



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Suministro eléctrico en media tensión para  
interconectar las poblaciones de Lumpiaque y  
Urrea de Jalón  
Medium voltage electric supply to interconnect the  
villages of Lumpiaque and Urrea de Jalón

Autor

Cristina Gómez Castillo

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
2020/2021





## Documentos del Proyecto

### ÍNDICE GENERAL

- 1.- Memoria
- 2.- Anexo I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- 3.- Pliego de Condiciones
- 4.- Presupuesto
- 5.- Estudio básico de Seguridad y Salud
- 6.- Planos



## Documento 1

### MEMORIA



## ÍNDICE

<b>CAPITULO I: GENERALIDADES .....</b>	<b>1</b>
1.- OBJETO DEL PROYECTO .....	1
2.- PETICIONARIO .....	1
3.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	1
4.- TIEMPO DE EJECUCIÓN .....	2
5.- LEGISLACIÓN APLICABLE .....	2
<b>CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.- DESCRIPCIÓN GENERAL .....	4
2.- CARACTERÍSTICAS LÍNEA AÉREA .....	6
2.1.- Afecciones a Entidades y Organismos .....	6
2.2.- Propietarios y Particulares Afectados .....	8
2.3.- Conductor .....	11
2.4.- Apoyos .....	12
2.5.- Armados .....	14
2.6.- Aislamiento .....	16
2.7.- Herrajes y accesorios .....	17
2.8.- Aparamenta .....	19
2.9.- Protecciones .....	21
2.10.- Cimentaciones .....	21
2.11.- Puesta a tierra .....	23
2.12.- Señalización .....	26
3.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA .....	27
<b>CAPITULO III: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>29</b>
1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	29
2.- DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA .....	29
2.1.- Sistemas de instalación .....	29
2.2.- Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos .....	31
2.3.- Señalizaciones .....	32
2.4.- Cierre de zanjas .....	32
2.5.- Reposición del pavimento .....	32
3.- CARACTERÍSTICAS .....	32
3.1.- Propietarios y particulares afectados .....	32
3.2.- Entidades y organismos afectados .....	33
3.3.- Tensión nominal .....	33
3.4.- Cable subterráneo .....	33
3.5.- Empalmes .....	36
3.6.- Terminales .....	37
3.7.- Esquema de conexión .....	38



3.8.- Protecciones contra sobrecargas .....	38
3.9.- Autoválvulas - pararrayos .....	38
3.10.-Conversiones de línea aérea a subterránea .....	40
<b>CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>41</b>
1.- DESCRIPCIÓN .....	41
2.- INSTALACIÓN DEL EDIFICIO PREFABRICADO .....	41
2.1.- Generalidades .....	41
2.2.- Dimensiones de la excavación.....	41
2.3.- Tipo de terreno .....	42
3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	42
3.1.- Aparamenta.....	42
3.2.- Cuadro de Baja tensión.....	43
3.3.- Transformador.....	43
3.4.- Conductores de conexionado .....	44
4.- PROTECCIONES .....	45
4.1.- Protección contra sobrecargas .....	45
4.2.- Protección térmica del transformador .....	45
4.3.- Protección contra cortocircuitos externos .....	45
4.4.- Protección contra sobretensiones en MT .....	46
5.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	46
5.1.- Diseño de la instalación de puesta a tierra .....	47
5.2.- Electrodo de puesta a tierra .....	48
5.3.- Puesta a tierra de protección .....	48
5.4.- Puesta a tierra de servicio.....	49
5.5.- Cálculo de la Red de Tierras.....	49
6.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL .....	50
6.1.- Edificios prefabricados .....	50
6.2.- Cimentación .....	50
6.3.- Canalizaciones para cables .....	50
6.4.- Depósito de recogida de aceite.....	51
7.- ALUMBRADO .....	51
8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	51
9.- PANTALLAS DE PROTECCIÓN .....	52
10.- VENTILACIÓN.....	52
11.- INSONORIZACIÓN Y MEDIDAS ANTI VIBRACIONES.....	52
12.- PROTECCIÓN CONTRA LA CONTAMINACIÓN .....	52
13.- SEÑALIZACIÓN Y MATERIAL DE SEGURIDAD .....	53
<b>CAPITULO V: RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>

## **CAPITULO I: GENERALIDADES**

### **1.- OBJETO DEL PROYECTO**

El presente proyecto tiene como objeto describir una nueva línea aérea de media tensión 15kV para realizar un cierre en la red de distribución entre las poblaciones de Lumpiaque y Urrea de Jalón, mediante la interconexión de la Línea Aérea MT“SET Rueda – Lumpiaque” con el centro de transformación “Urrea Nº 1” del cual partirá una línea subterránea que finalizará en un segundo centro de transformación “Urrea Nº 2” que servirá de aprovisionamiento al polígono de la localidad de Urrea de Jalón. Obtendremos una mejora de la calidad y fiabilidad del servicio de energía eléctrica en la zona, en los términos municipales de Rueda de Jalón, Plasencia de Jalón y Urrea de Jalón, provincia de Zaragoza.

Con la redacción de esta memoria se persigue, además, servir de base a todos los trámites oficiales o privados que sean precisos para obtener la autorización necesaria para llevar a cabo dichas instalaciones y su posterior puesta en servicio, de acuerdo con el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

### **2.- PETICIONARIO**

Se redacta el presente proyecto a petición de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza como Trabajo Fin de Grado para la titulación de ingeniería eléctrica.

### **3.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES**

La línea de media tensión, en proyecto, será aéreo-subterránea y estará ubicada en los polígonos 31, 9 y 10 de Rueda de Jalón, 5 y 6 de Plasencia de Jalón y 9 y 1 de Urrea de Jalón.

Los Centros de Transformación objeto del presente proyecto tienen las siguientes coordenadas:

C.T.	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
Urrea Nº1	646.799	4.614.320	Urrea de Jalón
Urrea Nº2	646.987	1.614.503	Urrea de Jalón

Tabla 1. Emplazamiento Centros de Transformación



#### 4.- TIEMPO DE EJECUCIÓN

La obra tendrá una duración estimada de 4 meses.

#### 5.- LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción de este proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes prescripciones y disposiciones contenidas en:

- *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.*
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002).*
- *Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.*
- *Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).*
- *Orden FOM/1382/2002, de 16 mayo, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.*
- *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 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)*
- *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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.*





- *Decreto 34/2005, de de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna*
- *Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.*
- *Reglamento de Ley de Carreteras de Aragón Decreto 206/2003, de 22 de julio.*
- *Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.*
- *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.*
- *Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos y sus correspondientes revisiones y actualizaciones.*
- *Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento, definen características de elementos integrantes de las LSMT y LAMT.*
- *Otras reglamentaciones o disposiciones administrativas nacionales, autonómicas o locales vigentes de obligado cumplimiento no especificadas que sean de aplicación.*

## **CAPITULO II: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

### **1.- DESCRIPCIÓN GENERAL**

La línea eléctrica objeto del presente proyecto tiene su origen en el apoyo N°1 el cual es existente y donde instalaremos una cruceta derivación para partir con la nueva línea donde, a través de 12 alineaciones y 45 apoyos, se llegará al CT “Urrea N°1” desde el cual se partirá con una línea subterránea hasta un segundo CT “Urrea N°2” dispuesto para alimentar el polígono de la localidad.

La longitud total de la línea aérea es de 6.501,06 metros, discurriendo por los siguientes términos municipales:

Rueda de Jalón:	2.708 m.
Plasencia de Jalón:	2.757 m.
Urrea de Jalón:	1.036 m.

La línea proyectada está formada por los siguientes tramos:

#### **TRAMOS ENTRE APOYOS N°1 A CT “Urrea N°1”**

Nº ALINEACIÓN	APOYOS Nº	LONGITUD (m)	ÁNGULO (g)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	P1 Exist- -2	72,81	95,851	Rueda de Jalón
2	2 – 5	451,99	165,723	Rueda de Jalón
3	5 – 12	1.018,52	163,632	Rueda de Jalón
4	12 – 18	921,10	201 ,968	Rueda de Jalón
5	18 – 31	1.914,63	198,154	Rueda de Jalón
6	31 – 34	464,50	279,369	Rueda de Jalón / Plasencia de Jalón
7	34 – 36	265,89	205,019	Plasencia de Jalón
8	36 – 40	531,85	175,386	Plasencia de Jalón / Urrea de Jalón
9	40 – 41	212,39	172,217	Urrea de Jalón
10	41 – 43	312,69	237,478	Urrea de Jalón
11	43 – 44	131,56	224,233	Urrea de Jalón
12	44 – 45	165,30	173,26	Urrea de Jalón
<b>TOTAL</b>	<b>45 UD.</b>	<b>6.501,06</b>		

Tabla 2. Tramos que forman la línea aérea



En el apoyo N° 1 existente se instalarán dos semicrucetas para realizar la derivación en el apoyo existente.

En el presente proyecto, se forrará el puente flojo de la fase central en el armado tipo TR2 y TR3 a instalar. Se aislarán con vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar fabricada con silicona tipo HTV de un nivel hidrófugo Hc2 y una alta resistencia a los rayos UV.

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

Nº APOYO	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Z
1Exist.	641.621	4.611.952	325,320
2	641.690	4.611.931	324,257
3	641.826	4.611.964	321,078
4	641.980	4.612.002	318,882
5	642.129	4.612.039	316,926
6	642.235	4.612.152	312,436
7	642.346	4.612.271	310,563
8	642.458	4.612.390	309,120
9	642.570	4.612.509	306,793
10	642.682	4.612.629	307,518
11	642.765	4.612.717	305,605
12	642.826	4.612.783	303,456
13	642.950	4.612.907	304,464
14	643.079	4.613.037	302,618
15	643.205	4.613.163	304,128
16	643.332	4.613.290	302,919
17	643.413	4.613.372	300,065
18	643.476	4.613.435	301,262
19	643.574	4.613.539	292,718
20	643.696	4.613.668	293,344
21	643.802	4.613.781	301,742
22	643.910	4.613.896	293,181
23	644.031	4.614.025	297,848
24	644.112	4.614.110	309,638
25	644.217	4.614.222	311,662
26	644.295	4.614.305	306,851
27	644.427	4.614.445	307,361
28	644.558	4.614.585	304,040
29	644.651	4.614.684	300,331
30	644.744	4.614.783	300,994
31	644.812	4.614.855	298,058
32	644.932	4.614.799	287,856
33	645.080	4.614.731	284,525



Nº APOYO	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Z
34	645.237	4.614.660	279,140
35	645.356	4.614.593	278,674
36	645.469	4.614.530	278,802
37	645.595	4.614.514	278,841
38	645.741	4.614.496	278,800
39	645.864	4.614.481	277,017
40	645.996	4.614.465	276,608
41	646.199	4.614.530	278,830
42	646.344	4.614.489	280,005
43	646.499	4.614.445	280,583
44	646.604	4.614.365	279,798
45	646.764	4.614.325	280,300

Tabla 3. Datos topográficos

La mayor cota del terreno se encuentra en las inmediaciones del apoyo N°1 el cual alcanza una cota de 325,32 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 "A".

## 2.- CARACTERÍSTICAS LÍNEA AÉREA

### 2.1.- Afecciones a Entidades y Organismos

Los organismos o entidades afectados por la línea aérea en proyecto o por cruzamientos, los cuales cumplirán lo establecido en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, se muestran a continuación::

- **AYUNTAMIENTO DE RUEDA DE JALÓN**
- **AYUNTAMIENTO DE PLASENCIA DE JALÓN**
- **AYUNTAMIENTO DE URREA DE JALÓN**
  
- **D.G.A. (CARRETERAS)**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	2 - 3	Cruzamiento con Ctra. A-1303 en el p.K. 30+0,853	Rueda de Jalón

Tabla 4. Afectados por la línea I

- **I.N.A.G.A.(VÍAS PECUARIAS)**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	2 - 3	Cruzamiento con Vereda de Rueda de Jalón a Hoya Redonda o de la Andrea. (ml afección = 10,70 m)	Rueda de Jalón
2	31 - 32	Cruzamiento con Vereda de Gaulor. (ml afección = 8,72 m)	Plasencia de Jalón

Tabla 5. Afectados por la línea II

- **CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	9 - 10	Cruzamiento con Desagüe	Rueda de Jalón
2	15 - 16	Cruzamiento con Barranco de la Condesa	Rueda de Jalón
3	27 - 28	Cruzamiento con Barranquera	Plasencia de Jalón
4	40 - 41	Cruzamiento con Río Jalón	Urrea de Jalón

Tabla 6. Afectados por la línea III

- **COMUNIDAD DE REGANTES LONGÁS**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	18 - 19	Cruzamiento acequia o Caulor de Plasencia de Jalón	Rueda de Jalón
2	19 - 20	Cruzamiento acequia o Caulor de Plasencia de Jalón	Rueda de Jalón / Plasencia de Jalón
3	32 - 33	Cruzamiento acequia o Caulor de Plasencia de Jalón	Plasencia de Jalón
4	33 - 34	Cruzamiento acequia	Plasencia de Jalón

Tabla 7. Afectados por la línea IV

- **ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	35 - 36	Cruzamiento con LAV Madrid-Zaragoza en el p.K. 303+0,539 de ADIF	Plasencia de Jalón

Tabla 8. Afectados por la línea V

- **HERMANDAD DE URREA DE JALÓN, PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARDOLES**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	34 - 35	Cruzamiento con acequia	Plasencia de Jalón
2	35 - 36	Cruzamiento con acequia	Plasencia de Jalón
3	38 - 39	Cruzamiento con acequia	Urrea de Jalón
4	40 - 41	Cruzamiento con acequias	Urrea de Jalón
5	50 - 51	Cruzamiento con acequia y desagüe	Urrea de Jalón
6	44 - 45	Cruzamiento con acequia	Urrea de Jalón

Tabla 9. Afectados por la línea VI

- **SINDICATO DE RIEGOS DE LA REAL ACEQUIA DE LUCENI**

Nº CRUCE	APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
1	37 - 38	Cruzamiento con Acequia	Plasencia de Jalón
2	38 - 39	Cruzamiento con Acequia	Plasencia de Jalón

Tabla 10. Afectados por la línea VII

## 2.2.- Propietarios y Particulares Afectados

La relación de propietarios con bienes y derechos afectados es la que se muestra en las siguientes tablas:

Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Polígono Nº	Nº parcela	Long. (m)	Nº Apoyo	
1	Rueda de Jalón	18	90	75	2	EL PLANO
2	Rueda de Jalón	18	91	62		EL PLANO
3	Rueda de Jalón	18	9010	3		CTRA A-1303 BORJA-LUMPIAQUE
4	Rueda de Jalón	30	9008	11		CTRA A-1303 BORJA-LUMPIAQUE
5	Rueda de Jalón	30	12	23		EL PLANO
6	Rueda de Jalón	30	13	45	3	EL PLANO
7	Rueda de Jalón	30	9	2		EL PLANO
8	Rueda de Jalón	30	8	29		EL PLANO
9	Rueda de Jalón	31	9012	5		CNO DE LA CONDESA DE



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Polígono Nº	Nº parcela	Long. (m)	Nº Apoyo	
10	Rueda de Jalón	31	20	105	4	EL PLANO
11	Rueda de Jalón	31	19	56	4	EL PLANO
12	Rueda de Jalón	31	24	23		EL PLANO
13	Rueda de Jalón	31	25	31		EL PLANO
14	Rueda de Jalón	31	26	56	5	EL PLANO
15	Rueda de Jalón	31	8	77	5	LA SERRETA BAJA
16	Rueda de Jalón	31	29	75		EL PLANO
17	Rueda de Jalón	31	7	48	6	LA SERRETA BAJA
18	Rueda de Jalón	31	9011	3		CAMINO
19	Rueda de Jalón	31	51	462	7,8,9	LA SERRETA BAJA
20	Rueda de Jalón	31	9007	6		CNO DE LA PARIDERA DE
21	Rueda de Jalón	9	24	142	10	LA SERRETA BAJA
22	Rueda de Jalón	9	25	326	12	LA SERRETA BAJA
23	Rueda de Jalón	9	6	19		LA SERRETA BAJA
24	Rueda de Jalón	9	9006	14		CAMINO DE LA CANTERA
25	Rueda de Jalón	10	489	23	13	LA SERRETA
26	Rueda de Jalón	10	488	181		LA SERRETA
27	Rueda de Jalón	10	487	128	14	LA SERRETA
28	Rueda de Jalón	10	515	49		LA SERRETA
29	Rueda de Jalón	10	1	183	15, 16	LA SERRETA BAJA
30	Rueda de Jalón	10	48	203	16, 17	LA SERRETA
31	Rueda de Jalón	10	2	103	18	LA SERRETA BAJA
32	Rueda de Jalón	10	9002	10		ACEQUIA DE MARECA
33	Rueda de Jalón	10	11	37	19	BARRABEO
34	Rueda de Jalón	10	12	21	19	BARRABEO
35	Rueda de Jalón	10	10	41		BARRABEO
36	Rueda de Jalón	10	4	11		BARRABEO
37	Rueda de Jalón	10	9	22		BARRABEO
38	Plasencia de Jalón	5	9004	8		DEHESA DEL ESPARTAL
39	Plasencia de Jalón	5	852	36		PASTRIZ
40	Plasencia de Jalón	5	862	35		PASTRIZ
41	Plasencia de Jalón	5	855	29	20	PASTRIZ
42	Plasencia de Jalón	5	9006	5		DEHESA DEL ESPARTAL
43	Plasencia de Jalón	5	858	361	21,22	PARIDERA
44	Plasencia de Jalón	5	9007	8		PASTRIZ
45	Plasencia de Jalón	6	9003	9		DEHESA DEL ESPARTAL
46	Plasencia de Jalón	6	110	90	23	PARIDERA
47	Plasencia de Jalón	6	1115	265	24, 25	DEHESA DEL ESPARTAL
48	Plasencia de Jalón	6	1114	249	25, 26	DEHESA DEL ESPARTAL
49	Plasencia de Jalón	6	1009	197	27	DEHESA DEL ESPARTAL
50	Plasencia de Jalón	6	1027	541	28,29,30,31	DEHESA DE LA LOMAZA
51	Plasencia de Jalón	5	697	91	32	CAULOR
52	Plasencia de Jalón	5	9041	67		CAULOR



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Polígono Nº	Nº parcela	Long. (m)	Nº Apoyo	
53	Plasencia de Jalón	5	719	6	33	CAULOR
54	Plasencia de Jalón	5	9044	18		CAULOR
55	Plasencia de Jalón	5	9040	6		CAULOR
56	Plasencia de Jalón	5	9049	3		LAS CANTERAS
57	Plasencia de Jalón	5	725	39		CAULOR
58	Plasencia de Jalón	5	726	45		CAULOR
59	Plasencia de Jalón	5	728	62		CAULOR
60	Plasencia de Jalón	5	729	90	34	CAULOR
61	Plasencia de Jalón	5	709	34		CAULOR
62	Plasencia de Jalón	5	9035	10		CAULOR
63	Plasencia de Jalón	5	707	60	35	CAULOR
64	Plasencia de Jalón	5	9038	7		CAULOR
65	Plasencia de Jalón	5	9086	17		LOS YERMOS
66	Plasencia de Jalón	5	9110	9		CAULOR
67	Plasencia de Jalón	5	554	2		CAULOR
68	Plasencia de Jalón	5	9111	61	36	CAULOR
69	Plasencia de Jalón	5	553	5		CAULOR
70	Plasencia de Jalón	5	536	54		CAULOR
71	Plasencia de Jalón	5	537	21		CAULOR
72	Plasencia de Jalón	5	535	39	37	CAULOR
73	Plasencia de Jalón	5	966	38	37	CAULOR
74	Plasencia de Jalón	5	546	1		CAULOR
75	Plasencia de Jalón	5	9112	7		CAULOR
76	Plasencia de Jalón	5	541	97	38	CAULOR
77	Plasencia de Jalón	5	542	42		CAULOR
78	Urrea de Jalón	9	9003	19		SOTO RODRIGO
79	Urrea de Jalón	9	316	49		CARDOSAS
80	Urrea de Jalón	9	9030	4	39	CARDOSAS
81	Urrea de Jalón	9	306	71		CARDOSAS
82	Urrea de Jalón	9	297	23		CARDOSAS
83	Urrea de Jalón	9	298	49	40	CARDOSAS
84	Urrea de Jalón	9	299	29		CARDOSAS
85	Urrea de Jalón	9	302	22		CARDOSAS
86	Urrea de Jalón	9	300	25		CARDOSAS
87	Urrea de Jalón	9	9039	4		CARDOSAS
88	Urrea de Jalón	9	301	29		CARDOSAS
89	Urrea de Jalón	9	9014	20		RIO JALON
90	Urrea de Jalón	9	342	11		SOTO RODRIGO
91	Urrea de Jalón	9	347	21		SOTO RODRIGO
92	Urrea de Jalón	9	9034	8		CANDECAR
93	Urrea de Jalón	9	348	17		SOTO RODRIGO
94	Urrea de Jalón	9	9037	11		CANDECAR
95	Urrea de Jalón	9	380	172	41,42	CANDECAR
96	Urrea de Jalón	9	9037	11		CANDECAR



Nº de parcela	Datos de la finca			Afección tramo aéreo		Paraje
	Término municipal	Polígono Nº	Nº parcela	Long. (m)	Nº Apoyo	
97	Urrea de Jalón	9	9038	20		CANDECAR
98	Urrea de Jalón	9	379	102		CANDECAR
99	Urrea de Jalón	9	527	7		CANDECAR
100	Urrea de Jalón	9	578	13		CANDECAR
101	Urrea de Jalón	9	9061	3		CANDECAR
102	Urrea de Jalón	9	398	93	43	CANDECAR
103	Urrea de Jalón	9	9041	6		CANDECAR
104	Urrea de Jalón	9	445	36		CANDECAR
105	Urrea de Jalón	9	446	5	44	CANDECA
106	Urrea de Jalón	9	447	7		CANDECAR
107	Urrea de Jalón	1	9005	3		CANDECAR
108	Urrea de Jalón	1	9004	3		VARIOS
109	Urrea de Jalón	1	206	25		MOROS
110	Urrea de Jalón	1	9028	3		POZO
111	Urrea de Jalón	1	209	122	45	POZO
112	Urrea de Jalón			44 subterr.		Avenida Zaragoza, 26

Tabla 11. Propietarios y particulares afectados

### 2.3.- Conductor

El conductor elegido será del tipo aluminio-acero LA-110 (94-AL1/22-st1A), contemplado en la Norma UNE-EN 50182.

