proyecciones	X		X
- Contactos químicos	X		X
Con sustancias corrosivas	X		X
Con sustancias irritantes	X		X
Con sustancias químicas	X		X
- Contactos eléctricos	X	X	X
Directos	X	X	X
Indirectos	X	X	X
Descargas eléctricas	X	X	X
- Arco eléctrico	X	X	X
Por contacto directo	X	X	X
Por proyección	X	X	X
Por explosión en corriente continua	X	X	X
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X
Para desplazarse, levantar o sostener cargas	X	X	X
Para utilizar herramientas	X	X	X
Por movimientos repentinos	X	X	X
- Riesgos derivados del tráfico	X	X	X
Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X	X
Atropellos	X	X	X

	C.S.	L.A.	C.T.
Fallos mecánicos y tumbada de vehículos	X	X	X
- Explosiones	X		
Por atmósferas explosivas	X		
Por elementos de presión			
Por voladuras o material explosivo			
- Agresión de animales	X	X	X
Insectos	X	X	X
Reptiles	X	X	X
Perros y gatos	X	X	X
Otros	X	X	X
- Ruidos	X	X	X
Por exposición	X	X	X
- Vibraciones	X	X	X
Por exposición	X	X	X
- Ventilación	X		X
Por ventilación insuficiente	X		
Por atmósferas bajas en oxígeno	X		X
- Iluminación	X	X	X
Para iluminación ambiental insuficiente	X	X	X
Por deslumbramientos y reflejos	X	X	X
- Condiciones térmicas	X		X
Por exposición a temperaturas extremas	X		X
Por cambios repentino en la temperatura			X
Por estrés térmico			X

## 4.2 Riesgos y daños a terceros

	C.S.	L.A.	C.T.
Por la existencia de curiosos		X	X
Por la proximidad de circulación vial	X	X	X

Por la proximidad de zonas habitadas

Por presencia de cables eléctricos con tensión

Por manipulación de cables con corriente

Por la existencia de tuberías de gas o de agua

C.S.	L.A.	C.T.
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

## 5 Medidas preventivas

Para evitar o reducir los riesgos relacionados, se adoptarán las siguientes medidas:

### 5.1 Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo

- Se mantendrá el orden y la higiene en la zona de trabajo.
- Se acondicionarán pasos para peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de trabajo.
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se disponga de las definitivas.
- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.
- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
  - Sólo podrá subir un operario.
  - Mientras el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base.
  - La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plano al que se quiere acceder.
  - Las escalas de más de 12 m se atarán por sus dos extremos.
  - Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa.
  - Si se trabaja por encima de 2 m utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo distinto de la escala.
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar a diferentes niveles en la misma vertical y permanecer debajo de cargas suspendidas.



- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de trabajo.
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.
- Se procederá al entibado de las paredes de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenamiento de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidos.
- Todos los productos químicos a utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y tomas de tierra.
- Se utilizarán transformadores de seguridad para trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal deberá haber recibido una formación general de seguridad y además el personal que deba realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura
- Por trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga deberá haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.
- Los vehículos utilizados para transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al corriente de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antirretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por lo que se requerirá tener un conocimiento previo del trazado y características de las mismas.
- Se utilizarán los equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en la instalación en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad colectivo que se necesite.
- Sólo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Para la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:

- Procedimiento de trabajo específico.
- Material de seguridad colectivo que se necesite.
- Aceptación de la empresa distribuidora eléctrica del procedimiento de trabajo.
- Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión.

## 5.2 Prevención de riesgos laborales a nivel individual

El personal de obra debe disponer, con carácter general, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiendo de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada para el tipo de trabajo que se realice.
- Impermeable.
- Calzado de seguridad.
- Botas de agua.
- Trepadora y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
- Guantes de protección para golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
- Guantes de protección eléctrica.
- Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilería, etc.
- Gafas de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
  - Arco eléctrico.
  - Soldaduras y oxicorte.
  - Proyección de partículas sólidas.
  - Ambiente polvoriento.
- Pantalla facial.
- Orejeras y tapones para protección acústica.
- Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
- Máscara autofiltrante trabajos con ambiente polvoriento.
- Equipos autónomos de respiración.
- Productos repelentes de insectos.
- Aparatos asusta-perros.
- Pastillas de sal (estrés térmico).

Todo el material estará en perfecto estado de uso.