Sus características generales son:

#### LA -110

Designación UNE: ..... 94-AL1/22-ST1A (LA-110)  
 Sección total: ..... 116,2 mm<sup>2</sup>  
 Sección equivalente en cobre: ..... 60 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro total: ..... 14,00 mm  
 Composición (Nº de alambres Al/Ac): ..... 30+7  
 Peso del conductor: ..... 0,4325 kg/m  
 Carga de rotura: ..... 4.317 daN  
 Modulo elástico: ..... 8.000 daN/mm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de dilatación lineal: ..... 17,8 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>  
 Resistencia eléctrica: ..... 0,3066Ω/km

## 2.4.- Apoyos

Un apoyo es una estructura de gran altura fabricada de materiales tales como metales, madera u hormigón, ya sean materiales homogéneos o combinación de los citados anteriormente. La función principal es servir de soporte para las líneas eléctricas, manteniendo los conductores a suficiente altura sobre tierra y adecuadamente distanciados entre sí.

Según el apartado 2.4 de la ITC-LAT 07 del RLAT, los apoyos según su función y atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea, se clasifican en:

Según su función:

- Apoyo de suspensión: apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- Apoyo de amarre: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre. Entre apoyos de amarre se define un cantón.
- Apoyo de anclaje: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea, limitando la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Se instalarán como mínimo cada tres kilómetros. Además entre apoyos de anclaje se define un cantón.
- Apoyo de principio o fin de línea: se corresponden con el apoyo primero y último de la línea con cadenas de aislamiento de amarre, capaces de soportar en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.
- Apoyos especiales: son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

Dependiendo del trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- Apoyo de alineación: apoyo en suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo recto de línea. Su función es soportar los conductores y cables de tierra manteniéndolos elevados a la altura reglamentaria.
- Apoyo en ángulo: apoyo en suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de la línea.

Los apoyos elegidos para este proyecto serán del tipo metálico de celosía, donde el fuste estará formado por perfiles angulares de lados iguales soldados o atornillados formando una estructura troncopiramidal cuadrada y la cabeza prismática compuesta por cuatro caras iguales, también de celosía. Todo ello según Recomendación UNESA 6704A, además cumplirán la norma UNE-EN 207017 y la norma particular ENDESA AND001 "Apoyos y armados de perfiles metálicos para líneas de MT hasta 30kV".

En los apoyos metálicos de celosía el recubrimiento superficial que se realizará será el de galvanizado en caliente. En nuestro caso el nivel de contaminación y salinidad ambiental de la zona en que se prevé ubicar los apoyos será normal, pero si estos niveles fueran elevados siguiendo las recomendaciones de la norma UNE-EN ISO 12944-5 y con el consentimiento de la empresa suministradora se aplicaría una protección extra mediante sistemas de pintura protectores.

Es importante tener en cuenta las distancias mínimas de seguridad establecidas en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del RLAT a la hora de dimensionar la altura de los apoyos para evitar los daños de las descargas eléctricas a todo el público en general y los objetos debajo o en las proximidades de la línea.

En la tabla que se muestra a continuación se indica el número de apoyo, su función y su designación:

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO
1 Existente	Entronque	CELOSÍA tipoC4500-14
2	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC3000-16
3	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-16
4	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
5	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-14
6	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
7	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
8	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
9	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
10	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
11	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
12	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
13	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
14	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
15	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
16	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
17	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
18	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-14
19	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
20	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
21	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
22	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-16
23	Alineación- Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-16
24	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-14
25	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-14
26	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-16



27	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
28	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-14
29	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
30	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-18
31	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipo C4500-14
32	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-16
33	Alineación-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
34	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-14
35	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-20
36	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
37	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
38	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-14
39	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
40	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC3000-20
41	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC4500-20
42	Alineación-Suspensión	CELOSÍA tipoC1000-16
43	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-12
44	Ángulo-Anclaje	CELOSÍA tipoC2000-18
45	Fin de línea	CELOSÍA tipoC3000-14

Tabla 12. Características de los apoyos

Las fijaciones de los apoyos al terreno, se realizarán mediante cimentaciones constituidas por un dado de hormigón en masa, de una dosificación de  $200 \text{ kg/m}^3$  y una resistencia mecánica de  $125 \text{ kg/m}^2$ . Las dimensiones serán aquellas que marca la Recomendación UNESA correspondiente.

## 2.5.- Armados

Según la recomendación UNESA 6706B se define armado, como el dispositivo destinado a soportar los conductores a través de la cadena o elemento aislador.

Las características técnicas de los armados deberán soportar las cargas máximas que se aplicarán en los puntos de fijación de los conductores, valores proporcionados según las hipótesis reglamentarias expuestas en la ITC-LAT 07 del RLAT.

Se utilizará dos semicrucetas atirantadas para el apoyo N° 1 existente para realizar la nueva derivación en los apoyos metálicos de celosía, con una distribución en triángulo.

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

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

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	ARMADOS
1 Existente	Entronque	Instalar Cruceta Triangulo TR2 (Derivación); a=1,75 m, b=0,60
2	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
3	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
4	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
5	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
6	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
7	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
8	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
9	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
10	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
11	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
12	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
13	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
14	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
15	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
16	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
17	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
18	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
19	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
20	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
21	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
22	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
23	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Bóveda B4; a=3,00 m, b=1,00 m; c=1,60 m
24	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
25	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
26	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
27	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
28	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
29	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
30	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
31	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
32	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
33	Alineación-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR3; a=2,00 m, b=0,60 m
34	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
35	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
36	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
37	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
38	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
39	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
40	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR3; a=2,00 m, b=0,60 m
41	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR3; a=2,00 m, b=0,60 m
42	Alineación-Suspensión	Instalar Cruceta Bóveda B3; a=2,50 m, b=1,00 m; c=1,60 m
43	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
44	Ángulo-Anclaje	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m
45	Fin de línea	Instalar Cruceta Triangulo TR2; a=1,75 m, b=0,60 m

Tabla 13. Características de los armados

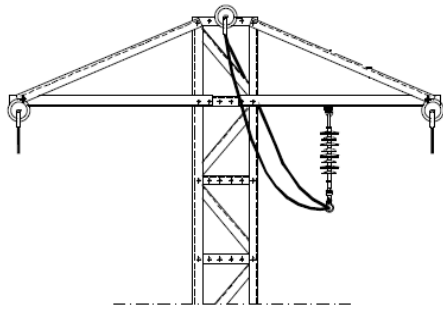


Imagen 1. Armado de triángulo

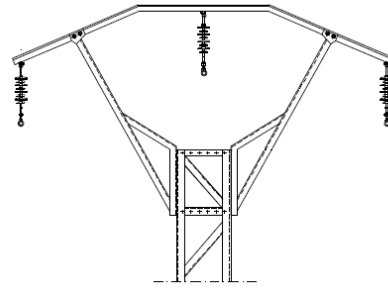


Imagen 2. Armado de bóveda

## 2.6.- Aislamiento

El aislamiento se dimensionará mecánicamente en función del conductor instalado **94-AL1/22-ST1A (LA-110)**, 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. Éste constará de cadenas sencillas con aisladores de bastones de composite.

La línea transcurre por una zona de nivel II de contaminación o medio, correspondiéndose con una zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción, sujetas a vientos frecuentes y/o lluvia. De acuerdo a lo señalado en el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

En la tabla 12 de este mismo apartado, la línea queda definida como de gama I y donde indica las tensiones normalizadas que el aislamiento debe soportar para una tensión más elevada del material ( $U_m$ ) de 17,5 kV, que son las siguientes:

- Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial de valor eficaz 38 kV.
- Tensión soportada a los impulsos tipo rayo de valor de cresta 95 kV.

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.

En base a todo lo citado anteriormente los aisladores a instalar serán del tipo polimérico y se ajustarán a las normas UNE-EN 61.109:2010, UNE-EN 60.372 y UNE-EN 61466 junto con el documento AND012 Aisladores compuestos para cadenas de líneas aéreas de MT, hasta 30kV.



Aislador	Carga de rotura (kN)	Tracción máxima admisible (daN)	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación	Longitud del aislador (mm)	Línea de fuga mínima (mm)
CS70AB125/455	70	2.333	24 kV	Normal	455	870
CS70AB170/1125	70	2.333	36 kV	Normal	1125	1350

Tabla 14. Características de los aisladores

- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia 50 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50  $\mu$ s 125 kV
- Línea de fuga específica 20 mm/kV

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

## 2.7.- Herrajes y accesorios

Se trata de todos los elementos que permiten la fijación, separación y amortiguamiento de las vibraciones de los elementos de la línea (apoyos, conductores y aisladores).

### 2.7.1.- Herrajes para los conductores

Para su elección se tendrán en cuenta las características constructivas y dimensionales de los conductores. Deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica superior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Los herrajes son de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.

Las características fundamentales y ensayos que deberán realizarse en los herrajes empleados están indicadas en la norma AND009 Herrajes y accesorios para conductores desnudos en líneas aéreas de AT hasta 36 kV.

Se tienen 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.

Las cadenas de herrajes utilizadas para la fijación al conductor eléctrico están representadas en el documento PLANOS.

Los elementos de acoplamiento empleados son los siguientes:

- Grapas de amarre: son elementos empleados para la fijación del conductor a los aisladores. Las grapas de amarre son del tipo presión por tornillería, y están definidas en la norma UNE 21159
- Grapas de suspensión: son elementos empleados para la fijación del conductor a los aisladores, además soportan el peso del conductor. Las grapas de suspensión son del tipo preformado y del tipo armada, compuestas por un manguito de neopreno en contacto con el cable y varillas preformadas que suavizan el ángulo de salida del cable y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- Varillas de protección: evitan daños estáticos y dinámicos del conductor sobre el cual van instalados. Son de aluminio y se instalan en las cadenas de suspensión.
- Horquillas de bola y grilletes: permite la sujeción entre los aisladores y la torre.
- Rótulas: ensanchamiento de un vástago en forma de bola, que permite un movimiento rotativo.
- Anillas de bola
- Grilletes

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

En el presente proyecto se distinguen dos tipos de cadenas de aisladores para el conductor.

Los elementos que las forman son los siguientes:

<b>Cadena de amarre</b> <b>CS70AB170/1125</b>	
<b>Denominación</b>	<b>unidades</b>
Aislador polimérico	1+1
Grapas de amarre GA-1	1+1
Rotula larga R16A	1+1
Grillete normal GN 65mm	1+1

**Tabla 15.** Composición de la cadena de amarre

<b>Cadena de suspensión</b> <b>CS70AB125/455</b>	
<b>Denominación</b>	<b>unidades</b>
Aislador polimérico	1
Grapas de suspensión armada GSA-1	1
Rotula corta R16A	1
Grillete normal GN 65mm	1
Varillas de protección preformada	1

**Tabla 16.** Composición de la cadena de suspensión



### **2.7.2.- Empalmes y conexiones en el conductor eléctrico**

Los empalmes y las conexiones de conductores, quedan definidos en el apartado en el apartado 2.1.6 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica mediante piezas de material de naturaleza similar al conductor que unen. Una vez realizado el conductor deberá soportar sin rotura ni deslizamientos del cable el 95% de la carga de rotura del mismo.

En caso de ser necesarios, se realizan en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre mediante conectores tipo cuña.

Por otro lado las piezas de conexión son de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos. 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.

En cualquier caso, queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura de los mismos, así como colocar más de un empalme por cano y conductor.

### **2.7.3.- Piezas de Derivación**

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a sollicitaciones mecánicas, es decir, siempre en un 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 efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuñamiento cónico.

### **2.7.4- Dispositivos de antiescalamiento**

Se dispondrán de medidas que dificulten el escalamiento de los apoyos en zonas donde la presencia de personas ajenas a la instalación sea frecuente, de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.4.2 de la ITC-LAT 07 y en la norma AND017 Antiescalos para apoyos metálicos de celosía.

## **2.8.- Aparamenta**

Tiene como función establecer o interrumpir la corriente en uno o varios circuitos sin daños en el aparato y sin perturbar la explotación.

Se distinguen 3 tipos de aparatos, dependiendo de su función:

- Seccionadores: aparato mecánico capaz de abrir o cerrar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar maniobras de operación o bien de mantenimiento su misión es aislar tramos de los circuitos una forma visible.

Capaces de soportar las corrientes que se presentan en condiciones normales y aquellas en condiciones anormales, como las de cortocircuito.

- **Interruptores:** aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en las condiciones normales del circuito y las de sobrecarga.
- **Contactores:** aparato mecánico de conexión, con una sola posición de reposo, accionado por cualquier forma de energía, excepto la manual.

Capaces de establecer, soportar e interrumpir corrientes, incluso las de cortocircuito.

En las líneas aéreas se podrá instalar la siguiente aparamenta en apoyos:

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

Con objeto de facilitar la maniobrabilidad y mejorar la calidad de servicio de la red de media tensión en cualquier derivación se instalará un aparato de seccionamiento que aisle la línea principal. Se coloca en el primer o segundo apoyo de la derivación que sea fácil acceso.

Si se considera necesario, los elementos de maniobra podrán estar telemandados para minimizar el impacto de averías eventuales y reducir los tiempos de maniobra, localización y afección durante los trabajos de normalización del servicio eléctrico.

Los elementos de maniobra y protección cumplirán la siguiente normativa:

- **Seccionador unipolar:** los seccionadores unipolares de intemperie cumplirán la norma UNE-EN 62271-102 y la norma informativa AND005 "Seccionadores unipolares para líneas de alta tensión hasta 36 kV".
- **Seccionador trifásico:** los seccionadores tripolares de intemperie cumplirán las siguientes especificaciones:
  - 67004698, para instalaciones con  $20 < U \leq 30$  kV.
  - 67794441, para instalaciones con  $U \leq 20$  kV.
- **Interruptor seccionador SF6:** Las normas de referencia informativa serán la AND013 Interruptor-secc. trifásico de operación manual y corte y aislamiento en SF6 para línea aérea MT y la AND016 Interruptor seccionador trifásico exterior telemandado para líneas aéreas de MT. Intemperie cumplirán con la norma GSCM003 MV pole mounted switch-disconnectors.
- **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 las especificaciones basadas en la norma UNE-EN 60282-1.

En la línea aérea se instalará la siguiente aparamenta:

- ◆ Apoyo nº 2: **Interruptor-seccionador SF6**
    - Tensión nominal: 24kV
    - Corriente nominal asignada: 400 A o superior y deberán soportar una  $I_{cc} \geq 10kV$ .
- El apoyo podrá verse más detallado en el documentos planos

## 2.9.- Protecciones

### 2.9.1.- Protección de sobretensiones

Con objeto de proteger las transiciones aéreo-subterráneas y/o los interruptores seccionadores encapsulados en SF6, 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 a través de la estructura del apoyo.

Los pararrayos cumplirán la norma UNE-EN 60099-4, UNE-EN 21087-3 y la norma AND015 Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores para redes de MT hasta 30 kV y se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger.

- ◆ **Pararrayos autoválvulas**
  - Tensión residual: 18kV
  - Corriente de descarga nominal: 10 kA.
  - El aislador de la autoválvula será polimérico.

### 2.10.- Cimentaciones

Las cimentaciones son las uniones existentes entre los apoyos y el terreno. Se tratan de macizos de hormigón que aportan estabilidad y fijación a los apoyos ante condiciones climáticas adversas y situaciones no habituales, teniendo en cuenta la consistencia del terreno y las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo.

Pueden estar formadas por macizos independientes para cada pata o monobloque compuesta por un único macizo de hormigón.

Las cimentaciones se dimensionalizarán de acuerdo a lo detallado en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008, por la fórmula de Silzberger.

En el presente proyecto las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón, de una dosificación de 200 Kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mecánica de 125 Kg/cm<sup>2</sup>, del tipo monobloque.

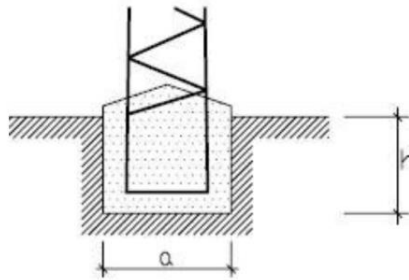


Imagen 3. Cimentación monobloque

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, con el objeto de evitar que el agua que queda confinada en los perfiles de los montantes en su inserción con la cimentación, se efectuará unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno  $K=12 \text{ daN/cm}^3$  (terreno medio). Los valores de los coeficientes de compresibilidad (K) se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07.

Las dimensiones de los apoyos se detallarán en el documento de planos.

Naturaleza del terreno	Peso específico aparente $Tn/m^3$	Ángulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible $daN/cm^2$	Coeficiente de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque Grados sexag.	Coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad $daN/cm^3$ (b)
I. Rocas en buen estado: Isótropas			30-60		
II. Estratificadas (con algunas grietas) Terrenos no coherentes:			10-20		
a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,80-1,90		4-8	20°-22°	
b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,60-1,80	30°	2-4	20°-25°	8-20
c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,50-1,60		1,5-3		
III. Terrenos no coherentes sueltos:					
a) Gravera arenosa	1,70-1,80		3-5		
b) Arenoso grueso	1,60-1,70	30°	2-3		8-12
c) Arenoso fino	1,40-1,50		1-1,5		
IV. Terrenos coherentes (a):					
a) Arcilloso duro	1,80		4	20°-25°	10
b) Arcilloso semiduro	1,80	20°	2	22°	6-8
c) Arcilloso blando	1,50-2,00		1	14°-16°	4-5
d) Arcilloso fluido	1,60-1,70		-	0°	2-3
V. Fangos turbosos y terrenos pantanosos en general	0,60-1,1		(c)		(c)
VI. Terrenos de relleno sin consolidar	1,40-1,60	30°-40°	(c)	14°-20°	(c)

- (a) Duro: Los terrenos con su humedad natural rompen difícilmente con la mano. Tonalidad en general clara.  
Semiduro: Los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura.  
Blando: Los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura.  
Fluido: Los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.
- (b) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción.
- (c) Se determinará experimentalmente.

Tabla 17. Características orientativas del terreno para el cálculo de cimentaciones

## 2.11.- Puesta a tierra

Los apoyos se conectarán a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La 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 todos los apoyos metálicos se realizará teniendo en cuenta lo que se especifica en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT-07.

El sistema de puesta a tierra deberá ser dimensionado para cumplir los siguientes requisitos:

- a) Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- b) Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- c) Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- d) Proteger las propiedades y equipos y garantizar 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.

### 2.11.1.- Electrodos de Puesta a Tierra

Los electrodos de puesta a tierra, al encontrarse en contacto con el suelo, deberán diseñarse de un material adecuado para cumplir con los requisitos anteriormente citados. Además poseerán unas buenas dimensiones y disposición en el terreno, de modo que su resistencia de puesta a tierra sea lo suficientemente pequeña cumpliendo las condiciones de seguridad hacia las personas detalladas en el RLAT.

Pueden disponerse de la siguiente forma:

- Electrodos horizontales de puesta a tierra dispuestos en forma radial, formando una red mallada o en forma de anillo, pudiendo ser también placas o chapas enterradas.
- Picas de tierra verticales o inclinadas hincadas en el terreno

Los electrodos de tierra de nuestra instalación estarán compuestos por:

- Picas de acero recubierto de cobre de 2 m. de longitud y 14,6 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 0,5m. En terrenos donde se prevean heladas, se aconseja una profundidad mínima de 0,8m.

### 2.11.2.- Línea de tierra

Las líneas de tierra se realizarán con conductores de cobre desnudos que permitirán la unión de la estructura metálica del apoyo con el electrodo de puesta tierra enterrado.

Según el apartado 7.3.2.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT, se establece que la sección mínima del conductor debe tener 50 mm<sup>2</sup> o con conductores de aluminio aislado de 95 mm<sup>2</sup> y una resistencia mecánica adecuada ofreciendo una elevada resistencia a la corrosión.

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. En ningún caso podrá emplearse para la puesta a tierra de autoválvulas o pararrayos, que deberán disponer de un conductor independiente hasta el terminal de tierra del apoyo.

### 2.11.3.- 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 según su ubicación detallada en el apartado 7.3.4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT:

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

A continuación se indica la clasificación según la ubicación de los apoyos del presente proyecto:

Nº	MATERIAL AISLANTE	CLASIFICACIÓN
1	NO	NF
2	NO	F
3 - 44	NO	NF
45	NO	F

F: Apoyo Frecuentado con calzado  
FSC: Apoyo Frecuentado Sin Calzado  
NF: Apoyo No Frecuentado

Tabla 18. Ubicación de los apoyos

#### **2.11.4.- Sistemas de puesta a tierra**

De acuerdo a lo indicado en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT-07, si el tiempo de desconexión automática en la líneas de media tensión es inferior a 1 segundo, 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.

##### Electrodo de difusión:

Se dispondrán de picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo a los montantes del apoyo, para conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.

##### Anillo difusor:

Cuando se trate de un apoyo frecuentado o con aparamenta de maniobra, se realizará una puesta a tierra en anillo alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación

A tal efecto se podrá utilizar un electrodo lineal por apoyo compuesto por picas de cobre, de 2m de longitud y 14,6 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 a 0,80 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.

#### **2.12.- Señalización**

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de peligro eléctrico, en la cual se reflejará: la tensión en kV de la línea y el número de apoyo, según lo expuesto en el punto 2.4.7 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

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 y legibles desde el suelo.





### **3.- MEDIDAS DE PROTECCIÓN AVIFAUNA**

La creciente demanda de energía eléctrica exige el incremento del número de líneas eléctricas instaladas en el medio rural, lo que provoca la electrocución y colisión de las aves en las estructuras. Para ello la comunidad de Aragón emitió el 28 de Febrero de 2005 el Decreto 34/2005 por el que se establecen normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna. A su vez las líneas que afecten o se proyecten en zonas como las definidas en el artículo 3 del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto del 2008, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de AT, aplicarán las siguientes medidas correctoras:

- 1.** Los puentes y aparamenta deberán mantener siempre las partes en tensión por debajo de la cruceta. Además se aislarán los puentes y/o partes en tensión de las conexiones en los apoyos especiales (derivaciones, seccionamientos, fusibles, centros de transformación, conversiones, etc.)
- 2.** En configuraciones al tresbolillo y en hexágono se asegurará que la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior es mayor de 1,5 m.
- 3.** Para armados de bóveda la distancia entre la cabeza del apoyo y el conductor central, será mayor de 0,88 m., o en caso contrario, se aislará dicho conductor 1m. a cada lado del punto de enganche.
- 4.** En zonas de protección, las distancias mínimas de seguridad entre la cruceta y cualquier punto en tensión del conductor asociado a ella, será:
  - Para cadenas de suspensión: 0,70 m.
  - Para cadenas de amarre: 1,00 m.
- 5.** En cualquier caso, si no es posible obtener la distancia de seguridad mediante la instalación de aisladores y alargaderas, se puede adoptar la solución de aislar el conductor y/o las piezas de conexión.

A continuación reflejamos las medidas adoptadas para esta línea.

#### **Medidas constructivas**

Tal y como queda reflejado en los Decretos mencionados, no se han utilizado aisladores rígidos, ni hay puentes por encima de los apoyos.

Además, no se instalarán elementos de corte o protección en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos.



### **Medidas de protección contra la electrocución**

Se aislarán con Vaina de polipropileno tipo CSCD de 3m Scotch o similar, fabricada con un nivel hidrófugo Hc2 y una alta resistencia a los rayos UV, todos los puentes flojos en los apoyo de derivación y de unión en los apoyos que llevan elementos de maniobra o protección para la línea, así como en los apoyos cuya función es de centro de transformación intemperie, entre los distintos elementos que llevan instalados (seccionadores, autoválvulas, cruceta derivación, puentes bajantes), minimizando así la electrocución aviar.

Además, se forrará el puente flojo de la fase central en el armado triángulo TR2 y TR3.

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

### **Medidas de protección contra la colisión**

El objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en "X" de 5x35 cm, dispuestas en los conductores, de radio aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo y con una distancia máxima de 20 m. entre señales contiguas en un mismo conductor.

Se prevé la colocación de balizas salvapájaros para protección avifauna por existir afección entre los apoyos Nº 9 - Nº 10, Nº 15 - Nº 16, Nº 27 - Nº 28 y Nº 40 - Nº 41 por afección a Desagüe, Barranco de la Condesa, Barranquera y Río Jalón, en los TT.MM. de Rueda de Jalón (9-10 y 15-16), Plasencia de Jalón (27-28) y Urrea de Jalón (40-41).

### **CAPITULO III: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

#### **1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

El primer tramo discurre desde el apoyo nº45, a instalar, donde se realizará la conversión Aéreo-Subterránea, donde se instalará conductor subterráneo 3x1x240 mm<sup>2</sup> que discurrirá por tubo de acero adosado bajo paso de la acequia y seguirá por el lado izquierdo junto a la rígola lo largo de la calle Avenida Zaragoza, girando a la izquierda hasta llegar al CT “Urrea nº1”, ubicado en Urrea de Jalón (Zaragoza).

La línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 53m de zanja y está constituida por 1 circuito, con conductor de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio.

El segundo tramo comenzará en el cuadro de media tensión del CT “Urrea nº1” desde el cual partiremos con conductor subterráneo 3x1x240 mm<sup>2</sup> que discurrirá por zanja en la rígola de la carretera A-122 hasta llegar al CT “Urrea nº2”, ubicado en Avenida Domingo Masot, Urrea de Jalón (Zaragoza). Se prestará atención a los cruces de calle, entrada a caminos colindantes y en tramos de paso de vehículos dónde la línea subterránea se colocará bajo tubo.

La línea subterránea ejecutar tiene una longitud de 290 m y está constituida por 1 circuito, con conductor de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio.

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

Solamente en casos excepcionales se realizará la instalación en zonas de propiedad privada y será con servidumbre garantizada. Esto implica que, además de las condiciones de carácter general, se gestionarán y obtendrán, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, que garanticen el acceso permanente a las instalaciones para su explotación y mantenimiento, así como para atender el suministro de futuros clientes.

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.

#### **2.- DISPOSICIÓN FÍSICA DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA**

##### **2.1.- Sistemas de instalación**

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



Por otro lado las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesaria.

- *Enterrados directamente en el terreno.*

Los cables se dispondrán al tresbolillo sobre un lecho de arena de mina ó río lavada ó tierra cribada. Encima irá otra capa de arena y sobre esta una protección mecánica (ladrillos, etc.) colocadas transversalmente.

Se colocará a una distancia de 30 cm de la protección mecánica una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

- *En canalizaciones entubadas.*

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético como el polietileno (PE) de doble capa (exterior corrugada e interior lisa), que podrán estar hormigonados ó no. Además poseerán suficiente resistencia mecánica e irán debidamente enterrados en la zanja.

Los tubos de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450N y una resistencia al impacto Normal, según la norma UNE-EN 61386-2-4.

El diámetro exterior de los tubos no será inferior a 200 mm, debiendo permitir la sustitución de un cable averiado. Estas canalizaciones quedarán debidamente selladas en sus extremos.

Los cables entubados irán situados a unos 100 cm de profundidad protegidos por una capa de hormigón de 30 cm.

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

En el presente proyecto se tendrán las siguientes disposiciones:

- *Zanja con conductor directamente enterrado:*

El cable irá alojado en una zanja de 0,90 x 0,40 m, debidamente enterrados.

- *Zanja con conductor directamente enterrado en calzada:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,40 m, debidamente enterrados.

- *Zanja con conductor bajo tubo hormigonado:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,50 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados y hormigonados.

- *Zanja para cruces con servicios:*

El cable irá alojado en una zanja de 1,10 x 0,75 m, previéndose la instalación de tubos, debidamente enterrados.

En caso de que el cruzamiento lo exija se realizará una zanja de las dimensiones necesarias para el paso y el hormigonado de los tubos sin alterar el elemento de cruce.

## 2.2.- Condiciones generales para cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Los conductores subterráneos cumplirán las condiciones expuestas en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del RLAT, además de lo indicado en el presente apartado, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos. Se señalarán los servicios que coincidan con el trazado de los cables y se realizarán catas para confirmar ó rectificar el trazado.

- *Cruzamientos.*

Organismo	Instalación	Profundidad
Calles y Carreteras	Entubada y hormigonada	$\geq 0,60$ m de vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	$\geq 1,1$ m de vial
Cables eléctricos	Entubada	$\geq 0,25$ m
Cables telecomunicación	Entubada	$\geq 0,20$ m
Agua	Entubada	$\geq 0,20$ m
Gas	Entubada	$\geq 25$ o $40$ cm en función de la presión
Carburante	Entubada	$\geq 1,20$ m
Conexiones de servicio	Entubada	$\geq 0,30$ m

Tabla 19. Cruzamientos

- *Paralelismos.*

Organismo	Instalación	Distancia
Calles y Carreteras	Entubada y hormigonada	$\geq 1,5$ m
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	$\geq 1,5$ m
Cables eléctricos	Entubada	$\geq 20$ o $25$ cm en función de la titularidad de la instalación
Cables telecomunicación	Entubada	$\geq 20$ cm
Agua	Entubada	$\geq 20$ cm
Gas	Entubada	$\geq 15, 25$ o $40$ cm en función de la presión

Tabla 20. Paralelismos

### 2.3.- Señalizaciones

Para advertir de la existencia del cable eléctrico se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la norma ETU 205A, como mínimo a 40 cm por encima de la protección mecánica en calzada, y 10 cm por debajo de la base del pavimento en acera. También se señalarán los cambios de sentido.

### 2.4.- Cierre de zanjas

La primera capa por encima de los elementos de protección tendrá unos 20 cm de profundidad, utilizándose tierra cernida, de manera que no contenga piedras ni cascotes.

El relleno de las zanjas se efectuará por compactación mecánica, por tongadas de un espesor máximo de 30 cm, debiéndose alcanzar una densidad de relleno mínima del 95% de la densidad correspondiente para los materiales de relleno en el ensayo Proctor modificado.

### 2.5.- Reposición del pavimento

La reposición del pavimento, tanto de las calzadas como de las aceras, se hará en condiciones técnicas de máxima garantía, utilizándose el mismo firme existente antes de la apertura de la zanja.

## 3.- CARACTERÍSTICAS

### 3.1.- Propietarios y particulares afectados

Las parcelas que se ven afectadas por el trazado de la línea subterránea Media Tensión son:

Nº de finca	Datos de la finca			Afección tramo subterráneo			Usos del suelo
	Término municipal	Nº Parcela	Nº Polígono	Long. (m)	Sup. (m <sup>2</sup> )	Ocupac. Temp. (m <sup>2</sup> )	
111	Urrea de Jalón	209	1	2,50	1,25	2,50	Agrario
112	Urrea de Jalón	-	-	41,50	22	41,50	Público (calle)

Tabla 21. Propietarios afectados

### 3.2.- Entidades y organismos afectados

A continuación se muestran los organismos o entidades afectados por la línea subterránea en proyecto, bien por cruzamientos o por paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

- **AYUNTAMIENTO DE URREA DE JALÓN.**
- **CRUZAMIENTOS CON HERMANDAD DE URREA DE JALÓN, PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARDOLES**

Nº CRUCE	AFECCIÓN	LONGITUD	TÉRMINO MUNICIPAL
1	Cruce acequia	5 m	Urrea de Jalón

Tabla 22. Afectados línea subterránea

### 3.3.- Tensión nominal

La red funcionará en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, 50 Hz. de frecuencia, a la tensión nominal de 15kV.

El nivel de aislamiento deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1 y tal como indica el apartado 2 de la ITC-LAT 06 del RLAT, el nivel de aislamiento correspondiente al estudio del presente proyecto es de 12/20 kV. La tensión más elevada del cable y los accesorios ( $U_m$ ) es de 24 kV eficaces, la tensión soportada nominal a frecuencia industrial es de 50 kV eficaces y la tensión de choque soportada nominal tipo rayo es de 125 kV de cresta.

### 3.4.- Cable subterráneo

Los conductores que conforman el cable subterráneo serán unipolares de aluminio, sección 240 mm<sup>2</sup> y tensión nominal 12/20kV con aislamiento seco de polietileno reticulado, 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.

Estarán debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes vagabundas, y tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos durante el tendido.

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:

La tensión y designación del cable será:

- Designación UNE:	RH5Z1 12/20 kV 3x1x240 mm <sup>2</sup> Al
- Sección:	240 mm <sup>2</sup>
- Reactancia inductiva	0,106Ω/Km
- Capacidad	0,306 μF/Km
- Diámetro nominal aislamiento	28,2 mm
- Peso aproximado	1430 kg/km
- Radio curvatura estático	540 mm
- Radio curvatura dinámico	720 mm
- Intensidad máxima admisible directamente enterrado a 1 m de profundidad, temperatura del terreno 25°C y resistividad térmica 1,5 K.m/W	345 A
- Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (1s)	22560A
- Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (1s)	2990 A
- T máx. Admisible en el conductor en servicio permanente	90°C
- T máx. Admisible en el conductor en régimen de cortocircuito	250°C

Composición:

- Conductor: es el elemento central del cable. Estarán constituidos por alambres cableados en capas concéntricas. Serán de sección circular de aluminio de cuerda compacta redonda formados por hebras de aluminio puro.
- Capa semiconductor interna: recubre totalmente el conductor, se realiza de una capa extrusionada de material polimérico XLPE, de espesor mínimo según la norma IEC 60502-2, compatible con la instalación y las temperaturas del conductor en operación normal y de cortocircuito. Su función es mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del cable, además el material está reticulado y totalmente adherido al aislamiento.



- Aislamiento: es la envoltura aislante aplicada sobre el conductor que ha de soportar el elevado campo eléctrico presente en el interior con el fin de que ese campo eléctrico sea muy inferior a la tensión de perforación o rigidez dieléctrica del medio. El material aislante será polietileno reticulado (XLPE) caracterizado por sus bajas pérdidas en el dieléctrico, baja resistividad térmica, elevada resistividad eléctrica y elevada rigidez dieléctrica
- Capa semiconductor externa: cumple la función análoga a la interna en la parte exterior de aislamiento, y se mantiene a la tensión de tierra, al igual que la pantalla de protección con la que está en contacto. Su función es la de evitar vacíos en tensión entre los elementos de la pantalla y el aislamiento.
- Pantalla metálica: está en contacto con la semiconductor externa. La pantalla está constituida por fibras de materiales metálicos como el cobre, colocadas en hélice recubriendo todo el perímetro del cable protegiéndolo contra interferencias externas electrostáticas o electromagnéticas. Además proporciona una forma cilíndrica al campo eléctrico que rodea el conductor y deriva a tierra una eventual corriente de defecto.
- Cubierta: se compone de elementos de protección mecánica, no metálicos, que sirven para proteger al cable frente a agentes exteriores dañinos, ya sean de tipo químico, biológico, atmosférico, abrasivo, etc. O para mejorar determinadas características internas.

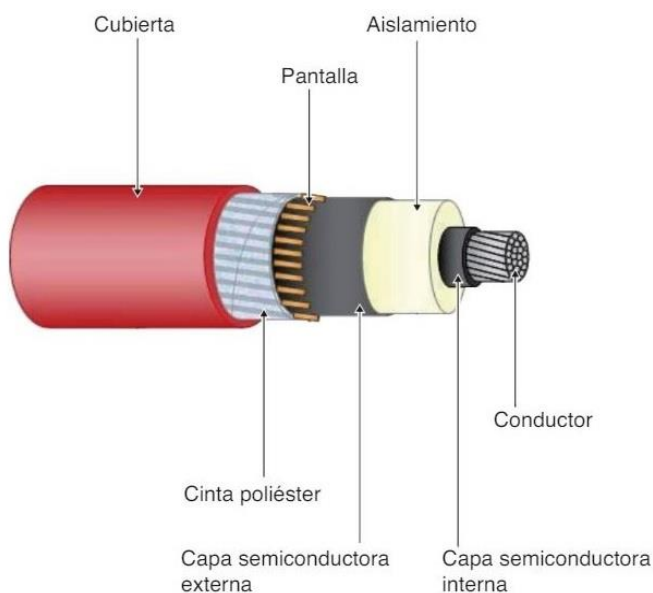


Imagen 4. Composición del cable subterráneo

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: 135 mm mínimo.
- Diámetro exterior: 160 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 50086-2-4.

### 3.5.- 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 semiconductor 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. Las características principales son:

<b>Sección conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal</b>	12/20 kV
<b>Tensión máxima</b>	24 kV
<b>Tensión de ensayo a 50 Hz (1 min)</b>	48 kV
<b>Tensión de ensayo onda tipo rayo</b>	125 kV
<b>Intensidad máxima</b>	550 A
<b>Limite térmico (T= 160°C, 1 s)</b>	25 kA
<b>Limite dinámico</b>	50 kA

Tabla 23. Características de los empalmes

### 3.6.- Terminales

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire, aislamiento integral en SF<sub>6</sub> o en las conversiones aéreo-subterráneas.

#### 3.6.1.- Terminales apantallados de interior

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

Sus características son:

<b>Sección Conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal U<sub>o</sub>/U</b>	12/20 kV
<b>Tensión más elevada de la red U<sub>m</sub></b>	24 kV
<b>Tensión a impulsos tipo rayo</b>	125 kV cresta
<b>Tensión soportada a frecuencia industria</b>	50 kV
<b>Línea de fuga en atmósfera no contaminada</b>	>= 408 mm.
<b>Línea de fuga en atmósfera no contaminada</b>	>= 600 mm.
<b>Intensidad nominal</b>	400 A
<b>Limite térmico (1s)</b>	28 kA
<b>Sobrecarga admisible (8 horas)</b>	600 A

Tabla 24. Características de los terminales de interior

#### 3.6.2.- Terminales de exterior termorretractil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretractil 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 termorretractil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumpliran la norma UNE-HD 629.1-S1.

Sus características son:



<b>Sección Conductor</b>	240 mm <sup>2</sup>
<b>Tensión nominal U<sub>o</sub>/U</b>	12/20 kV
<b>Tensión más elevada de la red U<sub>m</sub></b>	24 kV
<b>Tensión a impulsos tipo rayo</b>	125 kV cresta
<b>Tensión soportada a frecuencia industrial</b>	50 kV
<b>Línea de fuga</b>	>= 550 mm.
<b>Intensidad nominal</b>	415 A
<b>Limite térmico (T=160 °C, 1s)</b>	21kA

Tabla 25. Características de los terminales de exterior

### 3.7.- Esquema de conexión

El esquema de conexión, sistema de puesta a tierra “solid-bonding” (puesta a tierra en ambos extremos), se realizará mediante la interconexión entre Apoyo nº45 Conversión A/S y el Centro de Transformación “Urrea Nº1”.

- Empalmes.
- Cable aislado de potencia.
- Terminales apantallados de interior/ de exterior termorretráctil.
- Conexión a la PAT.

Las pantallas metálicas estarán puestas a tierra en ambos extremos de la línea. Cuando haya un empalme tenemos que asegurar la continuidad eléctrica.

### 3.8.- Protecciones contra sobreintensidades

Contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimentan cables subterráneos. El funcionamiento de dichos elementos de protección, corresponderá a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

### 3.9.- Autoválvulas - pararrayos

En las conversiones aéreo-subterráneas, 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 tomaremos como referencia la norma GE AND015 “Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores para redes de MT hasta 36 kV”. Las características exigidas serán las siguientes:

Un (kV)	Ur (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
6	9	7,65	19,8	Puesto a tierra
10	12	10,2	39,6	Aislado
11	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
13,2	12	10,2	39,6	Puesto a tierra
<b>15</b>	<b>18</b>	<b>15,3</b>	<b>59,4</b>	<b>Aislado</b>
15,4	18	15,3	59,4	Puesto a tierra
17,5	21	17	69,3	Aislado
20	21	17	69,3	Puesto a tierra
	24	19,5	79,2	Aislado
25	30	25	99,0	Puesto a tierra
	30	25	99,0	Aislado
30	36	30	118,8	Aislado

Tabla 26. Características para la elección de pararrayos

Siendo:

Un	Tensión nominal de la red.
Ur	Tensión asignada del pararrayos.
Uc	Tensión de servicio continuo del pararrayos.
Ures	Tensión residual del pararrayos con onda tipo rayo 8/20 $\mu$ s y con corriente nominal de descarga 10 kA.

Los pararrayos están constituidos por resistencias de características no lineal, de óxido de cinc, conectadas en serie sin explosores.

La envolvente externa será polimérica cumpliendo las características que se mencionan en la norma GE AND012 “Aisladores de compuestos para líneas aéreas de MT”.

La línea de fuga mínima se establece para dos niveles de contaminación, como queda definida en el documento del Grupo Endesa, referencia NZZ009:

- Alta contaminación salina:  
La línea de fuga específica considerada es de 40 mm/kV de tensión más elevada entre fase-tierra ( $U_n/\sqrt{3}$ )



- Muy alta contaminación salina:

La línea de fuga específica considerada es de 60 mm/kV de tensión más elevada entre fase-tierra ( $U_n/\sqrt{3}$ ).

En el presente proyecto, la longitud de fuga mínima para la alta contaminación será igual a la exigida para los terminales.

### **3.10.- Conversión de línea aérea a subterránea**

La conexión del cable subterráneo con la línea aérea en general será seccionable excepto en casos acordados por requerimientos de explotación o dependiendo de la topología de la red.

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-EN 50102. El tubo o bandeja se obturará por su parte superior para evitar la entrada de agua y se empotrará en la cimentación del apoyo. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. En el caso de tubo, su diámetro interior será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente de la terna de cables unipolares, y en el caso de bandeja, su sección tendrá una profundidad mínima de 1,8 veces el diámetro de un cable unipolar, y una anchura de unas tres veces su profundidad.

Se instalará una arqueta cerca del apoyo en el caso de que exista previsión de instalación de fibra óptica, para realizar la conversión aérea subterránea de la fibra. La arqueta se dejará lo más próxima al apoyo con una distancia máxima de 5 m, y conectada mediante tubo de protección del cable de fibra que ascenderá por el lado opuesto al que ascienden los cables eléctricos hasta una altura de 2,5 m.

El apoyo de conversión aéreo-subterránea en el proyecto en el nº 45.

## **CAPITULO IV: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

### **1.- DESCRIPCIÓN**

Los centros de transformación a instalar en el presente proyecto serán: CT “URREA Nº1” y CT “URREA Nº2”, ambos son del tipo prefabricado de hormigón de estructura monobloque, ubicados en planta calle y con acceso desde vial público.

El CT “URREA Nº1” será modelo Ormazábal PFU-4, de dimensiones interiores 4,46m x 2,38m x 3,05m. En este edificio se pueden instalar hasta dos transformadores con su aparamenta correspondiente, pero por el momento, se instalará un solo transformador para cubrir la demanda actual y se dejara el espacio suficiente para futuras ampliaciones.

Por otro lado el CT “URREA Nº2” será modelo Ormazábal PFU-3, de dimensiones interiores 3,10 x 2,38m x 2,35m. En este edificio se pueden instalar hasta un único transformador con su aparamenta correspondiente.

Los edificios prefabricados previstos, han sido diseñados de acuerdo a CEI 61330, UNE-EN 61330, RU 1303A Y Códigos Técnicos de Edificación. Además se tomarán como referencia las especificaciones recogidas en la norma informativa FNH001 CC TT prefabricados hormigón tipo superficie.

### **2.- INSTALACIÓN DEL EDIFICIO PREFABRICADO**

#### **2.1.- Generalidades**

Debe definirse exactamente el lugar de emplazamiento, indicando la existencia de cualquier circunstancia u objeto que pueda entorpecer el desarrollo de la instalación.

Antes de iniciar la apertura, se realizará un estudio previo del terreno con el fin de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones que originen esfuerzos sobre la envolvente del edificio.

La construcción de las base debe tener en cuenta el acceso de los tubos correspondientes de MT a través de los cuales se introducen los conductores en los centros de transformación.

#### **2.2.- Dimensiones de la excavación**

Las dimensiones de las excavaciones a realizar para la instalación de los PFU serán:

4,08m de ancho x 3,18m de fondo x 0,56 m de profundidad para el PFU 3

5,26m de ancho x 3,18m de fondo x 0,56 m de profundidad para el PFU 4

Para su ejecución, se recomienda tener presente las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Real Decreto 1627/1997 de 24.10

## 2.3.- Tipo de terreno

El tipo de terreno para el asentamiento de los centros de transformación PFU es determinante debido al peso del equipo. El terreno puede ceder o perder nivelación o bien puede trabajar con asientos diferenciales provocando así agrietamientos.