### 5.3 Prevención de riesgos de daños a terceros

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

## 6 Normativa aplicable

En el proceso de ejecución de los trabajos deberán observarse las normas y reglamentos de seguridad vigentes. A título orientativo, y sin carácter limitativo, se adjunta una relación de la normativa aplicable:

- Decreto de 26 de julio de 1957, por el que se regulan los Trabajos prohibidos a la mujer y a los menores.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RD 337/2014, 9 Mayo), así como las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 31 de agosto de 1987, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 12 de enero de 1998, por la que se aprueba el modelo de Libro de Incidencias en las obras de construcción.
- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Decreto 399/2004, de 5 de octubre de 2004, por el que se crea el registro de delegados y delegadas de prevención y el registro de comités de seguridad y salud, y se regula el depósito de las comunicaciones de designación de delegados y delegadas de prevención y constitución de los comités de seguridad y salud.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Convenios colectivos.
- Ordenanzas municipales.
- Instrucción general de operaciones, normas y procedimientos relativos a seguridad y salud laboral de la empresa contratante.

En Jaén, Agosto de 2.017

**AUTOR:**

**D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
**Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental**  
**Colegiado 2116**



# ANEXO 1: GESTIÓN DE RESIDUOS

**PROYECTO DE  
NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-  
AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE  
MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2,  
ENTRE LAMT “CHARILLA” Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y  
REFORMA DEL CD 29786 “CDT-CHARILLA”  
T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).**

**PETICIONARIO:**

**Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.**  
**CIF: B- 82.846.817**  
**Avda. de Vilanova nº 12**  
**08018 - Barcelona**





## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>225</b>
<b>2</b>	<b>Objeto .....</b>	<b>225</b>
<b>3</b>	<b>Reglamentación .....</b>	<b>226</b>
<b>4</b>	<b>Agentes .....</b>	<b>226</b>
4.1	Productor .....	226
4.2	Poseedor.....	227
4.3	Gestor .....	227
<b>5</b>	<b>Estimación de la cantidad de residuos de construcción que se generan en la obra (según orden mam/304/2002 .....</b>	<b>228</b>
5.1	Tipos de residuos.....	228
5.2	Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra.....	231
<b>6</b>	<b>Medidas para la prevención de generación de residuos .....</b>	<b>232</b>
<b>7</b>	<b>Medidas de separación en obra. ....</b>	<b>235</b>
<b>8</b>	<b>Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra .....</b>	<b>237</b>
8.1	Reutilización en la misma obra:.....	237
8.2	Valorización en la misma obra:.....	237
8.3	Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables "in situ".....	237
<b>9</b>	<b>Planos de las instalaciones previstas .....</b>	<b>237</b>

## 1 Introducción

El presente documento constituye el ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS para el *PROYECTO DE NUEVA LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR 94-AL1/22-ST1A (LA-110) Y NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 25KV CONDUCTOR RH5Z1 240MM2, ENTRE LAMT "CHARILLA" Y SUBESTACIÓN MAZUELOS, Y REFORMA DEL CD 29786 "CDT-CHARILLA", T.M. ALCALÁ REAL (JAÉN).*

De acuerdo con artículo 4.1 del RD 105/2008, el productor de residuos (promotor), tiene la obligación de incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido mínimo:

- Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra objeto del proyecto.
- Medidas de separación de los residuos en obra
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de los residuos generados en obra.
- Planos de las instalaciones previstas
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones.
- Presupuesto previsto de la gestión de los residuos.

## 2 Objeto

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos, aplicado a Líneas Aéreas de Media Tensión de hasta 30 kV destinadas a formar parte de las redes de distribución de ENDESA DISTRIBUCIÓN, siendo de aplicación tanto para las instalaciones construidas por la citada empresa como para las construidas por terceros y cedidas a ella.

En los siguientes apartados se detalla el contenido del "Estudio de Gestión de Residuos" que debe acompañar al proyecto de ejecución de la obra siempre y cuando se generen residuos.

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

### 3 Reglamentación

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011 de 28 de julio de Residuos y suelos contaminados
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados
- Normativa específica de la Comunidad Autónoma y Ordenanzas Municipales.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.

### 4 Agentes

#### 4.1 Productor

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como productor de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD):

- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición. En aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquiriente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

El productor está obligado a disponer de la documentación que acredite que los RCD realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

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

## 4.2 Poseedor

A los efectos del real decreto 105/2008 se entiende como poseedor de RCD la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos.