En el presente proyecto el terreno que existe y sobre el que se van a instalar los edificios se considera duro, es decir, aquel cuyo suelo está asentado y debidamente compactado por la propia naturaleza.

A continuación de la excavación se procede a extender en la zona de asentamiento una capa de 100mm de arena y se compacta de forma que al caminar por encima no se deje huella. Una vez retiradas las reglas, se rellenan con arena los huecos de las mismas

## 3.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 3.1.- Aparamenta

Las celdas de distribución secundaria corresponderán al tipo de celdas bajo envolvente metálica referenciadas en la norma informativa GSM001 para celdas con corte y aislamiento en SF6.

Las celdas pueden estar destinadas a la función de línea (L) o de protección de transformador (T).

En el centro de transformación URREA nº1, se instalarán 3 celdas de línea, dos de ellas serán utilizadas como entrada, la primera se corresponderá con la línea objeto del proyecto y la segunda para una línea existente que también entrará en el CT, la tercera celda será empleada como salida, para darle continuidad a la línea eléctrica de media tensión que finaliza en el segundo centro de transformación de la localidad. También estará dotada de 1 celda de protección del transformador, una celda de interruptor pasante, que actuará como interruptor-seccionador y una celda de medición, además se instalará un transformador de 400 kVA aislado en aceite.

Para el segundo centro de transformación URREA nº2, se ubicaran una celda de línea, utilizada para la entrada de la línea subterránea, una celda de interruptor pasante, que actuará como interruptor-seccionador, una celda de protección del transformador y una celda de medición, además se instalara un transformador de 400kVA aislado en aceite.

#### 3.1.1.- Celda de línea

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.



Las celdas modulares de línea tipo L, de corte y aislamiento integro en SF6 que integran un interruptor–seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra), presentarán las siguientes características eléctricas:

Características ..... 24 kV / 630 A / 20 kA

### 3.1.2.- Celda de protección del transformador

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y dos seccionadores de puesta a tierra con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra, bases para los fusibles limitadores, pasa tapas y detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.

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

Características ..... 24 kV / 630 A / 20 kA

Calibre fusibles..... 50 A

### 3.2.- Cuadro de Baja tensión

Los centros de transformación irán dotados 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.

Las bases portafusibles a utilizar serán del tipo BTVC para Fusibles de Baja Tensión del Tipo Cuchilla con Dispositivo Extintor de Arco.

### 3.3.- Transformador

Los transformadores de los 2 centros de transformación serán de 400kVA. En el primero de ellos la tensión de salida será de 230V y 400V, mientras que en el segundo únicamente será de 400V. La máquina transformadora del tipo trifásico reductor de tensión, aislado en aceite, con 16kV de tensión primaria y 400V de tensión secundaria en vacío (B2), presenta las siguientes características:

- Potencia: ..... 400kVA
- Tensión nominal primario: ..... 16.000V
- Tensión nominal secundario: ..... 400V (B2)
- Nivel de aislamiento: ..... 24kV
- Regulación en primario: .....  $\pm 2,5 \pm 5 + 10\%$
- Grupo de conexión: ..... Dyn11
- Tensión de cortocircuito: ..... 4%



Los transformadores tomarán como referencia lo especificado en la norma informativa particular FND001 para transformadores trifásicos de Endesa Distribución y la norma UNE-EN 60076-2.

Las pérdidas en vacío y en carga, así como los niveles de ruido y los detalles constructivos cumplirán lo estipulado en la RU 5201 C.

Los transformadores tendrán acceso propio, además irán alojados en un espacio reservado para ellos, separados del resto de elementos del centro de transformación mediante una reja de protección.

### **3.3.1.- Refrigeración**

Los tanques de dichos transformadores son lisos, con cubos de enfriamiento y radiadores tubulares. Se produce un movimiento natural del fluido causado por la diferencia de densidad a altas y bajas temperaturas, que causa la convección transfiriendo el calor de los núcleos magnéticos y los devanados del transformador al medio ambiente. Enfriado a su vez por las corrientes de aire que se producen de forma no forzada alrededor de la cuba.

### **3.3.2.- Pasatapas de media tensión**

Los Pasatapas de los bornes de 16kV serán del tipo enchufable, según lo establecido en la norma UNE-EN 50180.

### **3.3.3.- Grupo de conexión**

El conexionado del transformador será Dyn11, triángulo-estrella con puesta de neutro a tierra.

## **3.4.- Conductores de conexionado**

### ***Alta Tensión***

La interconexión entre la celda de A.T. y las bornas de Alta Tensión del transformador, por ambos lados, se realizará mediante cable unipolar aislado con aislamiento de polietileno reticulado RH5Z1 3x1x95 mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV.

Los terminales serán enchufables en función de las características de las celdas y enchufables en función de las características del transformador.

### ***Baja Tensión***

La interconexión entre las bornas BT del transformador con el cuadro de BT se realizará mediante cable aislado unipolar de aluminio del tipo XZ1, con aislamiento polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina de tensión nominal 0,6/1 (1,2) kV 3x2x240+1x240mm<sup>2</sup> AI para el cuadro de 230 V y 3x3x240+2x240mm<sup>2</sup> AI para el cuadro de 400 V

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.

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.

#### **4.- PROTECCIONES**

##### **4.1.- 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 lo cual se utilizarán cortocircuitos 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.

##### **4.2.- 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".

##### **4.3.- 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 cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación deberán ser despejados por los fusibles de las líneas de BT correspondientes, sin que repercuta en los fusibles del transformador.

El calibre de los fusibles APR serán de 50 A. Dato obtenido de la siguiente tabla:

Tensión Red (kV)	6	10	11	13.2	15	20	25	30	
Potencia del transformador kVA	50	20	10	10	10	6.3	6.3	5	5
	100	32	20	20	16	16	10	6.3	6.3
	160	50	32	32	25	20	16	10	10
	250	80	50	40	40	32	25	20	16
	400	100	63	63	50	50	40	25	20
	630	100	100	80	80	63	50	40	32
	1000	-	100	100	80	63	50	40	40

Tabla 27. Calibres para fusibles APR

#### 4.4.- 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 aparatada instalada en el CT mediante pararrayos. 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 tomarán como referencia la norma informativa AND015 Pararrayos óxidos metálicos sin explosores redes MT hasta 36kV.

#### 5.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Con el objeto de facilitar la conexión de los distintos elementos al electrodo existente, se instalará grapado a las paredes interiores del CT, ligeramente separado de éstas, y a unos 30 cm del nivel del suelo, un anillo perimetral con cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> al que se conectarán, también mediante cables de cobre desnudo y piezas de conexión con apriete mecánico según UNE 21021, los distintos elementos a poner a tierra.

El mallazo equipotencial de la solera está conectado a la tierra de protección y para ello se utilizan al menos dos latiguillos de cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección dispuestos en al menos dos puntos diametralmente opuestos del CT.

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

- El recorrido de la línea que constituye el circuito de protección es rectilíneo y paralelo o perpendicular al suelo del CT.
- La parte de la instalación de la puesta a tierra de protección que discurre por el interior del CT es revisable visualmente en todo su recorrido.

- Se reinstalarán 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 están 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.

En general la instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos independientes, el correspondiente a la tierra general y el de neutro. Serán diseñados de tal forma que ante un eventual defecto a tierra la máxima diferencia de potencial que pueda aparecer sea inferior a 1000V.

Se podrá prescindir de una red independiente de puesta a tierra de neutro en aquellos casos en los que la intensidad de defecto y la resistencia de puesta a tierra general ante un posible defecto a tierra la elevación de potencial en la red de la instalación de puesta a tierra sea inferior a 1000V.

### **5.1.- 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 anexo de cálculos se desarrolla el procedimiento de cálculo y justificación de la instalación de puesta a tierra que se aplicará.

## 5.2.- Electrodo 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.
- Conductores enterrados horizontalmente (cable de cobre C-50).

Las picas se hincarán verticalmente quedando su extremo superior a una profundidad superior a 0,5m. 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.

## 5.3.- Puesta a tierra de protección

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

- Envolturas y pantallas metálicas de los cables.
- Envoltura 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

Debido a las características de centro de transformación tomaremos como configuración del electrodo de puesta a tierra 40-30/8/42.

#### **5.4.- Puesta a tierra de servicio**

Con objeto de independizarla de la anterior, se establece una toma de tierra del neutro de B.T. (Puesta a tierra de servicio), a una distancia no inferior a la indicada en el documento de cálculos.

La línea de tierra, que partirá de la borna de B.T. del neutro del Transformador, se realizará con cable de Cu aislado 0.6/1 kV RV de 50 mm<sup>2</sup> sección, protegido en su instalación intemperie con tubo de PVC de 32 mm diámetro. Irá alojado en una zanja mínima de 0,5 m de profundidad hasta el electrodo de puesta a tierra, formado por una o varias picas.

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 accesible para la medida de la resistencia de tierra.

#### **5.5.- Cálculo de la Red de Tierras**

Los cálculos de la instalación de tierras que ha de colocarse se adjuntan en el documento de cálculos. Una vez realizada la obra se hacen mediciones para comprobar que la instalación de puesta a tierra cumple con la normativa vigente.

##### **5.5.1.- 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.

## **6.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL**

### **6.1.- Edificios prefabricados**

Los edificios prefabricados para alojar CT podrán ser de tipo monobloque o constituidos por varias piezas o paneles prefabricados de hormigón armado convenientemente ensamblados.

Estarán preparados para albergar toda la aparamenta y equipos necesarios, con tensión máxima del material 24 kV y potencia máxima de los transformadores de 400 kVA.

### **6.2.- Cimentación**

El terreno sobre el cual deba ir situado el edificio prefabricado, deberá compactarse previamente con un grado de compactación no menor al 90%.

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos con las siguientes características:

- Estará construida en hormigón armado de 15 cm de grosor con varillas de 4 mm y cuadro 20 x 20 cm.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarquen la totalidad de la superficie del EP sobresaliendo 25 cm por cada lado.
- Incorporará la instalación de tubos de paso para las puestas a tierra.

Sobre la solera, y para que el edificio se asiente correctamente, se dispondrá una capa de arena de 10 cm de grosor. La presión que el edificio prefabricado ejerza sobre el terreno no excederá de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

### **6.3.- Canalizaciones para cables**

La entrada y salida de los conductores de redes de 3ª Categoría y BT al centro de transformación se realizará a través de pasamuros estancos o tubos, llegando hasta las celdas o cuadros correspondientes por sistema de fosos o canales

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

La profundidad mínima de los canales será de 0,6 m y el radio de curvatura de los conductores será, como mínimo, de 0,60 m.



#### **6.4.- Depósito de recogida de aceite**

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

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

#### **7.- ALUMBRADO**

Para el alumbrado interior del CT se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir, al menos, un nivel mínimo de iluminación de 150 lux. El número mínimo de luminarias será de 2 y 3 para el caso de 1 ó 2 transformadores, siendo las luminarias estancas y equipadas con 2 tubos fluorescentes de 36 W.

Independientemente a este alumbrado, existirá un alumbrado de emergencia con generación autónoma de al menos una hora con nivel de iluminación no inferior a 5 lux, que entrará en funcionamiento ante una falta de servicio.

Los interruptores estarán próximos a las puertas de acceso.

#### **8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

En la construcción se tomarán las medidas de protección contra incendios 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.

##### **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.

## **9.- PANTALLAS DE PROTECCIÓN**

De acuerdo a las indicaciones de la MIE RAT 14, se colocarán pantallas de separación entre la cavidad del transformador y el resto del recinto, consiguiendo una separación física para prevenir y evitar posibles accidentes.

## **10.- 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.

## **11.- 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.

## **12.- 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.

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.

### **13.- 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.

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.

## **CAPITULO V: RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN	174.617,69
LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	29.033,36
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	77.110,87
<b>SUMA TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN</b>	<b>280.761,92</b>
GASTOS GENERALES (13%)	36.499,05
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	16.845,72
GASTOS PROYECTO, CFO, Y COORDINACIÓN	15.393,99
TRAMITACIÓN	2.783,85
SUMA	352.284,53
IVA (21%)	73.979,75
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>426.264,28</b>

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES**

Considerando suficientes los datos reseñados para su estudio junto con los planos que se acompañan se espera obtener las oportunas legalizaciones de la Administración.

No obstante quedo a disposición de la misma, para cuantas consultas o aclaraciones sean necesarias.

Cristina Gómez Castillo



Zaragoza, Junio de 2021



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

**Anexo I:**  
**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

## ÍNDICE

### **CAPITULO I: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN**

1.	CÁLCULO ELÉCTRICO .....	1
1.1	DATOS DE LA INSTALACIÓN .....	1
1.2	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE .....	1
1.3	CAÍDA DE TENSIÓN .....	2
1.4	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	3
2.	CÁLCULOS MECÁNICOS .....	3
2.1	CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES .....	3
2.1.1	Cargas permanentes.....	3
2.1.2	Carga de viento .....	3
2.1.3	Carga de hielo .....	4
2.1.4	Hipótesis de tracciones máximas .....	5
2.1.5	Hipótesis de flechas máximas .....	5
2.1.6	Determinación de la tracción en los conductores.....	6
2.1.7	Determinación de las flechas .....	6
2.1.8	Fenómenos vibratorios.....	7
2.2	CÁLCULO DE APOYOS .....	16
2.3	RESUMEN CÁLCULO APOYOS.....	21
2.4	AISLAMIENTO Y HERRAJES .....	67
2.4.1	Aisladores.....	67
3.	CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES.....	67
4.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	69
4.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.....	70
4.2	SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES.....	70
4.3	DISTANCIA A MASA.....	71
4.4	DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS. ....	71
5.	PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	72
5.1	DATOS INICIALES.....	72
5.2	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS.....	73
5.2.1	Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados.....	73
5.2.2	Investigación de las características del terreno. Resistividad.....	74
5.2.3	Determinación de la intensidad de defecto .....	75
	Neutro aislado .....	76
5.2.4	Tiempo de eliminación del defecto .....	76
5.2.5	Resistencia de tierra de los electrodos .....	77
5.2.6	Cálculo de tierras en apoyos no frecuentados .....	78
5.2.7	Cálculo de tierras en apoyos frecuentados.....	79
5.2.7.1	Determinación del aumento de potencial ante un defecto a tierra.....	79
5.2.7.2	Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles.....	80
5.2.7.3	Determinación de las tensiones paso máximas admisibles .....	81
5.2.7.4	Determinación de las tensiones de contacto y de paso .....	82
5.2.7.5	Comprobación de que con el electrodo seleccionado se satisfacen las condiciones exigidas.....	82
5.3	RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS .....	84
5.3.1	Apoyos Frecuentados .....	84
5.3.2	Apoyos no Frecuentados .....	85

## **CAPITULO II: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN**

1.	CÁLCULO ELÉCTRICO.....	86
1.1	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR .....	86
1.1.1	Resistencia eléctrica.....	86
1.1.2	Reactancia del cable.....	86
1.1.3	Capacidad .....	86
1.1.4	Resumen Características Eléctricas .....	86
1.2	INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES.....	87
1.2.1	Intensidades máximas admisibles en servicio permanente.....	87
1.2.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor.....	89
1.3	CAÍDAS DE TENSIÓN .....	91
1.4	POTENCIA A TRANSPORTAR.....	92
1.5	PÉRDIDAS DE POTENCIA.....	92

## **CAPITULO III: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

1.	VENTILACIÓN.....	93
1.1	INTRODUCCIÓN .....	93
1.2	VENTILACIÓN NATURAL.....	93
2.	PUNTES DE MT Y BT .....	94
2.1	INTRODUCCIÓN .....	94
2.2	INTENSIDAD EN M.T.....	94
2.3	DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES M.T.....	94
2.4	INTENSIDAD EN B.T. ....	95
2.5	DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES B.T. ....	95
2.6	CAIDA DE TENSIÓN .....	96
3.	CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA.....	97
3.1	INTRODUCCIÓN .....	97
3.2	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN .....	97
3.2.1	Puesta a tierra de protección.....	97
3.2.2	Puesta a tierra de servicio.....	97
3.2.3	Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio.....	98
3.3	DATOS INICIALES.....	98
3.4	RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	98
3.5	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN .....	100
3.5.1	Determinación de la intensidad de defecto .....	100
3.5.2	Neutro aislado.....	100
3.5.3	Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT .....	100
3.5.4	Selección del electrodo .....	101
3.5.5	Cálculo de la resistencia de puesta a tierra, intensidad de defecto y tensiones de paso para el electrodo seleccionado. ....	102
3.5.6	Tiempo de eliminación del defecto .....	103
3.5.7	Valores máximos de tensión admisibles.....	103
3.5.8	Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas .....	105
3.5.8.1	Tensiones de paso y contacto en el interior del CT .....	105
3.5.8.2	Tensión de contacto en el exterior del CT .....	105
3.5.8.3	Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT.....	105
3.5.8.4	Protección del material .....	105
3.5.9	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	106
3.6	CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO.....	106



3.7	SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO.....	106
3.8	CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	107



## CAPITULO I: LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

### 1. CÁLCULO ELÉCTRICO

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

#### 1.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN

Tensión nominal en A.T.....	15 kV
Circuitos.....	1
Conductor aéreo .....	LA-110
Conductores por fase .....	1
Frecuencia .....	50 Hz
Factor de potencia (desfavorable) .....	0,8
Longitud: .....	6,501km

#### 1.2 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DEL CABLE

La potencia máxima de transporte que circula por la línea corresponderá a:

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

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 318 \cdot 0,8 = 6.610 \text{ kW}$$

Siendo:

$P_{\max}$  = Potencia máxima a transportar, en kW.

U = Tensión nominal de la línea, en kV.

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

$\cos \varphi_{\text{med}}$  = factor de potencia medio de las cargas receptoras.

La intensidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para los conductores de aluminio se obtiene de acuerdo a lo expuesto en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

La densidad máxima del conductor de aluminio viene dada por la expresión:

$$J_{\max} = J_{\text{adm}} \cdot k$$

Para ello tomamos los valores de densidad máxima de corriente admisible por conductor de sección S de la tabla 11 de la instrucción citada anteriormente e interpolamos:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Densidad de corriente del aluminio (A/mm <sup>2</sup> )
95	3,2
125	2,9

Tabla 1. Densidad de corriente admisible por sección

$$\frac{125 - 95}{2,9 - 3,2} = \frac{125 - 116,2}{2,9 - J}$$

Donde el valor obtenido de densidad de corriente máxima para una sección de 116,2mm es 2,988 A/mm<sup>2</sup>. Este valor tendremos que multiplicarlo por un coeficiente de reducción que depende de la composición del conductor (30+7) y que toma el valor de K=0,916.

La intensidad máxima por fase I<sub>máx</sub>, para una sección total del conductor S, viene dada por:

$$I_{máx} = (J_{máx} \cdot k) \cdot S = (2,988 \cdot 0,916) \cdot 116,2 = 318,04A$$

El conductor empleado y su intensidad máxima admisible son las siguientes:

Conductor	Sección (mm <sup>2</sup> )	Alambres Aluminio	Alambres Acero	I <sub>máx</sub> (A)
47-AL1/8-ST1A (antes LA-56)	54,6	6	1	199
<b>94-AL1/22-ST1A (antes LA-110)</b>	<b>116,2</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>318</b>
147-AL1/34-ST1A (antes LA-180)	181,6	30	7	431

Tabla 2. Tipos de conductor

### 1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por km de línea, considerando una capacidad despreciable viene dada por la siguiente expresión:

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

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

Siendo:

**U<sub>c</sub>** = 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<sub>50</sub>** = Resistencia del conductor en Ω/km a 50 °C, incluidos el efecto skin y el efecto proximidad.

**X** = Reactancia de la línea en, Ω /km.

**ϕ** = Angulo de desfase, en radianes.

$$U_c = \frac{2.680 \cdot 6,501}{15} \cdot (0,344 + 0,400 \cdot 0,75) = 748,01 V$$

Para una longitud L = 6,501 km y una potencia máxima de transporte de 2.680 kW la caída de tensión es de; U<sub>c</sub>(%) = 4,99% < 5%.

## 1.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia por efecto Joule se calculan de acuerdo a la siguiente expresión:

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

Siendo:

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

$L$  = Longitud de la línea, en km.

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

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 = 3 \times 0,344 \times 6,501 \times 318^2 = 678,44 \text{ Kw}$$

## 2. CÁLCULOS MECÁNICOS

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

Los cálculos mecánicos de los apoyos se realizarán de manera individual y para cada una de las cuatro hipótesis que establece el reglamento, teniendo en cuenta los esfuerzos verticales, longitudinales (en la dirección de conductor) y transversales (en la dirección perpendicular al conductor).

### 2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

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

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.

<b>Denominación</b>	<b>LA – 110</b>
<b>Sección</b>	116,2 mm <sup>2</sup>
<b>Diámetro</b>	14 mm
<b>Peso</b>	0,4325 kg/m
<b>Modulo elástico</b>	8.000 daN/mm <sup>2</sup>
<b>Coef. dilatación lineal</b>	17,8 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>
<b>Carga de Rotura</b>	4.317 daN

Tabla 3. Características del conductor

#### 2.1.1 Cargas permanentes

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

#### 2.1.2 Carga de viento

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

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

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

Siendo:

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

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

Denominación conductor <i>Denominación antigua</i>	Diámetro conductor (mm)	$q_v$ para viento de 120 km/h (daN/m)
47-AL1/8-ST1A (LA-56)	9,45	0,567
<b>94-AL1/22-ST1A(LA-110)</b>	<b>14,00</b>	<b>0,840</b>
147-AL1/34-ST1A (LA-180)	17,5	0,875

Tabla 4. Presión de viento sobre los conductores

### 2.1.3 Carga de hielo

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

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

- **Zona B: altitud entre 500 y 100 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,  $q_v = 0,36 \cdot \sqrt{d}$  daN/m, siendo "d" el diámetro del conductor en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 m, el proyectista deberá establecerlas sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

### 2.1.4 Hipótesis de tracciones máximas

Las hipótesis de sobrecarga que se consideran para el cálculo de la tensión máxima en los conductores son las definidas en el apartado 3.2.1 ITC-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:

<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>
<i>Tracción máxima de viento</i>	-5	<i>Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07</i>	<i>No se aplica</i>

Tabla 5. Hipótesis de tracción máxima zona A

<b>ZONA B, Altitud entre 500 y 1000 m</b>			
<b>Hipótesis</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Sobrecarga de Viento</b>	<b>Sobre carga de hielo</b>
<i>Tracción máxima de viento</i>	-10	<i>Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07</i>	<i>No se aplica</i>
<i>Tracción máxima de hielo</i>	-15	<i>No se aplica</i>	<i>Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07</i>

Tabla 6. Hipótesis de tracción máxima zona B

<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>
<i>Tracción máxima de viento</i>	-15	<i>Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07</i>	<i>No se aplica</i>
<i>Tracción máxima de hielo</i>	-20	<i>No se aplica</i>	<i>Según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07</i>

Tabla 7. Hipótesis de tracción máxima zona C

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.