En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos.

En el artículo 5 del RD 105/2008 establece las obligaciones del poseedor de RCD. En él se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD que se vayan a producir en la obra.

El poseedor de RCD, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.

Los RCD se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los RCD por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

## 4.3 Gestor

El gestor, según el artículo 7 del Real Decreto 105/2008, cumplirá con las siguientes obligaciones:

- a) En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.

- b) Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en la letra a) La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
- c) Extender al poseedor o al gestor que le entregue RCD, en los términos recogidos en el real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia.

Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguientes a que fueron destinados los residuos.

- d) En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el producto, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

## 5 Estimación de la cantidad de residuos de construcción que se generan en la obra (según orden mam/304/2002)

### 5.1 Tipos de residuos

Para cada obra se indicarán los tipos de residuos que se pueden generar, marcando en las casillas correspondientes cada tipo de RCD que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

**RCD de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

**RCD de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. (Abastecimiento y saneamiento, telecomunicaciones, suministro eléctrico, gasificación y otros).

En ambos casos, son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

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

#### A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN		
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

#### A.2.: RCDs Nivel II

RCD: Naturaleza no pétreo		
<b>1. Asfalto</b>		
X	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
<b>2. Madera</b>		
	17 02 01	Madera
<b>3. Metales</b>		
	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
X	17 04 06	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
<b>4. Papel</b>		
	20 01 01	Papel
<b>5. Plástico</b>		
X	17 02 03	Plástico
<b>6. Vidrio</b>		
	17 02 02	Vidrio
<b>7. Yeso</b>		
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo		
<b>1. Arena Grava y otros áridos</b>		
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla



<b>2. Hormigón</b>		
<b>X</b>	17 01 01	Hormigón

<b>3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos</b>		
<b>X</b>	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.

<b>4. Piedra</b>		
<b>X</b>	17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>		
<b>1. Basuras</b>		
	20 02 01	Residuos biodegradables
	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

<b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b>		
	17 01 06	mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
<b>X</b>	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla
<b>X</b>	17 03 03	Alquitran de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos, alquitran de hulla y otras SP's
	17 06 01	Materiales de aislamiento que contienen Amianto
	17 06 03	Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
	17 06 05	Materiales de construcción que contienen Amianto
	17 08 01	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP's
	17 09 01	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
	17 09 02	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's
	17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
	17 06 04	Materiales de aislamientos distintos de los 17 06 01 y 03
	17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
	17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas

17 05 07	Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
13 02 05	Aceites usados (minerales no clorados de motor,...)
16 01 07	Filtros de aceite
20 01 21	Tubos fluorescentes
16 06 04	Pilas alcalinas y salinas
16 06 03	Pilas botón
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11	Sobrantes de pintura o barnices
14 06 03	Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01	Sobrantes de desencofrantes
15 01 11	Aerosoles vacíos
16 06 01	Baterías de plomo
13 07 03	Hidrocarburos con agua
17 09 04	RDCs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

## 5.2 Estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la obra

Los residuos que se generarán pueden clasificarse según el tipo de obra en:

- Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos...)
- Residuos de actividades de nueva construcción
- Residuos procedentes de demoliciones

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m<sup>2</sup> construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m<sup>3</sup>.

**En apoyos** suponemos que el 90% de las tierras no se reutilizan y que de éste 90% un 10% es de residuos Nivel II.

La estimación completa de residuos en la obra seguiría una estructura similar o igual a:

Estimación de residuos:				
Volumen total de residuos Nivel II	20,24	m <sup>3</sup>		
Densidad tipo (entre 0,5 y 1,5 T/m <sup>3</sup> )	1,10	Tm/m <sup>3</sup>		
Toneladas de residuos Nivel II	22,26	Tm		
Volumen de tierras sobrantes Nivel I	202,40	m <sup>3</sup>		
Presupuesto estimado de la obra	223.738,19	€		
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	4.922,24	€	(entre 1,00 - 2,50 % del PEM)	