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

### 2.1.5 Hipótesis de flechas máximas

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

- a) **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.

- b) **Hipótesis de temperatura:** Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de +50°C.
- c) **Hipótesis de hielo:** sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07, a la temperatura de 0°C.

### 2.1.6 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:

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

Donde:

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

### 2.1.7 Determinación de las flechas

Conocido el valor de T<sub>2</sub>, 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<sub>2</sub>** = Tenses en daN en los estados inicial y final.

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

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

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

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

$$FLECHA_{\text{Vano a regular}} = Flecha_{\text{Vano cálculo}} \cdot \left( \frac{Vano_{A\ regular}}{Vano_{\text{Cálculo}}} \right)^2$$

### 2.1.8 Fenómenos vibratorios

El valor denominado EDS, abreviatura de “everyday stress”, representa la carga media de todos los días, situación en la que a lo largo del año están los cables un mayor periodo de tiempo, y que se mide como porcentaje respecto a la carga de rotura:

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

Cuando el EDS es inferior al 15%, no se producen fenómenos vibratorios que dañen el conductor para evitar el uso de dispositivos de amortiguamiento la tracción a la temperatura de 15°C no superara el 15% de la carga de rotura.

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

## TABLAS DE CALCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

<b>ZONA A</b>	<b>Conductor: LA-110</b>	
Sección:	116,2	mm <sup>2</sup>
Diámetro:	14	mm
Mod. Elástico:	8.200	kg/mm <sup>2</sup>
Coef. Dilatación:	0,0000178	°C <sup>-1</sup>
Peso cable:	0,433	kg/m
Carga rotura:	4.400	kg
Viento:	0,84	kg/m

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima		
	-5°C y Viento			+15°C y Viento			50°C			-5°C		
	T(Kg)	F(m)	Cs	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)
73	300	2,10	14,56	280	2,25	296	118	2,45	272	143	2,02	330

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima		
	-5°C y Viento			+15°C y Viento			50°C			-5°C		
	T(Kg)	F(m)	Cs	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)	T(Kg)	F(m)	P(m)
140	750	3,09	5,85	680	3,41	719	292	3,64	674	405	2,62	935
156	753	3,82	5,82	692	4,16	732	301	4,39	694	394	3,34	911
152	752	3,63	5,82	689	3,96	729	299	4,19	690	397	3,15	916
166	754	4,32	5,80	699	4,66	739	305	4,89	705	389	3,83	899
143	750	3,22	5,84	682	3,54	722	294	3,77	678	402	2,75	929
178	756	4,96	5,79	706	5,31	747	310	5,54	716	384	4,47	888
156	753	3,82	5,82	692	4,16	732	301	4,39	694	394	3,34	911
177	755	4,90	5,79	705	5,26	746	310	5,48	715	385	4,41	888
132	748	2,75	5,86	672	3,06	711	287	3,29	663	411	2,29	950
192	757	5,76	5,77	712	6,12	754	315	6,35	727	380	5,26	877
127	747	2,55	5,87	667	2,86	706	283	3,08	655	416	2,10	961
133	748	2,79	5,86	673	3,11	712	288	3,33	664	410	2,33	948
163	754	4,17	5,81	697	4,51	737	304	4,74	702	391	3,68	902
172	755	4,63	5,80	702	4,98	743	308	5,21	711	387	4,14	893
138	749	3,00	5,85	678	3,32	717	291	3,55	672	406	2,54	938
129	747	2,63	5,87	669	2,94	708	285	3,16	658	414	2,18	956
212	759	7,01	5,75	721	7,38	763	320	7,61	740	375	6,50	865
157	753	3,87	5,82	693	4,21	733	301	4,44	695	394	3,39	909
165	754	4,27	5,81	698	4,61	739	305	4,84	704	390	3,78	900



<b>ZONA A</b>	<b>Conductor: LA-110</b>	
Sección:	116,2	mm <sup>2</sup>
Diámetro:	14	mm
Mod. Elástico:	8.200	kg/mm <sup>2</sup>
Coef. Dilatación:	0,0000178	°C <sup>-1</sup>
Peso cable:	0,433	kg/m
Carga rotura:	4.400	kg
Viento:	0,84	kg/m
Hielo:	0,00	kg/m

VANOS (m)	SIN SOBRECARGAS																						
	+45°C		+40°C		+35°C		+30°C		+25°C		+20°C		+15°C			+10°C		+5°C		0°C		-10°C	
	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	EDS(%)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
73	120	2,41	122	2,38	123	2,34	125	2,30	128	2,26	130	2,22	132	2,18	3,01	135	2,14	137	2,10	140	2,06	146	1,98

VANOS (m)	SIN SOBRECARGAS																						
	+45°C		+40°C		+35°C		+30°C		+25°C		+20°C		+15°C			+10°C		+5°C		0°C		-10°C	
	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	EDS(%)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)	T(Kg)	F(m)
140	299	3,55	306	3,47	314	3,38	323	3,29	332	3,20	341	3,11	352	3,02	8,00	363	2,92	376	2,82	390	2,72	421	2,52
156	307	4,30	313	4,21	320	4,12	327	4,03	335	3,94	343	3,84	352	3,74	8,00	361	3,65	372	3,55	383	3,45	407	3,24
152	305	4,11	312	4,02	319	3,93	326	3,84	334	3,74	343	3,65	352	3,56	8,00	362	3,46	373	3,36	384	3,26	410	3,05
166	311	4,80	317	4,71	323	4,62	330	4,53	337	4,43	344	4,34	352	4,24	8,00	360	4,14	369	4,04	379	3,94	400	3,73
143	300	3,69	308	3,60	315	3,51	324	3,42	332	3,33	342	3,24	352	3,15	8,00	363	3,05	375	2,95	388	2,85	418	2,65
178	315	5,45	321	5,36	326	5,26	332	5,17	338	5,07	345	4,98	352	4,88	8,00	359	4,78	367	4,67	376	4,57	394	4,36
156	307	4,30	313	4,21	320	4,12	327	4,03	335	3,94	343	3,84	352	3,74	8,00	361	3,65	372	3,55	383	3,45	407	3,24
177	315	5,39	320	5,30	326	5,21	332	5,11	338	5,02	345	4,92	352	4,82	8,00	359	4,72	367	4,62	376	4,52	394	4,30
132	294	3,21	302	3,12	311	3,04	320	2,95	330	2,86	340	2,77	352	2,68	8,00	365	2,59	379	2,49	394	2,39	430	2,19
192	319	6,26	324	6,16	329	6,07	335	5,97	340	5,87	346	5,78	352	5,67	8,00	358	5,57	365	5,47	372	5,37	388	5,15
127	291	3,00	299	2,92	308	2,83	318	2,75	328	2,66	340	2,57	352	2,48	8,00	366	2,39	381	2,29	397	2,20	437	2,00
133	295	3,25	303	3,17	311	3,08	320	2,99	330	2,90	340	2,81	352	2,72	8,00	365	2,63	378	2,53	394	2,43	429	2,23
163	310	4,65	316	4,56	322	4,47	329	4,38	336	4,28	344	4,19	352	4,09	8,00	361	3,99	370	3,89	380	3,79	402	3,58
172	313	5,12	319	5,03	325	4,94	331	4,84	338	4,75	345	4,65	352	4,55	8,00	360	4,45	368	4,35	377	4,25	397	4,04
138	298	3,46	305	3,38	313	3,29	322	3,20	331	3,11	341	3,02	352	2,93	8,00	364	2,83	377	2,74	391	2,64	423	2,44
129	292	3,08	300	3,00	309	2,92	319	2,83	329	2,74	340	2,65	352	2,56	8,00	365	2,47	380	2,37	396	2,27	434	2,08
212	324	7,51	328	7,42	333	7,32	337	7,22	342	7,12	347	7,02	352	6,92	8,00	357	6,82	363	6,71	369	6,61	381	6,39
157	307	4,35	314	4,26	320	4,17	327	4,08	335	3,98	343	3,89	352	3,79	8,00	361	3,70	371	3,60	382	3,49	406	3,29
165	310	4,75	316	4,66	323	4,57	329	4,48	337	4,38	344	4,29	352	4,19	8,00	361	4,09	370	3,99	379	3,89	401	3,68



• **TABLA DE REGULACIÓN**

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>300</b>					Max <b>272</b>					
Coef. Seguridad:		<b>14,56</b>					Min <b>330</b>					
Vano regulacion:		<b>73</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	120	122	123	125	128	130	132	135	137	140	146	
<b>Flecha (m)</b>	2,41	2,38	2,34	2,30	2,26	2,22	2,18	2,14	2,10	2,06	1,98	
<b>VANOS (M)</b>	72,82	2,40	2,36	2,33	2,29	2,25	2,21	2,17	2,13	2,09	2,05	1,97

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>750</b>					Max <b>674</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,85</b>					Min <b>935</b>					
Vano regulacion:		<b>140</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	299	306	314	323	332	341	352	363	376	390	421	
<b>Flecha (m)</b>	3,55	3,47	3,38	3,29	3,20	3,11	3,02	2,92	2,82	2,72	2,52	
<b>VANOS (M)</b>	139,72	3,54	3,45	3,37	3,28	3,19	3,10	3,00	2,91	2,81	2,71	2,51

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>753</b>					Max <b>694</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,82</b>					Min <b>911</b>					
Vano regulacion:		<b>156</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	307	313	320	327	335	343	352	361	372	383	407	
<b>Flecha (m)</b>	4,30	4,21	4,12	4,03	3,94	3,84	3,74	3,65	3,55	3,45	3,24	
<b>VANOS (M)</b>	158,04	4,41	4,32	4,23	4,13	4,04	3,94	3,84	3,74	3,64	3,54	3,32
<b>VANOS (M)</b>	154,22	4,20	4,11	4,03	3,94	3,85	3,75	3,66	3,56	3,47	3,37	3,16



TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>752</b>					Max <b>690</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,82</b>					Min <b>916</b>					
Vano regulacion:		<b>152</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	305	312	319	326	334	343	352	362	373	384	410	
<b>Flecha (m)</b>	4,11	4,02	3,93	3,84	3,74	3,65	3,56	3,46	3,36	3,26	3,05	
<b>VANOS (M)</b>	154,19	4,22	4,13	4,04	3,95	3,85	3,76	3,66	3,56	3,46	3,35	3,14
	163,00	4,72	4,62	4,52	4,41	4,31	4,20	4,09	3,98	3,86	3,75	3,51
	163,00	4,72	4,62	4,52	4,41	4,31	4,20	4,09	3,98	3,86	3,75	3,51
	163,99	4,78	4,68	4,57	4,47	4,36	4,25	4,14	4,02	3,91	3,79	3,55
	164,53	4,81	4,71	4,60	4,50	4,39	4,28	4,17	4,05	3,94	3,82	3,57
	120,76	2,59	2,54	2,48	2,42	2,36	2,30	2,24	2,18	2,12	2,06	1,93
	89,05	1,41	1,38	1,35	1,32	1,29	1,25	1,22	1,19	1,15	1,12	1,05

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>754</b>					Max <b>705</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,8</b>					Min <b>899</b>					
Vano regulacion:		<b>166</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	311	317	323	330	337	344	352	360	369	379	400	
<b>Flecha (m)</b>	4,80	4,71	4,62	4,53	4,43	4,34	4,24	4,14	4,04	3,94	3,73	
<b>VANOS (M)</b>	175,45	5,37	5,27	5,16	5,06	4,95	4,85	4,74	4,63	4,51	4,40	4,16
	183,35	5,86	5,75	5,64	5,53	5,41	5,29	5,17	5,05	4,93	4,80	4,55
	178,53	5,56	5,45	5,35	5,24	5,13	5,02	4,91	4,79	4,67	4,56	4,31
	179,31	5,60	5,50	5,39	5,28	5,17	5,06	4,95	4,83	4,71	4,60	4,35
	115,66	2,33	2,29	2,24	2,20	2,15	2,11	2,06	2,01	1,96	1,91	1,81
	88,80	1,37	1,35	1,32	1,30	1,27	1,24	1,21	1,19	1,16	1,13	1,07

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>750</b>					Max <b>678</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,84</b>					Min <b>929</b>					
Vano regulacion:		<b>143</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	300	308	315	324	332	342	352	363	375	388	418	
<b>Flecha (m)</b>	3,69	3,60	3,51	3,42	3,33	3,24	3,15	3,05	2,95	2,85	2,65	
<b>VANOS (M)</b>	143,12	3,69	3,61	3,52	3,43	3,34	3,25	3,15	3,06	2,96	2,86	2,65

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>					Cable: <b>LA-110</b>					
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>					Parámetros:					
Tense máxima:		<b>756</b>					Max <b>716</b>					
Coef. Seguridad:		<b>5,79</b>					Min <b>888</b>					
Vano regulacion:		<b>178</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	315	321	326	332	338	345	352	359	367	376	394	
<b>Flecha (m)</b>	5,45	5,36	5,26	5,17	5,07	4,98	4,88	4,78	4,67	4,57	4,36	
<b>VANOS (M)</b>	177,58	5,42	5,33	5,24	5,14	5,05	4,95	4,85	4,75	4,65	4,55	4,34

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>				
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:				
Tense máxima:		<b>753</b>						Max <b>694</b>				
Coef. Seguridad:		<b>5,82</b>						Min <b>911</b>				
Vano regulacion:		<b>156</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	307	313	320	327	335	343	352	361	372	383	407	
<b>Flecha (m)</b>	4,30	4,21	4,12	4,03	3,94	3,84	3,74	3,65	3,55	3,45	3,24	
<b>VANOS (M)</b>	154,80	4,23	4,15	4,06	3,97	3,88	3,78	3,69	3,59	3,49	3,39	3,19
	157,80	4,40	4,31	4,22	4,12	4,03	3,93	3,83	3,73	3,63	3,53	3,31

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>				
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:				
Tense máxima:		<b>753</b>						Max <b>694</b>				
Coef. Seguridad:		<b>5,82</b>						Min <b>911</b>				
Vano regulacion:		<b>156</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	307	313	320	327	335	343	352	361	372	383	407	
<b>Flecha (m)</b>	4,30	4,21	4,12	4,03	3,94	3,84	3,74	3,65	3,55	3,45	3,24	
<b>VANOS (M)</b>	177,23	5,55	5,43	5,32	5,20	5,08	4,96	4,83	4,71	4,58	4,45	4,18

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>				
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:				
Tense máxima:		<b>748</b>						Max <b>663</b>				
Coef. Seguridad:		<b>5,86</b>						Min <b>950</b>				
Vano regulacion:		<b>132</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	294	302	311	320	330	340	352	365	379	394	430	
<b>Flecha (m)</b>	3,21	3,12	3,04	2,95	2,86	2,77	2,68	2,59	2,49	2,39	2,19	
<b>VANOS (M)</b>	117,06	2,52	2,46	2,39	2,32	2,25	2,18	2,11	2,03	1,96	1,88	1,72
	153,63	4,34	4,23	4,12	4,00	3,88	3,76	3,63	3,50	3,37	3,24	2,97
	114,06	2,39	2,33	2,27	2,20	2,14	2,07	2,00	1,93	1,86	1,79	1,64

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona:		<b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>				
Hip. Más desfavorable:		<b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:				
Tense máxima:		<b>757</b>						Max <b>727</b>				
Coef. Seguridad:		<b>5,77</b>						Min <b>877</b>				
Vano regulacion:		<b>192</b>										
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	319	324	329	335	340	346	352	358	365	372	388	
<b>Flecha (m)</b>	6,26	6,16	6,07	5,97	5,87	5,78	5,67	5,57	5,47	5,37	5,15	
<b>VANOS (M)</b>	191,95	6,25	6,16	6,06	5,97	5,87	5,77	5,67	5,57	5,47	5,36	5,15
	191,95	6,25	6,16	6,06	5,97	5,87	5,77	5,67	5,57	5,47	5,36	5,15



TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>747</b>						Max <b>655</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,87</b>						Min <b>961</b>						
Vano regulacion: <b>127</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
Tense (kg)	291	299	308	318	328	340	352	366	381	397	437	
Flecha (m)	3,00	2,92	2,83	2,75	2,66	2,57	2,48	2,39	2,29	2,20	2,00	
VANOS (M)	135,96	3,44	3,35	3,25	3,15	3,05	2,95	2,84	2,74	2,63	2,52	2,29
	135,96	3,44	3,35	3,25	3,15	3,05	2,95	2,84	2,74	2,63	2,52	2,29
	98,48	1,80	1,76	1,70	1,65	1,60	1,55	1,49	1,44	1,38	1,32	1,20

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>748</b>						Max <b>664</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,86</b>						Min <b>948</b>						
Vano regulacion: <b>133</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
Tense (kg)	295	303	311	320	330	340	352	365	378	394	429	
Flecha (m)	3,25	3,17	3,08	2,99	2,90	2,81	2,72	2,63	2,53	2,43	2,23	
VANOS (M)	132,51	3,23	3,14	3,06	2,97	2,88	2,79	2,70	2,61	2,51	2,42	2,22
	132,51	3,23	3,14	3,06	2,97	2,88	2,79	2,70	2,61	2,51	2,42	2,22
	132,51	3,23	3,14	3,06	2,97	2,88	2,79	2,70	2,61	2,51	2,42	2,22

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>754</b>						Max <b>702</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,81</b>						Min <b>902</b>						
Vano regulacion: <b>163</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
Tense (kg)	310	316	322	329	336	344	352	361	370	380	402	
Flecha (m)	4,65	4,56	4,47	4,38	4,28	4,19	4,09	3,99	3,89	3,79	3,58	
VANOS (M)	162,84	4,64	4,55	4,46	4,37	4,27	4,18	4,08	3,98	3,88	3,78	3,57
	162,84	4,64	4,55	4,46	4,37	4,27	4,18	4,08	3,98	3,88	3,78	3,57
	162,84	4,64	4,55	4,46	4,37	4,27	4,18	4,08	3,98	3,88	3,78	3,57

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>755</b>						Max <b>711</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,8</b>						Min <b>893</b>						
Vano regulacion: <b>172</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
Tense (kg)	313	319	325	331	338	345	352	360	368	377	397	
Flecha (m)	5,12	5,03	4,94	4,84	4,75	4,65	4,55	4,45	4,35	4,25	4,04	
VANOS (M)	172,01	5,12	5,03	4,94	4,84	4,75	4,65	4,55	4,45	4,35	4,25	4,04
	172,01	5,12	5,03	4,94	4,84	4,75	4,65	4,55	4,45	4,35	4,25	4,04
	172,01	5,12	5,03	4,94	4,84	4,75	4,65	4,55	4,45	4,35	4,25	4,04



TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>748</b>						Max <b>664</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,86</b>						Min <b>948</b>						
Vano regulacion: <b>133</b>												
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	295	303	311	320	330	340	352	365	378	394	429	
<b>Flecha (m)</b>	3,25	3,17	3,08	2,99	2,90	2,81	2,72	2,63	2,53	2,43	2,23	
<b>VANOS (M)</b>	136,35	3,42	3,33	3,24	3,15	3,05	2,96	2,86	2,76	2,66	2,56	2,35
	129,54	3,08	3,00	2,92	2,84	2,76	2,67	2,58	2,49	2,40	2,31	2,12

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>749</b>						Max <b>672</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,85</b>						Min <b>938</b>						
Vano regulacion: <b>138</b>												
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	298	305	313	322	331	341	352	364	377	391	423	
<b>Flecha (m)</b>	3,46	3,38	3,29	3,20	3,11	3,02	2,93	2,83	2,74	2,64	2,44	
<b>VANOS (M)</b>	131,56	3,15	3,07	2,99	2,91	2,83	2,75	2,66	2,58	2,49	2,40	2,21
	165,30	4,97	4,85	4,72	4,60	4,47	4,34	4,20	4,07	3,93	3,79	3,50

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>747</b>						Max <b>658</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,87</b>						Min <b>956</b>						
Vano regulacion: <b>129</b>												
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	292	300	309	319	329	340	352	365	380	396	434	
<b>Flecha (m)</b>	3,08	3,00	2,92	2,83	2,74	2,65	2,56	2,47	2,37	2,27	2,08	
<b>VANOS (M)</b>	123,96	2,85	2,77	2,69	2,61	2,53	2,45	2,36	2,28	2,19	2,10	1,92
	133,53	3,30	3,21	3,12	3,03	2,94	2,84	2,74	2,64	2,54	2,44	2,22

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>759</b>						Max <b>740</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,75</b>						Min <b>865</b>						
Vano regulacion: <b>212</b>												
<b>Temp. (°C)</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>35</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>-10</b>	
<b>Tense (kg)</b>	324	328	333	337	342	347	352	357	363	369	381	
<b>Flecha (m)</b>	7,51	7,42	7,32	7,22	7,12	7,02	6,92	6,82	6,71	6,61	6,39	
<b>VANOS (M)</b>	212,39	7,54	7,44	7,35	7,25	7,15	7,05	6,95	6,84	6,74	6,63	6,42



TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>753</b>						Max <b>695</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,82</b>						Min <b>909</b>						
Vano regulacion: <b>157</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
<b>Tense (kg)</b>	307	314	320	327	335	343	352	361	371	382	406	
<b>Flecha (m)</b>	4,35	4,26	4,17	4,08	3,98	3,89	3,79	3,70	3,60	3,49	3,29	
VANOS (M)	151,5	4,05	3,97	3,88	3,80	3,71	3,62	3,53	3,44	3,35	3,25	3,06
	161,18	4,58	4,49	4,39	4,30	4,20	4,10	4,00	3,89	3,79	3,68	3,46

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>748</b>						Max <b>663</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,86</b>						Min <b>950</b>						
Vano regulacion: <b>132</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
<b>Tense (kg)</b>	294	302	311	320	330	340	352	365	379	394	430	
<b>Flecha (m)</b>	3,21	3,12	3,04	2,95	2,86	2,77	2,68	2,59	2,49	2,39	2,19	
VANOS (M)	131,56	3,19	3,10	3,02	2,93	2,84	2,75	2,66	2,57	2,47	2,38	2,18

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS DE REGULACION												
Zona: <b>ZONA A</b>						Cable: <b>LA-110</b>						
Hip. Más desfavorable: <b>-5°C y Viento</b>						Parámetros:						
Tense máxima: <b>754</b>						Max <b>704</b>						
Coef. Seguridad: <b>5,81</b>						Min <b>900</b>						
Vano regulacion: <b>165</b>												
Temp. (°C)	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	-10	
<b>Tense (kg)</b>	310	316	323	329	337	344	352	361	370	379	401	
<b>Flecha (m)</b>	4,75	4,66	4,57	4,48	4,38	4,29	4,19	4,09	3,99	3,89	3,68	
VANOS (M)	165,30	4,77	4,68	4,59	4,49	4,40	4,30	4,21	4,11	4,00	3,90	3,69



## 2.2 CÁLCULO DE APOYOS

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

- El coeficiente de seguridad para la tracción máxima admisible de los conductores será superior a 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  $U_n \leq 30\text{kV}$ ,
- La tensión de trabajo de los conductores a  $15^\circ\text{C}$ , sin sobrecarga será la del EDS que es inferior al 15% (límite dinámico). En el diseño se tendrá también en cuenta que el CHS o tensión del conductor en horas frías no sea superior al 20%.
- Los cálculos se realizarán para las sobrecargas según zona de cálculo reglamentaria "A",
- Las hipótesis de cálculo, según la ITC-LAT 07, Apdo. 3.5.3, en zona "A" serán las siguientes:
  - 1ª hipótesis: viento.
  - 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 para los apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido para el caso de hipótesis normales 1H (3H solamente en caso de prescindir de la 4H).

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





Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Suspensión en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (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%					
Amarre en alineación	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zona A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{herr.}$ (zonas B y C)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	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) $n \cdot (T_2 - T_1)$	$T_v$ (A) $T_h$ (B y C)
% des. = Coeficiente desequilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV					

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

Tabla 8. Apoyos de líneas sitiadas en zona A (I)

Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
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	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot. \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot \%rot. \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
		$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng,hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$			
	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 de equilibrio; 8% para $U_n \leq 66$ kV % rot. = Coeficiente rotura en % de la tensión del cable roto: 50%				
Amarre 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)	
		$P_{cond} = n \cdot p \left[ \frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{v1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{v2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1+a_2}{2} + \frac{T_{h1}}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) - \frac{T_{h2}}{p_{ap}} \left( \frac{d_2}{a_2} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	T	$n \cdot (F_T + R_{áng})$	$n \cdot R_{áng,hielo}$	$n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $n \cdot (2 - \%des.) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	$(2 \cdot n - 1) \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $(2 \cdot n - 1) \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)
		$F_T = q \cdot d \cdot \frac{a_1+a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng} = 2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right), R_{áng,hielo} = 2 \cdot T_h \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$			
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)	$T_v \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (A) $T_h \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ (B y C)	
% des. = Coeficiente de equilibrio; 15% para $U_n \leq 66$ kV.					

V = esfuerzo vertical

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

Tabla 9. Apoyos de líneas sítadas en zona A (II)

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

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

Tabla 10. Apoyos de líneas situadas en zona A (III)



Tipo de Apoyo	Tipo de Esfuerzo	1ª Hipótesis (Viento)	2ª Hipótesis (Hielo)	3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)	4ª Hipótesis (Rotura de conductor)
Fin de Línea	V	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$	$P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$	No se aplica	$P_{cond.} + P_{cad.} + P_{her.}$ (A) $P_{cond.+hielo} + P_{cad.} + P_{her.}$ (B y C)
		$P_{cond.} = n \cdot p \left[ \frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = \sqrt{p^2 + q^2}$ $P_{cond.+hielo} = n \cdot p_{ap} \left[ \frac{a_1}{2} + \frac{T_v}{p_{ap}} \left( \frac{d_1}{a_1} \right) \right] \quad p_{ap} = p + h$			
	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

T = esfuerzo transversal

L = esfuerzo longitudinal

Tabla 11. Apoyos de líneas sitiadas en zona A (IV)

$P_{cond.}$ :	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 y 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

Tabla 12. Definiciones

En las líneas de tensión nominal hasta 66kV, como la estudiada en el 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:

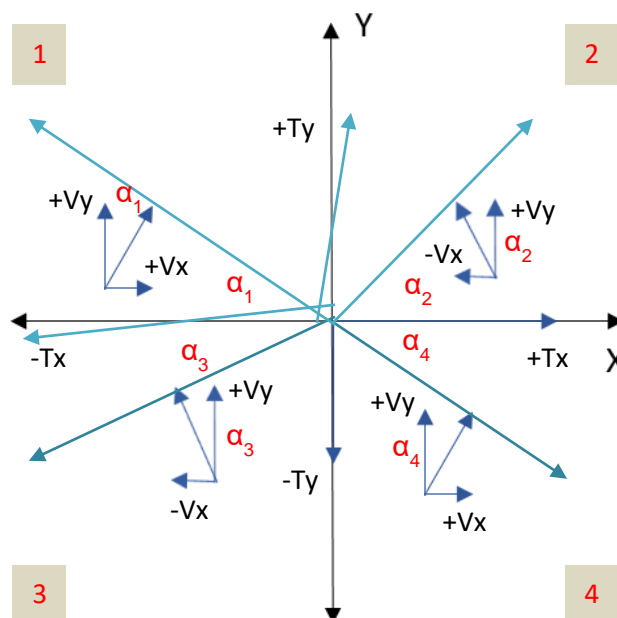
- Que los conductores y cables de fibra óptica ADSS tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- Que se instalen apoyos de anclaje, como máximo, cada 3 kilómetros.
- 

Para todas las hipótesis 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

## 2.3 RESUMEN CÁLCULO APOYOS

### Apoyo nº1





Apoyo Nº: 1		Conductor de fase							
Función: Entronque		Tenses			LA-110		Datos:		LA-110
Tipo: C-14-4500 TR2									
Vano 1	72,81 m Cuadrante 1	T <sub>-5°C + viento</sub>	700	700	705	Kg	Peso:	0,425	Kg/m
Vano 2	69,8 m Cuadrante 2	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,840	
Vano 3	95,73 m Cuadrante 3	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Eolovano	36,41 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Desnivel post.	-1,79	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,941	
Ángulo 1	0,00 g	Nº conductores			3				
Ángulo 2	95,85 g	Seg. Reforzada			NO				
Ángulo 3	95,81 g								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$		E <sub>viento</sub> =		4.342 Kg		<		4.590 Kg	
		C <sub>seg</sub> =		1,59		>		1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		E <sub>deseq.</sub> =		1.063 Kg		<		6.075 Kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> =		6,86		>		1,2	
$M_T = 0$		M <sub>TORSOR</sub> =		0				Kg.m	
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$		$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$							
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		E <sub>rotura útil</sub> =		1.022 Kg		<		1.260 Kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> =		1,48		>		1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$		M <sub>TORSOR</sub> =		611,16 kg.m					
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		E <sub>rotura útil</sub> =		1.062,58 kg					



Apoyo Nº: 2		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-16 3000 TR2										
<b>Desnivel 1</b>	1,79 m	T <sub>5°C + viento</sub>	728	750	kg	Peso:	0,434	kg/m		
<b>Desnivel 2</b>	2,95 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
<b>Vano 1</b>	72,81 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
<b>Vano 2</b>	139,71 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
<b>Eolovano</b>	106,26 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
<b>Angulo desvío</b>	165,723 g	Nº conductores	3							
<b>Sen α/2</b>	0,26597087	Seg. Reforzada	SI							
<b>Cos α/2</b>	0,96398107									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot \left( s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$						$E_{viento} = 409 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$ $C_{seg} = 11,18 > 1,5$				
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						$E_{deseq} = 81 \text{ kg} < 4.110 \text{ kg}$ $C_{seg} = 75,95 > 1,2$				
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						$M_T = 0$ $M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$				
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$ <p><b>Tresbolillo</b></p>				
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						$E_{rotura fase} = 723 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$ $C_{seg} = 2,06 > 1,2$				
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						$M_{TORSOR} = 1.265 \text{ kg.m}$				
$E_{rot} = E_T + E_L$						$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$ $E_{rotura útil} = 1.920 \text{ kg}$				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot P_{cond}$						<b>LA-110</b> $a_p = 142 \text{ m}$				
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						$E_{vertical} = 80 \text{ kg} < 300 \text{ kg}$				
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena amarre doble polimérica</b>				<b>18,44</b>	<b>kg</b>		



Apoyo Nº: 3		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-16 2000 TR2										
Desnivel 1	-2,95 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	750	753	kg	Peso:	0,434		kg/m	
Desnivel 2	-0,73 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	139,71 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	158,05 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	148,88 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvío	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	SI							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						$E_{viento} = 478 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$ $C_{seg} = 6,35 > 1,5$				
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						$E_{deseq.} = 1.130 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$ $C_{seg} = 3,75 > 1,2$				
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						$M_T = 0$ $M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$				
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$ <p><b>Tresbolillo</b></p>				
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						$E_{rotura fase} = 753 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,98 > 1,2$				
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						$M_{TORSOR} = 1.318 \text{ kg.m}$ $E_{rotura útil} = 753 \text{ kg}$				
$E_{rot} = E_T + E_L$						$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot P_{cond}$						<b>LA-110</b> $a_p = 129 \text{ m}$				
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						$E_{vertical} = 74 \text{ kg} \# 300 \text{ kg}$				
<b>Velocidad del viento</b>		<b>120</b>	<b>km/h</b>		<b>Cadena amarre doble polimérica</b>			<b>18,44</b>		<b>kg</b>





Apoyo Nº: <b>4</b>		<b>Conductor de fase</b>				
Función: <b>Alineación</b>		<b>Tenses</b>		<b>Datos:</b>		
Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		<b>LA-110</b>		<b>LA-110</b>		
<b>Desnivel 1</b>	0,73 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	kg	Peso:	0,434
<b>Desnivel 2</b>	6,83 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857
<b>Vano 1</b>	158,05 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-
<b>Vano 2</b>	154,22 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-
<b>Eolovano</b>	156,14 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960
		Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>			
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>						
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>401</b>	kg <	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>2,71</b>	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>						
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>181</b>	kg <	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,87</b>	>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m		
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>						
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>377</b>	kg <	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>		$V = a_p \cdot p_{cond}$	<b>LA-110</b>			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	195	m		
		$E_{vertical} =$	89	kg <	300	kg
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>



Apoyo Nº: 5		Conductor de fase									
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110			
Tipo: C-14 2000 TR2											
Desnivel 1	-6,83 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	752	kg	Peso:	0,434	kg/m			
Desnivel 2	1,59 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857				
Vano 1	154,22 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-				
Vano 2	154,19 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-				
Eolovano	154,21 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960				
Angulo desvío	163,362 g	Nº conductores	3								
Sen α/2	0,28379946	Seg. Reforzada	NO								
Cos α/2	0,95888366										
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>											
$E_v = n \cdot \left( s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$						E <sub>viento</sub> =	1,661 kg	<	2,025 kg		
						C <sub>seg</sub> =	1,83	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>											
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	2,045 kg	<	2,820 kg		
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,07	>	1,2		
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m			
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		<b>Tresbolillo</b>			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>											
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	722 kg	<	1.240 kg		
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,06	>	1,2		
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.264	kg.m			
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	2.004	kg			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>											
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110					
						a <sub>p</sub> =	128	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	74	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44 kg				



Apoyo N°: <b>6</b>		Conductor de fase					
Función: Alineación		Tenses		LA-110	Datos:		
Tipo: C-16 1000 B3					LA-110		
Desnivel 1	-1,59 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,88 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	154,19 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	163,00 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	158,60 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		N° conductores	3				
		Seg. Reforzada	NO				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		E <sub>viento</sub> =	408 kg	<	726 kg		
		C <sub>seg</sub> =	2,67	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		E <sub>deseq.</sub> =	180 kg	<	1.035 kg		
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		C <sub>seg</sub> =	6,88	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		M <sub>TORSOR</sub> =	0 kg.m				
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		E <sub>rotura fase</sub> =	376 kg	<	470 kg		
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		C <sub>seg</sub> =	1,50	>	1,2		
		M <sub>TORSOR</sub> =	- kg.m				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110					
		a <sub>p</sub> =	160 m				
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub>	73 kg	<	300 kg		
Velocidad del viento	120 km/h	Cadena suspensión polimérica		4,21 kg			



Apoyo Nº: <b>7</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		<b>Conductor de fase</b>					
		<b>Tenses</b>	<b>LA-110</b>		<b>Datos:</b>		
<b>Desnivel 1</b>	-1,88 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	<b>Peso:</b>	0,434	kg/m
<b>Desnivel 2</b>	1,44 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		<b>S<sub>viento cálculo</sub></b>	0,857	
<b>Vano 1</b>	163,00 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		<b>R<sub>hielo (ZONA B)</sub></b>	-	
<b>Vano 2</b>	163,00 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		<b>R<sub>hielo (ZONA C)</sub></b>	-	
<b>Eolovano</b>	163,00 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		<b>R<sub>viento (120) + peso</sub></b>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		<b>E<sub>viento</sub> =</b>	<b>419</b>	kg <	<b>726</b>	kg	
		<b>C<sub>seg</sub> =</b>	<b>2,60</b>	>	<b>1,5</b>		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		<b>E<sub>deseq.</sub> =</b>	<b>180</b>	kg <	<b>1.035</b>	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <b>Tresbolillo</b>		<b>C<sub>seg</sub> =</b>	<b>6,88</b>	>	<b>1,2</b>		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		<b>M<sub>TORSOR</sub> =</b>	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		<b>E<sub>rotura fase</sub> =</b>	<b>376</b>	kg <	<b>470</b>	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		<b>C<sub>seg</sub> =</b>	<b>1,50</b>	>	<b>1,2</b>		
		<b>M<sub>TORSOR</sub> =</b>	<b>-</b>	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot p_{cond}$		<b>LA-110</b>	<b>a<sub>p</sub> =</b>	<b>161</b>	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		<b>E<sub>vertical</sub></b>	<b>74</b>	kg <	<b>300</b>	kg	
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>			<b>4,21</b>	<b>kg</b>



Apoyo Nº: <b>8</b>		Conductor de fase					
Función: <b>Alineación</b>		Tenses		Datos:			
Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		LA-110		LA-110			
Desnivel 1	-1,44 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	0,36 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	163,00 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	163,99 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	163,50 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} = 420$ kg		<		726 kg	
		$C_{seg} = 2,59$		>		1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} = 180$ kg		<		1.035 kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} = 6,88$		>		1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} = 0$				kg.m	
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} = 376$ kg		<		470 kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} = 1,50$		>		1,2	
		$M_{TORSOR} = -$				kg.m	
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110					
		$a_p = 158$ m					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} = 73$ kg		<		300 kg	
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena suspensión	polimérica	4,21	kg	



Apoyo Nº: <b>9</b>		<b>Conductor de fase</b>				
Función: <b>Alineación</b>						
Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		<b>Tenses</b>	<b>LA-110</b>	<b>Datos:</b>		
<b>Desnivel 1</b>	-0,36 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	Peso:	0,434
<b>Desnivel 2</b>	1,25 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857
<b>Vano 1</b>	163,99 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-
<b>Vano 2</b>	164,53 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-
<b>Eolovano</b>	164,26 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960
		Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>			
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>						
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>422</b>	kg <	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>2,58</b>	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>						
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>180</b>	kg <	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <b>Tresbolillo</b>		$C_{seg} =$	<b>6,88</b>	>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m		
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>						
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>376</b>	kg <	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>						
		$V = a_p \cdot p_{cond}$	<b>LA-110</b>			
		$a_p =$	168	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} =$	77	kg <	300	kg
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>



Apoyo Nº: <b>10</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,25 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,91 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	164,53 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	120,76 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	142,65 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>367</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>2,97</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>180</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,88</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>376</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2		
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>				
		$a_p =$	149	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} =$	69	kg <	300	kg	
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: <b>11</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,91 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,07 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	120,76 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	89,05 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	104,91 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} = 270 \text{ kg} < 726 \text{ kg}$					
		$C_{seg} = 4,04 > 1,5$					
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} = 180 \text{ kg} < 1.035 \text{ kg}$					
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} = 6,88 > 1,2$					
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$					
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} = 376 \text{ kg} < 470 \text{ kg}$					
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} = 1,50 > 1,2$					
		$M_{TORSOR} = - \text{ kg.m}$					
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		LA-110					
		a <sub>p</sub> = 102 m					
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} = 48 \text{ kg} < 300 \text{ kg}$					
<b>Velocidad del viento 120 km/h</b> Cadena suspensión polimérica <b>4,21 kg</b>							





Apoyo Nº: 12		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	-1,07 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	752	754	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-1,90 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	89,05 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	175,45 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	132,25 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	201,968 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0,01545602	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	0,99988055									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	410 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,41	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.183 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,57	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	754 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.319	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	824	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	114	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	68	kg	<	300
<b>Velocidad del viento 120 km/h Cadena amarre doble polimérica 18,44 kg</b>										



Apoyo Nº: <b>13</b>		<b>Conductor de fase</b>				
Función: <b>Alineación</b>		<b>Tenses</b>		<b>Datos:</b>		
Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		<b>LA-110</b>		<b>LA-110</b>		
<b>Desnivel 1</b>	1,90 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434
<b>Desnivel 2</b>	1,85 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857
<b>Vano 1</b>	175,45 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-
<b>Vano 2</b>	183,35 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-
<b>Eolovano</b>	179,40 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960
		Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>			
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>						
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>461</b>	kg <	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>2,36</b>	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>						
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>181</b>	kg <	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,86</b>	>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m		
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>						
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>377</b>	kg <	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>			
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	196	m		
		$E_{vertical} =$	89	kg <	300	kg
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>



Apoyo Nº: <b>14</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,85 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	0,46 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	183,35 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	178,53 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	180,94 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>465</b>	kg	<	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>2,34</b>		>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>181</b>	kg	<	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,86</b>		>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>377</b>	kg	<	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>		>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>				
		$a_p =$	175	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} =$	80	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: <b>15</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-0,46 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,21 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	178,53 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	179,31 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	178,92 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		E <sub>viento</sub> =	460	kg	<	726	kg
		C <sub>seg</sub> =	2,37		>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		E <sub>deseq.</sub> =	181	kg	<	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		C <sub>seg</sub> =	6,86		>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		E <sub>rotura fase</sub> =	377	kg	<	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		C <sub>seg</sub> =	1,50		>	1,2	
		M <sub>TORSOR</sub> =	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>				
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		a <sub>p</sub> =	182	m			
		E <sub>vertical</sub>	83	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena suspensión polimérica		4,21	kg	



Apoyo Nº: <b>16</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,21 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	2,85 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	179,31 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	115,66 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	147,49 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		E <sub>viento</sub> =	379	kg <	726	kg	
		C <sub>seg</sub> =	2,87	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		E <sub>deseq.</sub> =	181	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		C <sub>seg</sub> =	6,86	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		E <sub>rotura fase</sub> =	377	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		C <sub>seg</sub> =	1,50	>	1,2		
		M <sub>TORSOR</sub> =	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
		$V = a_p \cdot P_{cond}$	LA-110				
		a <sub>p</sub> =	162	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub>	74	kg <	300	kg	
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena suspensión polimérica		4,21	kg	



Apoyo Nº: 17		Conductor de fase				
Función: Alineación		Tenses		Datos:		
Tipo: C-16 1000 B3		LA-110		LA-110		
Desnivel 1	-2,85 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434
Desnivel 2	1,68 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857
Vano 1	115,66 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-
Vano 2	88,80 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-
Eolovano	102,23 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960
		Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>						
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		E <sub>viento</sub> =	263	kg <	726	kg
		C <sub>seg</sub> =	4,14	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>						
$M_T = 0$		E <sub>deseq.</sub> =	181	kg <	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		C <sub>seg</sub> =	6,86	>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>						
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		E <sub>rotura fase</sub> =	377	kg <	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		C <sub>seg</sub> =	1,50	>	1,2	
		M <sub>TORSOR</sub> =	-	kg.m		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>						
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110				
		a <sub>p</sub> =	98	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub>	47	kg <	300	kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena suspensión polimérica		4,21	kg



Apoyo Nº: 18		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-1,68 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	750	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	4,59 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857		
Vano 1	88,80 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-		
Vano 2	143,12 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-		
Eolovano	115,96 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960		
Angulo desvio	198,154 g	Nº conductores	3						
Sen α/2	0,01449794	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,9998949								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$				$E_{viento} = 363 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$					
				$C_{seg} = 8,36 > 1,5$					
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$				$E_{deseq.} = 1.180 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$					
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$				$C_{seg} = 3,58 > 1,2$					
$M_T = 0$				$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$					
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$				$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		Tresbolillo			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$				$E_{rotura fase} = 754 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$					
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$				$C_{seg} = 1,97 > 1,2$					
$E_{rot} = E_T + E_L$				$M_{TORSOR} = 1.319 \text{ kg.m}$					
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				$E_{rotura útil} = 820 \text{ kg}$					
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>									
$V = a_p \cdot p_{cond}$				LA-110					
				a <sub>p</sub> = 126 m					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$				E <sub>vertical</sub> = 73 kg		< 300 kg			
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica		18,44		kg		



Apoyo Nº: 19		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	-4,59 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	750	756	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-0,63 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	143,12 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	177,58 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	160,35 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	412 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,37	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.134 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,73	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	756 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.323	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	756	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	132	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	76	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44	kg		





Apoyo Nº: 20		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	0,63 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	756	753	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-9,29 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	177,58 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	154,80 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	166,19 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	427 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,11	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.134 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,73	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	756 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.323	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	756	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	122	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	71	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44 kg			