Con el dato estimado de RCD por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCD que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>				
		<b>Tm</b>	<b>d</b>	<b>V</b>
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC		Toneladas de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Tierras
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		303,60	1,50	202,40
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>				
	<b>%</b>	<b>Tm</b>	<b>d</b>	<b>V</b>
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
1. Asfalto	0,050	1,11	1,30	0,86
2. Madera	0,040	0,89	0,60	1,48
3. Metales	0,025	0,56	1,50	0,37
4. Papel	0,003	0,07	0,90	0,07
5. Plástico	0,015	0,33	0,90	0,37
6. Vidrio	0,005	0,11	1,50	0,07
7. Yeso	0,002	0,04	1,20	0,04
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,140</b>	<b>3,12</b>		<b>3,27</b>
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
1. Arena Grava y otros áridos	0,040	0,89	1,50	0,59
2. Hormigón	0,120	2,67	1,50	1,78
3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos	0,540	12,02	1,50	8,02
4. Piedra	0,050	1,11	1,50	0,74
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,750</b>	<b>16,70</b>		<b>11,13</b>
<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>				
1. Basuras	0,070	1,56	0,90	1,73
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,040	0,89	0,50	1,78
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,110</b>	<b>2,45</b>		<b>3,51</b>
	<b>1,000</b>	<b>22,26</b>		

## 6 Medidas para la prevención de generación de residuos

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere. Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.
- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.
- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.
- Utilización de elementos prefabricados.

- e) Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.
- f) Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- g) Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- h) Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

Se adoptarán todas las medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos. Como medida especial, será obligatorio hacer un inventario de los posibles residuos peligrosos que se puedan generar en la obra. En ese caso se procederá a su retirada selectiva y entrega a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En la fase de redacción del proyecto se deberá tener en cuenta distintas alternativas constructivas y de diseño que dará lugar a la generación de una menor cantidad de residuos.

Como criterio general se adoptarán las siguientes medidas genéricas para la prevención y minimización de generación de residuos, en distintas fases de la obra:

#### Prevención en tareas de demolición

En la medida de lo posible, las tareas de demolición se realizarán empleando técnicas de desconstrucción selectiva y de desmontaje con el fin de favorecer la reutilización, reciclado y valorización de los residuos.

Como norma general, la demolición se iniciará con los residuos peligrosos, posteriormente los residuos destinados a reutilización, tras ellos los que se valoricen y finalmente los que se depositarán en vertedero.

#### Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad necesaria a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos, la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palets, serán tratados de forma que se evite su deterioro y serán devueltos al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

#### Prevención en la Puesta en Obra

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos conforme al tamaño del módulo de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de los mismos.

En concreto se pondrá especial interés en:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.
- Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.
- Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas se pedirá su suministro con las dimensiones justas, evitando así sobrantes innecesarios.

- Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, optimizando su solución.
- En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
- Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
- El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

#### Prevención en el Almacenamiento en Obra

En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.

Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.

Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.

Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.

En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se pueden producir percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

Se pactará la disminución y devolución de embalajes y envases a suministradores y proveedores. Se potenciará la utilización de materiales con embalajes reciclados y elementos retornables. Así mismo se convendrá la devolución de los materiales sobrantes que sea posible.

## 7 Medidas de separación en obra.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los RCD deberán separarse, para facilitar su valoración posterior, en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón	80 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 T
Metales	2 T



<b>Madera</b>	1 T
<b>Vidrio</b>	1 T
<b>Plásticos</b>	0,5 T
<b>Papel y cartón</b>	0,5 T

De acuerdo con las estimaciones realizadas en el apartado 5.2, obtenemos los siguientes valores:

<b>Hormigón</b>	2,67 T
<b>Ladrillos, tejas, cerámicos</b>	12,02 T
<b>Metales</b>	0,56 T
<b>Madera</b>	0,89T
<b>Vidrio</b>	0,11 T
<b>Plásticos</b>	0,33 T
<b>Papel y cartón</b>	0,07 T

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad requeridas en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Todos los envases que lleven residuos deben estar claramente identificados, indicando en todo momento el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del poseedor y el pictograma de peligro en su caso.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en las zonas acondicionadas para ellos conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Para aquellas obras en la que por falta de espacio no resulte técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, ésta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de RCD externa a la obra.

## **8 Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos generados en la obra**

### **8.1 Reutilización en la misma obra:**

Es la recuperación de elementos constructivos completos con las mínimas transformaciones posibles.

Si se reutiliza algún otro residuo, habrá que explicar si se le aplica algún tratamiento.

Se potenciará la reutilización de los encofrados y otros medios auxiliares todo lo que sea posible, así como la devolución de embalajes, envases, etc.

### **8.2 Valorización en la misma obra:**

Son operaciones de deconstrucción y de separación y recogida selectiva de los residuos en el mismo lugar donde se producen.