Apoyo Nº: <b>21</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	9,29 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	11,48 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	154,80 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	157,80 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	156,30 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>402</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>2,71</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>181</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,87</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>377</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2		
$M_{TORSOR} =$		<b>-</b>	kg.m				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	<b>260</b>	m			
		$E_{vertical} =$	<b>117</b>	kg <	300	kg	
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>	



Apoyo Nº: 22		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-16 2000 TR2										
Desnivel 1	-11,48 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	755	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-6,26 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	157,80 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	177,23 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	167,52 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvío	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	431 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,05	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.133 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,74	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	755 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.321	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	755	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	83	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	54	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44	kg		



Apoyo Nº: 23		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-16 2000 B4										
Desnivel 1	6,26 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	755	748	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-9,19 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	177,23 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	117,06 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	147,15 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	378 kg	<	1.455 kg	
						C <sub>seg</sub> =	5,77	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.133 kg	<	2.046 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,71	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	755 kg	<	795 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,26	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	2.265	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	755	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	113	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	68	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44 kg			



Apoyo Nº: <b>24</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-14 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	9,19 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-2,02 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	117,06 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	153,63 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	135,35 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		<b>E<sub>viento</sub> = 348 kg &lt; 726 kg</b> <b>C<sub>seg</sub> = 3,13 &gt; 1,5</b>					
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		<b>E<sub>deseq.</sub> = 180 kg &lt; 1.035 kg</b> <b>C<sub>seg</sub> = 6,92 &gt; 1,2</b>					
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$		<b>Tresbolillo</b>					
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		<b>M<sub>TORSOR</sub> = 0 kg.m</b>					
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		<b>E<sub>rotura fase</sub> = 374 kg &lt; 470 kg</b> <b>C<sub>seg</sub> = 1,51 &gt; 1,2</b>					
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		<b>M<sub>TORSOR</sub> = - kg.m</b>					
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		a <sub>p</sub> = 186 m					
		<b>E<sub>vertical</sub> = 85 kg &lt; 300 kg</b>					
<b>Velocidad del viento</b>		<b>120 km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21 kg</b>		



Apoyo Nº: <b>25</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-14 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	2,02 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	3,80 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	153,63 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	114,06 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	133,85 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>344</b>	kg	<	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>3,17</b>		>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>180</b>	kg	<	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,92</b>		>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>374</b>	kg	<	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,51</b>		>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	170	m			
		$E_{vertical} =$	78	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: 26		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	-3,80 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	757	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-2,17 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857		
Vano 1	114,06 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-		
Vano 2	191,95 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-		
Eolovano	153,01 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960		
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	1								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$		E <sub>viento</sub> =		393 kg	<	2.025 kg			
		C <sub>seg</sub> =		7,72	>	1,5			
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		E <sub>deseq.</sub> =		1.136 kg	<	2.820 kg			
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> =		3,73	>	1,2			
$M_T = 0$		M <sub>TORSOR</sub> =		0 kg.m					
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$		$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		<b>Tresbolillo</b>					
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		E <sub>rotura fase</sub> =		757 kg	<	1.240 kg			
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> =		1,97	>	1,2			
$E_{rot} = E_T + E_L$		M <sub>TORSOR</sub> =		1.325 kg.m					
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		E <sub>rotura útil</sub> =		757 kg					
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>									
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110							
		a <sub>p</sub> =		118 m					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub>		70 kg	<	300 kg			
Velocidad del viento	120 km/h	Cadena amarre doble polimérica		18,44 kg					



Apoyo Nº: <b>27</b>		Conductor de fase					
Función: <b>Alineación</b>		Tenses		Datos:			
Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		LA-110		LA-110			
<b>Desnivel 1</b>	2,17 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	757	kg	Peso:	0,434	kg/m
<b>Desnivel 2</b>	5,27 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
<b>Vano 1</b>	191,95 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
<b>Vano 2</b>	191,95 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
<b>Eolovano</b>	191,95 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		<b>E<sub>viento</sub> = 493</b>	kg	<	726	kg	
		<b>C<sub>seg</sub> = 2,21</b>		>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		<b>E<sub>deseq.</sub> = 182</b>	kg	<	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		<b>C<sub>seg</sub> = 6,84</b>		>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		<b>M<sub>TORSOR</sub> = 0</b>	kg.m				
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		<b>E<sub>rotura fase</sub> = 379</b>	kg	<	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		<b>C<sub>seg</sub> = 1,49</b>		>	1,2		
		<b>M<sub>TORSOR</sub> = -</b>	kg.m				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		a <sub>p</sub> =	223	m			
		<b>E<sub>vertical</sub> = 101</b>	kg	<	300	kg	
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>	





Apoyo Nº: 28		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-14 2000 TR2										
Desnivel 1	-5,27 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	757	747	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	1,32 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	191,95 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	135,96 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	163,96 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	421 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,21	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.136 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,73	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				
						<b>Tresbolillo</b>				
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	757 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.325	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	757	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	150	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	83	kg	<	300
<b>Velocidad del viento</b>		<b>120</b>	<b>km/h</b>		<b>Cadena amarre doble polimérica</b>		<b>18,44</b>		<b>kg</b>	



Apoyo Nº: <b>29</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,32 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	747	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	1,17 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	135,96 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	135,96 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	135,96 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>349</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>3,12</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>179</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,93</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>374</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,51</b>	>	1,2		
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	135	m			
		$E_{vertical} =$	63	kg <	300	kg	
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: <b>30</b>		Conductor de fase					
Función: <b>Alineación</b>		Tenses		Datos:			
Tipo: <b>C-18 1000 B3</b>		LA-110		LA-110			
<b>Desnivel 1</b>	-1,17 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	747	kg	Peso:	0,434	kg/m
<b>Desnivel 2</b>	5,15 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
<b>Vano 1</b>	135,96 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
<b>Vano 2</b>	98,48 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
<b>Eolovano</b>	117,22 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>301</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>3,61</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>179</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <b>Tresbolillo</b>		$C_{seg} =$	<b>6,93</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>374</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,51</b>	>	1,2		
$M_{TORSOR} =$		<b>-</b>	kg.m				
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	151	m			
		$E_{vertical} =$	70	kg <	300	kg	
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>	



Apoyo Nº: 31		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-14 4500 TR2										
Desnivel 1	-5,15 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	747	748	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	9,67 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	98,48 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	132,51 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	115,50 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	279,369 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0,58376867	Seg. Reforzada	SI							
Cos α/2	0,81192003									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	3,574 kg	<	4,590 kg	
						C <sub>seg</sub> =	1,93	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	2,876 kg	<	6,075 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,17	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	607 kg	<	1,260 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,49	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1,063	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	3,227	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	132	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	75	kg	<	300
Velocidad del viento		120	km/h	Cadena amarre doble polimérica		18,44		kg		



Apoyo Nº: 32		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-16 2000 TR2									
Desnivel 1	-9,67 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	754	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-0,65 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857		
Vano 1	132,51 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-		
Vano 2	162,84 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-		
Eolovano	147,68 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960		
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3						
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	1								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$		E <sub>viento</sub> = 474 kg < 2.025 kg							
		C <sub>seg</sub> = 6,40 > 1,5							
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		E <sub>deseq.</sub> = 1.131 kg < 2.820 kg							
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> = 3,74 > 1,2							
M <sub>T</sub> = 0		M <sub>TORSOR</sub> = 0 kg.m							
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$		$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		Tresbolillo					
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		E <sub>rotura fase</sub> = 754 kg < 1.240 kg							
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> = 1,97 > 1,2							
$E_{rot} = E_T + E_L$		M <sub>TORSOR</sub> = 1.320 kg.m							
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		E <sub>rotura útil</sub> = 754 kg							
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>									
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110							
		a <sub>p</sub> = 87 m							
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub> = 56 kg < 300 kg							
Velocidad del viento	120 km/h	Cadena amarre doble polimérica		18,44 kg					



Apoyo Nº: 33		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	0,65 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	755	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	9,36 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	162,84 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	172,01 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	167,43 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	430 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	7,06	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.133 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,74	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	755 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,97	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.321	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	755	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	213	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	111	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44	kg		



Apoyo Nº: 34		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-14 2000 TR2									
Desnivel 1	-9,36 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	755	748	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-6,39 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857		
Vano 1	172,01 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-		
Vano 2	136,35 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-		
Eolovano	154,18 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960		
Angulo desvio	205,019 g	Nº conductores	3						
Sen α/2	0,03940893	Seg. Reforzada	NO						
Cos α/2	0,99922317								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$				$E_{viento} = 574 \text{ kg} < 2.025 \text{ kg}$					
				$C_{seg} = 5,29 > 1,5$					
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$				$E_{deseq.} = 1.266 \text{ kg} < 2.820 \text{ kg}$					
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$				$C_{seg} = 3,34 > 1,2$					
$M_T = 0$				$M_{TORSOR} = 0 \text{ kg.m}$					
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$				$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		Tresbolillo			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$				$E_{rotura fase} = 754 \text{ kg} < 1.240 \text{ kg}$					
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$				$C_{seg} = 1,97 > 1,2$					
$E_{rot} = E_T + E_L$				$M_{TORSOR} = 1.320 \text{ kg.m}$					
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				$E_{rotura útil} = 933 \text{ kg}$					
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>									
$V = a_p \cdot p_{cond}$				LA-110					
				a <sub>p</sub> = 75 m					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$				E <sub>vertical</sub> = 51 kg		300 kg			
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica		18,44		kg		



Apoyo Nº: <b>35</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-20 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	6,39 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	2,76 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	136,35 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	129,54 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	132,95 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>SI</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>427</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>2,55</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>180</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,92</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura fase} =$	<b>374</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,51</b>	>	1,2		
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		<b>LA-110</b>					
$a_p = e_o + \frac{T_{m\acute{a}x}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$a_p =$	<b>186</b>	m			
		$E_{vertical} =$	<b>85</b>	kg <	300	kg	
<b>Velocidad del viento</b>	<b>120</b>	<b>km/h</b>	<b>Cadena suspensión polimérica</b>		<b>4,21</b>	<b>kg</b>	





Apoyo Nº: 36		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	-2,76 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	749	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	1,03 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	129,54 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	127,27 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	128,41 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvío	175,368 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0,19225478	Seg. Reforzada	SI							
Cos α/2	0,98134505									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot \left( s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$						E <sub>viento</sub> =	1.484 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	2,05	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.751 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,42	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		<b>Tresbolillo</b>		
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	735 kg	<<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,02	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.286	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	1.599	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	118	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	70	kg	<	300
<b>Velocidad del viento</b>		<b>120</b>	<b>km/h</b>	Cadena amarre doble polimérica		<b>18,44</b>		<b>kg</b>		



Apoyo Nº: <b>37</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	-1,03 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	749	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	2,94 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	127,27 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	147,09 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	137,18 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		E <sub>viento</sub> =	353	kg <	726	kg	
		C <sub>seg</sub> =	3,09	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		E <sub>deseq.</sub> =	180	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		C <sub>seg</sub> =	6,91	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		E <sub>rotura fase</sub> =	375	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		C <sub>seg</sub> =	1,51	>	1,2		
		M <sub>TORSOR</sub> =	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
$V = a_p \cdot P_{cond}$		LA-110					
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		a <sub>p</sub> =	146	m			
		E <sub>vertical</sub>	68	kg <	300	kg	
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena suspensión polimérica			4,21	kg



Apoyo Nº: 38		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-14 2000 TR2										
Desnivel 1	-2,94 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	749	747	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-1,12 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	147,09 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	123,96 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	135,53 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	200,000 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	1									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	348 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	8,72	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.124 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,77	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	749 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,99	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.311	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	749	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	113	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	67	kg	<	300
<b>Velocidad del viento</b>		<b>120</b>	<b>km/h</b>		Cadena amarre doble polimérica			<b>18,44</b>		<b>kg</b>



Apoyo Nº: <b>39</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	1,12 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	747	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	-0,67 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	123,96 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	133,53 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	128,75 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>331</b>	kg	<	726	kg
		$C_{seg} =$	<b>3,29</b>		>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>179</b>	kg	<	1.035	kg
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,93</b>		>	1,2	
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>374</b>	kg	<	470	kg
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,51</b>		>	1,2	
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>				
		$a_p =$	132	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} =$	61	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: 40		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-20 3000 TR3										
Desnivel 1	0,67 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	747	759	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	-2,23 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	133,53 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	212,39 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	172,96 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	172,217 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0,21647966	Seg. Reforzada	SI							
Cos α/2	0,97628713									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	1.765 kg	<	3.045 kg	
						C <sub>seg</sub> =	2,59	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.851 kg	<	4.110 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	3,33	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	741 kg	<	1.100 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	1,78	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.482	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	1.727	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	169	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	92	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44	kg		



Apoyo Nº: 41		Conductor de fase							
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110	
Tipo: C-20 4500 TR3									
Desnivel 1	2,23 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	759	753	kg	Peso:	0,434	kg/m	
Desnivel 2	-0,10 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857		
Vano 1	212,39 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-		
Vano 2	151,50 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-		
Eolovano	181,95 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960		
Angulo desvio	237,478 g	Nº conductores	3						
Sen α/2	0,29011933	Seg. Reforzada	SI						
Cos α/2	0,95699048								
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>									
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$		E <sub>viento</sub> = 2.204 kg		<		4.590 kg			
		C <sub>seg</sub> = 3,12		>		1,5			
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>									
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		E <sub>deseq.</sub> = 2.080 kg		<		6.075 kg			
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> = 4,38		>		1,2			
$M_T = 0$		M <sub>TORSOR</sub> = 0 kg.m							
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$		$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		Tresbolillo					
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>									
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$		E <sub>rotura fase</sub> = 726 kg		<		1.120 kg			
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$		C <sub>seg</sub> = 1,85		>		1,2			
$E_{rot} = E_T + E_L$		M <sub>TORSOR</sub> = 1.453 kg.m							
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$		E <sub>rotura útil</sub> = 2.048 kg							
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>									
$V = a_p \cdot p_{cond}$		LA-110							
		a <sub>p</sub> = 190 m							
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		E <sub>vertical</sub> = 101 kg		<		300 kg			
Velocidad del viento	120 km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44 kg			



Apoyo Nº: <b>42</b> Función: <b>Alineación</b> Tipo: <b>C-16 1000 B3</b>		Conductor de fase					
		Tenses	LA-110		Datos:		
Desnivel 1	0,10 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	kg	Peso:	0,434	kg/m
Desnivel 2	4,43 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857	
Vano 1	151,50 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-	
Vano 2	161,18 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-	
Eolovano	156,34 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960	
		Nº conductores	3				
		Seg. Reforzada	<b>NO</b>				
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>							
$E_v = n \cdot s_v \cdot e_o$		$E_{viento} =$	<b>402</b>	kg <	726	kg	
		$C_{seg} =$	<b>2,71</b>	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>							
$M_T = 0$		$E_{deseq.} =$	<b>181</b>	kg <	1.035	kg	
$M_T = 0,08 \cdot T_v \cdot c$ <i>Tresbolillo</i>		$C_{seg} =$	<b>6,87</b>	>	1,2		
$E_{deseq} = n \cdot E_L = n \cdot 0,08 \cdot T_v$		$M_{TORSOR} =$	<b>0</b>	kg.m			
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>							
$E_r = 0,5 \cdot T_v$		$E_{rotura\ fase} =$	<b>377</b>	kg <	470	kg	
$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot c$		$C_{seg} =$	<b>1,50</b>	>	1,2		
		$M_{TORSOR} =$	-	kg.m			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>							
		$V = a_p \cdot P_{cond}$	<b>LA-110</b>				
		$a_p =$	178	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} =$	82	kg <	300	kg	
Velocidad del viento	<b>120</b>	km/h	Cadena suspensión polimérica		<b>4,21</b>	kg	



Apoyo Nº: 43		Conductor de fase									
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110			
Tipo: C-12 2000 TR2											
Desnivel 1	-4,43 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	753	748	kg	Peso:	0,434	kg/m			
Desnivel 2	-5,29 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857				
Vano 1	161,18 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-				
Vano 2	131,56 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-				
Eolovano	146,37 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960				
Angulo desvio	224,233 g	Nº conductores	3								
Sen α/2	0,18917856	Seg. Reforzada	NO								
Cos α/2	0,9819427										
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>											
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	1.221 kg	<	2.025 kg		
						C <sub>seg</sub> =	2,49	>	1,5		
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>											
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.750 kg	<	2.820 kg		
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,42	>	1,2		
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m			
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>	
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>											
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	739 kg	<	1.240 kg		
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,01	>	1,2		
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.294	kg.m			
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	1.594	kg			
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>											
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110					
						a <sub>p</sub> =	93	m			
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	59	kg	<	300	kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44	kg			





Apoyo Nº: 44		Conductor de fase								
Función: Angulo-Anclaje		Tenses		LA-110		Datos:		LA-110		
Tipo: C-18 2000 TR2										
Desnivel 1	5,29 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	748	754	kg	Peso:	0,434	kg/m		
Desnivel 2	3,48 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857			
Vano 1	131,56 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-			
Vano 2	165,30 m	T <sub>-15°C + viento</sub>	-	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-			
Eolovano	148,43 m	T <sub>-20°C + hielo</sub>	-	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960			
Angulo desvio	173,726 g	Nº conductores	3							
Sen α/2	0,2048941	Seg. Reforzada	NO							
Cos α/2	0,97878415									
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>										
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$						E <sub>viento</sub> =	1.297 kg	<	2.025 kg	
						C <sub>seg</sub> =	2,34	>	1,5	
<b>3ª Hipótesis: Desequilibrio de Tracciones</b>										
$E_T = 1,5 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						E <sub>deseq.</sub> =	1.802 kg	<	2.820 kg	
$E_L = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,35	>	1,2	
$M_T = 0$						M <sub>TORSOR</sub> =	0	kg.m		
$E_{deseq} = n \cdot (E_T + E_L)$						$M_T = 0,5 \cdot T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$				<b>Tresbolillo</b>
<b>4ª Hipótesis: Rotura de conductores</b>										
$E_L = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$						E <sub>rotura fase</sub> =	738 kg	<	1.240 kg	
$E_T = T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$						C <sub>seg</sub> =	2,02	>	1,2	
$E_{rot} = E_T + E_L$						M <sub>TORSOR</sub> =	1.292	kg.m		
$M_T = T_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot c$						E <sub>rotura útil</sub> =	1.665	kg		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>										
$V = a_p \cdot p_{cond}$						LA-110				
						a <sub>p</sub> =	197	m		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{p_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$						E <sub>vertical</sub>	104	kg	<	300 kg
Velocidad del viento	120	km/h	Cadena amarre doble polimérica				18,44 kg			



Apoyo Nº: 45		Conductor de fase				
Función: Fin de línea		Tenses		Datos:		
Tipo: C-14 3000 TR2		LA-110		LA-110		
Desnivel	-3,48 m	T <sub>-5°C + viento</sub>	754	kg	Peso:	0,434
Vano	165,3 m	T <sub>-10°C + viento</sub>	-		S <sub>viento cálculo</sub>	0,857
Eolovano	82,65 m	T <sub>-15°C + hielo</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA B)</sub>	-
		T <sub>-15°C + viento</sub>	-		R <sub>hielo (ZONA C)</sub>	-
		T <sub>-20°C + hielo</sub>	-		R <sub>viento (120) + peso</sub>	0,960
		Nº conductores	3			
		Seg. Reforzada	NO			
<b>1ª Hipótesis: Viento</b>		$E_{viento} = 2.474 \text{ kg} < 3.045 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,85 > 1,5$				
$E_v = n \cdot (s_v \cdot e_o + T_v)$						
<b>4ª Hipótesis: Rotura conductor</b>		$E_{rotura \text{ útil}} = 754 \text{ kg} < 1240 \text{ kg}$ $C_{seg} = 1,97 > 1,2$ $M_{Torsor} = 1.320 \text{ kg.m}$				
$E_r = T_v$						
$M_T = T_v \cdot c$						
$E_r = 2 \cdot T_v$		$M_T = 2 \cdot T_v \cdot c$		<b>Tresbolillo</b>		
<b>Esfuerzo vertical/fase</b>		$V = a_p \cdot p_{cond}$		<b>LA-110</b> $a_p = 66 \text{ m}$		
$a_p = e_o + \frac{T_{máx}}{P_a} \left( \pm \frac{d_1}{a_1} \pm \frac{d_2}{a_2} \right)$		$E_{vertical} = 38 \text{ kg} < 300 \text{ kg}$				
<b>Velocidad del viento</b>		120 km/h		Cadena amarre simple polimérica		9,22 kg

## 2.4 AISLAMIENTO Y HERRAJES

### 2.4.1 Aisladores

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

$$C.S = \frac{Carga\ a\ Roura\ Aislador}{T_{MAX}} = \frac{7000}{759} = 9,22 \geq 3$$

Las cadenas de aisladores que se usan en función del conductor de la línea se definen en la siguiente tabla:

Aislador	Carga de rotura (daN)	Tracción máxima admisible (daN)	Tensión nominal / Tensión más elevada	Nivel contaminación
CS70AB 125/455	70	2.333	24 kV	Normal
CS70AB 170/1125	70	2.333	24 kV	Normal

Tabla 13. Tipos de cadenas de aisladores

## 3. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES

El cálculo de cimentaciones de los apoyos se realizará teniendo en cuenta todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

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

Método que parte de 3 hipótesis de cálculo:

- El ángulo máximo que puede girar el macizo de hormigón es  $\text{tg}\alpha=0.01$ , independientemente de las características del terreno.
- El terreno se comporta como un cuerpo plástico y elástico, por ello los desplazamientos del macizo dan origen a reacciones que son proporcionales.
- La resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente con la profundidad.