Estas operaciones consiguen mejorar las posibilidades de valorización de los residuos, ya que facilitan el reciclaje o reutilización posterior. Son imprescindibles cuando se deben separar residuos potencialmente peligrosos para su tratamiento.

Si se valorizara algún residuo, habrá que explicar el proceso y la maquinaria a emplear.

### **8.3 Eliminación de residuos no reutilizables ni valorizables “in situ”**

El tratamiento o vertido de los residuos producidos en obra se realizará a través de una empresa de gestión y tratamiento de residuos autorizada para la gestión de los mismos.

## **9 Planos de las instalaciones previstas**

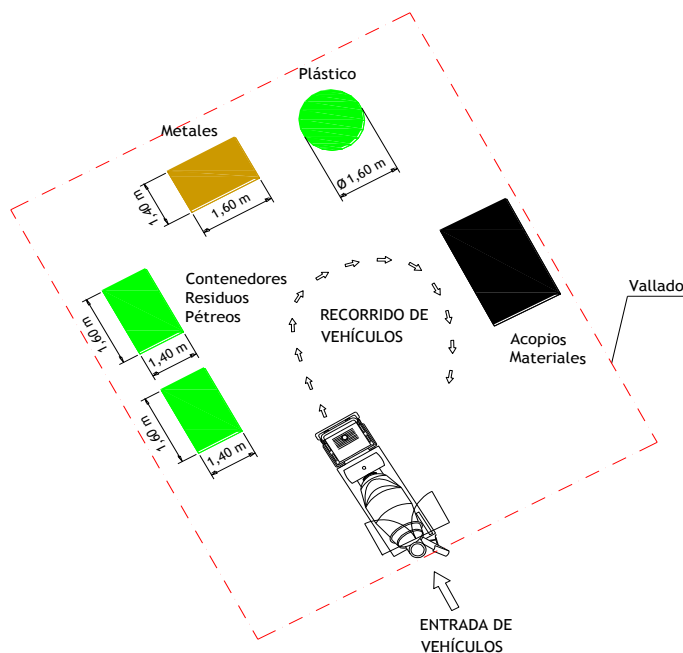
Se debe aportar en el Estudio de Gestión de Residuos los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en la obra, planos que posteriormente podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, siempre con el acuerdo de la dirección de la obra.

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).

- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

A continuación se incluye, a nivel esquemático, el detalle de las instalaciones previstas:



## 10 Pliego de condiciones

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los RCD en obra.

### Gestión de RCD

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones.

### Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

## Limpeza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

## Con carácter Particular

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto (se marcan aquellas que sean de aplicación a la obra)

	<p>Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes.</p> <p>Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.</p>
<b>X</b>	El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m <sup>3</sup> , contadores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
<b>X</b>	El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
	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 la obra a la que prestan servicio.
<b>X</b>	En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
<b>X</b>	<p>Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados.</p> <p>La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
<b>X</b>	Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos

<b>X</b>	La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal.
<b>X</b>	Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.  En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
<b>X</b>	Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
<b>X</b>	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
<b>X</b>	Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenada durante el menor tiempo posible en cabellones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y a contaminación con otros materiales

## 11 Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto del estudio de gestión de los residuos se usará el modelo siguiente o similar:

<b>A.- ESTIMACION DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs</b>					
Tipología RCDs	Estimación (m³)	Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³)	Importe (€)	Importe mínimo(€)	% del presupuesto de Obra
<b>A1 RCDs Nivel I</b>					
Tierras y pétreos de la excavación	202,40	8,00	1.619,22	<b>1.619,22</b>	0,7237%
Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 €					<b>0,7237%</b>
<b>A2 RCDs Nivel II</b>					
RCDs Naturaleza Pétreo	11,13	20,00	222,64	222,64	0,0995%
RCDs Naturaleza No Pétreo (metales)	0,37	-105,00	-38,96	-38,96	-0,0174%
RCDs Naturaleza No Pétreo (resto)	2,90	23,00	66,64	66,64	0,0298%
RCDs Potencialmente peligrosos	3,51	30,00	105,38	105,38	0,0471%
Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra					<b>0,2000%</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs</b>			<b>1.974,92</b>	<b>1.974,92</b>	<b>0,9237%</b>

En Jaén, Noviembre de 2.017

**AUTOR:**

**D. Alejandro Rey-Stolle Degollada**  
 Col. Ing. Industriales de Andalucía Oriental  
 Colegiado 2116