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:

$$M_r = M_1 + M_2$$

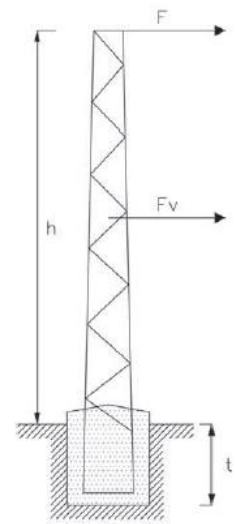


Imagen 1. Cimentación



Dónde:

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

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

**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).

Se realizarán las cimentaciones siguiendo la recomendación del fabricante, eligiendo de la tabla las dimensiones correspondientes al coeficiente de compresibilidad en función del terreno donde se ubique el apoyo:



		K = 8							K = 12							K = 16						
		500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000	500	1.000	2.000	3.000	4.500	7.000	9.000
10	a	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...	0,86	0,85	0,90	0,91	0,92	...	...
	h	1,55	1,80	2,11	2,32	2,54	...	...	1,40	1,63	1,91	2,10	2,30	...	...	1,31	1,52	1,78	1,96	2,14	...	...
	V	1,15	1,30	1,71	1,92	2,15	...	...	1,04	1,18	1,55	1,74	1,95	...	...	0,97	1,10	1,44	1,62	1,81	...	...
12	a	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36	0,93	0,92	0,97	0,98	0,99	1,36	1,36
	h	1,60	1,86	2,16	2,39	2,62	2,84	2,84	1,45	1,69	1,96	2,16	2,37	2,42	2,58	1,35	1,57	1,83	2,02	2,21	2,27	2,40
	V	1,38	1,57	2,03	2,30	2,57	5,25	5,25	1,25	1,43	1,84	2,07	2,32	4,48	4,77	1,17	1,33	1,72	1,94	2,17	4,20	4,44
14	a	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58	1,01	1,01	1,05	1,06	1,09	1,55	1,58
	h	1,64	1,90	2,22	2,43	2,67	2,68	2,84	1,49	1,72	2,01	2,20	2,41	2,43	2,58	1,39	1,61	1,88	2,05	2,25	2,31	2,40
	V	1,67	1,94	2,45	2,73	3,17	6,44	7,09	1,52	1,75	2,22	2,47	2,86	5,84	6,44	1,42	1,64	2,07	2,30	2,67	5,55	5,99
16	a	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77	1,08	1,07	1,13	1,16	1,16	1,76	1,77
	h	1,68	1,95	2,26	2,47	2,72	2,68	2,85	1,53	1,76	2,05	2,24	2,47	2,43	2,58	1,42	1,72	1,91	2,08	2,35	2,31	2,41
	V	1,96	2,23	2,89	3,32	3,66	8,30	8,93	1,78	2,02	2,62	3,01	3,32	7,53	8,08	1,66	1,97	2,44	2,80	3,16	7,16	7,55
18	a	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97	1,16	1,15	1,22	1,23	1,28	1,95	1,97
	h	1,71	1,98	2,29	2,51	2,74	2,68	2,85	1,55	1,79	2,08	2,27	2,48	2,43	2,59	1,45	1,72	1,94	2,12	2,40	2,31	2,41
	V	2,30	2,62	3,41	3,80	4,49	10,19	11,06	2,09	2,37	3,10	3,43	4,06	9,24	10,05	1,95	2,27	2,89	3,21	3,93	8,78	9,35
20	a	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16	1,22	1,22	1,31	1,33	1,38	2,13	2,16
	h	1,74	2,01	2,32	2,53	2,76	2,68	2,85	1,58	1,82	2,10	2,29	2,50	2,43	2,59	1,50	1,72	1,96	2,20	2,40	2,31	2,41
	V	2,59	2,99	3,98	4,48	5,26	12,16	13,30	2,35	2,71	3,60	4,05	4,76	11,02	12,08	2,23	2,56	3,36	3,89	4,57	10,48	11,24
22	a	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34	1,31	1,31	1,38	1,40	1,47	2,30	2,34
	h	1,77	2,03	2,35	2,56	2,79	2,68	2,85	1,60	1,84	2,13	2,32	2,53	2,43	2,59	1,53	1,72	1,98	2,20	2,40	2,31	2,41
	V	3,04	3,48	4,48	5,02	6,03	14,18	15,61	2,75	3,16	4,06	4,55	5,47	12,85	14,18	2,63	2,95	3,77	4,31	5,19	12,22	13,20
24	a	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52	1,39	1,39	1,45	1,47	1,53	2,47	2,52
	h	1,79	2,05	2,38	2,60	2,83	2,68	2,85	1,62	1,86	2,15	2,35	2,56	2,44	2,59	1,53	1,73	2,01	2,20	2,40	2,35	2,41
	V	3,46	3,96	5,00	5,62	6,62	16,35	18,10	3,13	3,59	4,52	5,08	5,99	14,89	16,45	2,96	3,34	4,23	4,75	5,62	14,34	15,30
26	a	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70	1,45	1,47	1,55	1,57	1,66	2,64	2,70
	h	1,81	2,07	2,39	2,61	2,83	2,68	2,85	1,65	1,88	2,16	2,36	2,56	2,45	2,59	1,54	1,75	2,02	2,20	2,40	2,41	2,49
	V	3,81	4,47	5,74	6,43	7,80	18,68	20,78	3,47	4,06	5,19	5,82	7,05	17,08	18,88	3,24	3,78	4,85	5,42	6,61	16,80	18,15
28	a	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88	1,53	1,54	1,61	1,66	1,72	2,79	2,88
	h	1,84	2,09	2,41	2,62	2,86	2,68	2,85	1,67	1,89	2,19	2,38	2,59	2,45	2,59	1,56	1,77	2,04	2,22	2,42	2,45	2,49
	V	4,31	4,96	6,25	7,22	8,46	20,86	23,64	3,91	4,48	5,68	6,56	7,66	19,07	21,48	3,65	4,20	5,29	6,12	7,16	19,07	20,65
30	a	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10	1,60	1,62	1,71	1,74	1,84	3,00	3,10
	h	1,85	2,11	2,42	2,64	2,86	2,71	2,85	1,68	1,91	2,19	2,39	2,59	2,55	2,59	1,61	1,79	2,04	2,28	2,42	2,55	2,49
	V	4,74	5,54	7,08	7,99	9,68	24,39	27,39	4,30	5,01	6,40	7,24	8,77	22,95	24,98	4,12	4,70	5,97	6,90	8,19	22,95	23,93

Tabla 14. Dimensiones de las cimentaciones en función del coeficiente de compresibilidad

#### 4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias que se van a calcular en los apartados siguientes, cumplirán lo expuesto en el artículo 5 de la ITC-LAT 07 del RLAT. Hacen referencia a las líneas aéreas con conductores desnudos y no serán aplicables cuando se realicen trabajos en tensión de mantenimiento en la línea, para los cuales se deberá aplicar el R.D 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- $D_{el}$ : 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.  $D_{el}$  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.

- $D_{pp}$ : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.  $D_{pp}$  es una distancia interna que depende de la tensión más elevada de la red.
- $a_{som}$ : 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.

Los valores de  $D_{el}$  y  $D_{pp}$  indicados en la tabla 15 del mismo apartado, para la tensión más elevada de la red ( $U_s$ ) de 15kV serán:

<b>Tensión más elevada de la red</b>	17,5 kV
<b>Distancia <math>D_{el}</math></b>	0,16 m
<b>Distancia <math>D_{pp}</math></b>	0,20 m

Tabla 15. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

#### 4.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

Según el apartado 5.5 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, en el momento de flecha máxima, será:

$$D = 5,3 + D_{el} \text{ con un mínimo de 6m.}$$

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

Si la línea atraviesa explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima serán 7 m, con el fin de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola u otros vehículos.

Se tomará el mínimo de 7m.

#### 4.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima entre conductores de fase se determinará de acuerdo a lo marcado en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del RLAT, determinada por la siguiente expresión:

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

Dónde:

D= separación en m.

K = 0,65 Coeficiente de oscilación del conductor.

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

F = flecha máxima en metros.

$D_{pp}=0,20$  Dist. mín. aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase.

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



La tabla que se muestra a continuación proporciona los valores del coeficiente K en función del ángulo de oscilación de los conductores, haciendo referencia a la tabla 16 del mismo apartado del RLAT:

Ángulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 16. Coeficiente K en función del ángulo de oscilación

### 4.3 DISTANCIA A MASA

Las dimensiones de los apoyos y armados utilizados aseguran que aún en los casos más desfavorables, la distancia entre conductor y masa se mantiene en cualquier caso por encima de la mínima que se establece en el R.L.A.T., que para líneas de 15kV de tensión nominal no será inferior al  $D_{el}$ , con un mínimo de 0,20 m.

### 4.4 DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS.

- Cruzamientos.

Línea 15kV con:	Distancia Vertical	Distancia Mínima
Líneas Eléctricas y de Telecomunicación	$d > 1,5 + D_{el} \text{ mts}$	2,00 m
Carreteras y Ferrocarriles sin electrificar	$d > 6,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,00 m
Ferrocarriles electrificados	$d > 3,5 + D_{el} \text{ mts}$	4,00 m
Ríos y canales, navegables o flotables	$d > G + 2,3 + D_{el} \text{ mts}$	7,27 m

Tabla 17. Distancias de seguridad I

- Paralelismos.

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

Tabla 18. Distancias de seguridad II

- Paso por zonas.

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

Tabla 19. Distancia de seguridad III

## 5. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

### 5.1 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).

**$\rho$**  Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ).

*Duración de la falta:*

*Tipo de relé para desconexión inicial (Tiempo Independiente).*

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

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

Reenganche rápido, no superior a 0'5 seg. (No).

*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 ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

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

DATOS DE LA RED	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	S.E.PRADILLO
Tensión nominal (kV)	15 kV
Línea M.T.	“RIBERA_JAL”



Tabla 20. Datos de la red

## 5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

El sistema de puestas a tierra de la línea ha de cumplir con los criterios de diseño del artículo 7.3.4 de la ITC-LAT 07 del RLAT, además se hará de forma individual para cada uno de los apoyos de la línea.

### 5.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados

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

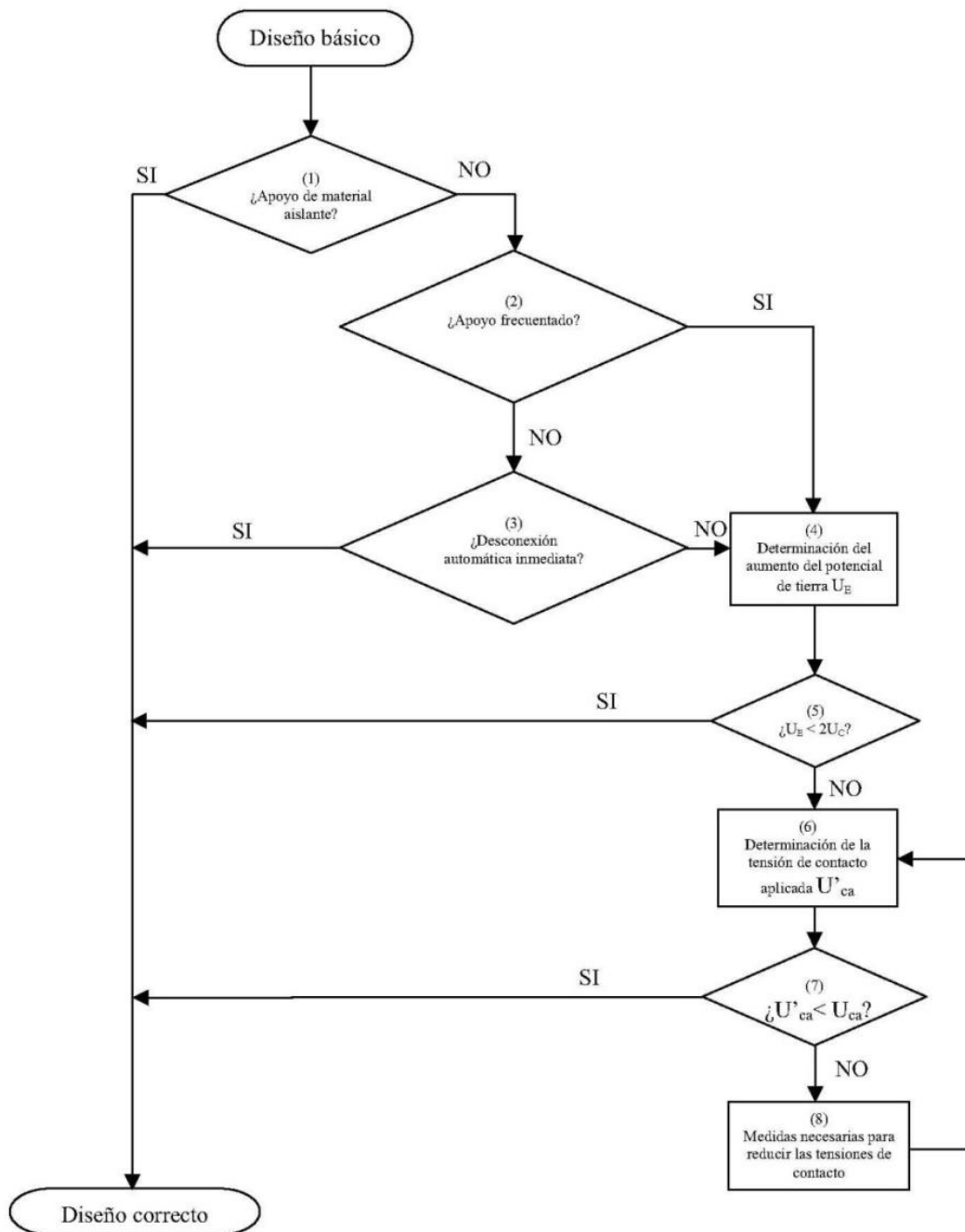


Imagen 2. Esquema de diseño de sistemas de puesta a tierra respecto a las tensiones de contacto admisibles



Nº	MATERIAL AISLANTE	CLASIFICACIÓN
1	NO	NF
2	NO	F
3 - 44	NO	NF
45	NO	F
Nota: F: Apoyo Frecuentado con calzado FSC: Apoyo Frecuentado Sin Calzado NF: Apoyo No Frecuentado		

Tabla 21. Clasificación de los apoyos

### 5.2.2 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:

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 silíceo	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

Tabla 22. Resistividad del terreno

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.

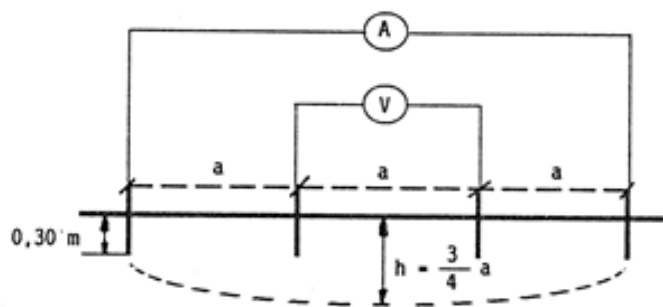


Imagen 3. Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno

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

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

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

La resistividad quedará:

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

Siendo:

- $\rho_h$  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).

<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b>
La línea no cuenta con vanos de PAT ó se adopta el caso más restrictivo (r = 1)
Valor de resistividad del terreno: 100 $\Omega \cdot m$

Tabla 23. Otras consideraciones

### 5.2.3 Determinación de la intensidad de defecto

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra según el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro aislado.



### Neutro aislado

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

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

En la que:

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

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

### 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.

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, la siguiente expresión:

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

Siendo:

- $R_t$  Resistencia de tierra del apoyo más cercano a la falta, en  $\Omega$ ,
- $I_d$  Corriente de defecto en la línea, en A,
- $R_N$  Resistencia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,
- $X_N$  Reactancia de puesta a tierra del neutro en la subestación, en  $\Omega$ ,

#### 5.2.4 Tiempo de eliminación del defecto

La línea de MT dispone de los dispositivos necesarios para despejar 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, se emplea lo siguiente:

#### 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:

$$t' = cte.$$

### 5.2.5 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:

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

**Tabla 24.** Resistencias de los electrodos

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 de dicho electrodo 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.

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

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

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_N^2 + (R_N + R'_t)^2}}, \text{ para neutro a tierra.}$$

### 5.2.6 Cálculo de tierras en 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.

## 5.2.7 Cálculo de tierras en apoyos frecuentados

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

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

$$U_E < 2 \cdot U_C$$

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

$$U'_C \leq U_C$$

Siendo:

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

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

$$U'_P < U_P$$

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

### 5.2.7.1 **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  $\Omega$

### 5.2.7.2 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, a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función del tiempo de duración de la falta, que se establece en la siguiente figura:

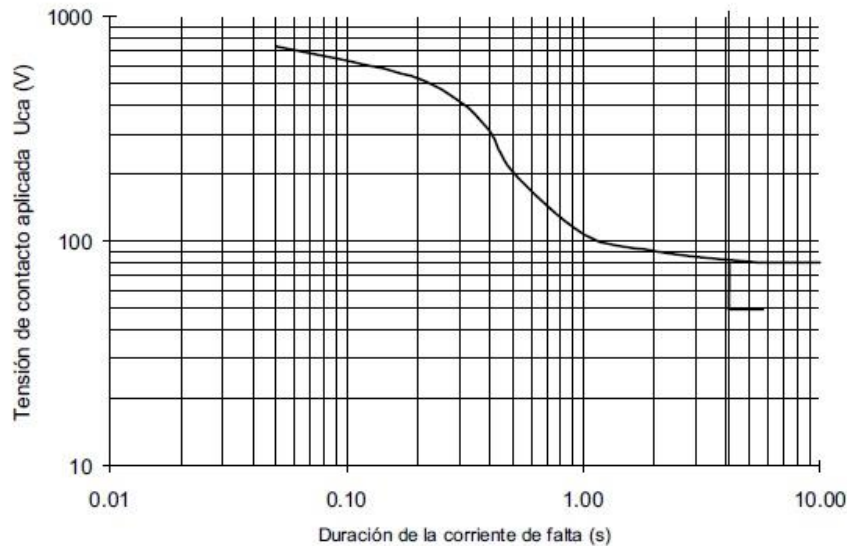


Imagen 4. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta

En la tabla 18 de la ITC-LAT 07 se muestran algunos valores de los puntos de la curva anterior:

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

Tabla 25. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta

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

Siendo:



- U<sub>c</sub>:** Tensión de contacto máxima admisible, en V.
- U<sub>ca</sub>:** 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<sub>a1</sub>:** Resistencia del calzado de un pie cuya suela sea aislante, en Ω. Se puede emplear como valor 2.000 Ω. Se considerará nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas (piscinas, campings, áreas recreativas...)
- R<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.

En aquellos casos en los que el terreno se recubra con una capa adicional de elevada resistividad se multiplicará el valor de la resistividad de dicha capa por un coeficiente reductor.

El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$CS = s - 0,106 \cdot \left[ \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot hs + 0,106} \right]$$

Dónde:

- Cs Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
- ρ<sub>s</sub> Resistividad superficial del terreno en Ω·m.
- ρ\* Resistividad de la capa superficial en Ω·m.
- hs Espesor de la capa superficial en m.

### 5.2.7.3 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:

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

Siendo:



- R<sub>a2</sub>**: 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<sub>B</sub>**: Impedancia del cuerpo humano, se considera 1.000  $\Omega$ .

#### 5.2.7.4 Determinación de las tensiones de 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 contacto:

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

Siendo:

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

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

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

Siendo:

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

#### 5.2.7.5 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

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

De igual modo, en caso de que las tensiones 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:

$$U'_p \leq U_p$$



## 5.3 RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

### 5.3.1 Apoyos Frecuentados

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	18,9
Longitud total líneas subt. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	17,9
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Intensidad de Falta (A)	If	41,15
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	$\rho_s$	100
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (ver tabla) (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en $\Omega$	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en $\Omega$	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en $\Omega$	ZB	1000
<b>ELECTRODO APOYO FRECUENTADO</b>	<b>30-30/8/42</b>	
Factor de resistencia ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )	Kr	0,105
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0545
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0178
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (Uc)	Uc	230,05
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	5992,00
Resistencia de tierra electrodo elegido, en $\Omega$ (R)	R	10,50
Aum. de respecto una tierra lejana, en V (Ue)	Ue	432,11
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	224,29
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	73,25
COMPROBACIONES		
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.		
<b>Ue &lt; 2xUc: 432,11 &lt; 460,1</b>	<b>VERDADERO</b>	
De no cumplirse lo anterior.		
<b>U'c &lt; Uc: 224,28 &lt; 230,05</b>	<b>VERDADERO</b>	
De no cumplirse lo anterior, medidas adicionales antiescalopolimerico, mallazo, etc.		
<b>U'p &lt; Up: 73,25 &lt; 5992</b>	<b>VERDADERO</b>	



### 5.3.2 Apoyos no Frecuentados

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	18,9
Longitud total líneas subt. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	17,9
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$ (apoyo)	$\rho_s$	100
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (ver tabla) (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en $\Omega$	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en $\Omega$	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en $\Omega$	ZB	1000
<b>ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO</b>		<b>8/12</b>
Factor de resistencia ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )	Kr	0,416
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,35
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,017
RESULTADOS		
Resistencia de tierra electrodo elegido, en $\Omega$ (R)	R	41,60
Intensidad de Falta (A)	If	40,55
Tensión de paso calculada, en V ( $U'p$ )	$U'p$	68,92
Tensión de paso máxima admisible, en V ( $Up$ )	$Up$	5992,00
COMPROBACIONES		
El tiempo previsto de actuación de las protecciones $t' = 0,99s < 1 s$ ( desconexión automática de protecciones - Grupo Enel). Por tanto, <b>no necesario justificar la tensión de contacto.</b>		
<b><math>I_d &gt; I'_a</math></b>		
Se deberá comprobar que las tensiones de paso son inferiores a las máximas admisibles:		
<b><math>U'p &lt; Up: 68,92 V &lt; 5992 V</math></b>	<b>VERDADERO</b>	
La resistencia PAT máxima $t' < 1 s$ :		
<b><math>R't = 36,16 \Omega</math></b>		

## **CAPITULO II: LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSÓN**

### **1. CÁLCULO ELÉCTRICO**

Para el cálculo de una línea subterránea de media tensión se justificarán los siguientes apartados según las características de la línea a proyectar:

- Intensidades máximas admisibles para el cable,
- Caída de tensión de la línea,
- Capacidad de transporte,
- Pérdidas de potencia.

#### **1.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR**

A continuación se justifican y se determinan las características eléctricas del conductor que se precisaran para los cálculos justificativos de la línea.

##### **1.1.1 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 conductor, se adopta el valor correspondiente a  $90^{\circ}C$ .

##### **1.1.2 Reactancia del cable**

La reactancia a 50Hz depende de la geometría y diseño del conductor.

##### **1.1.3 Capacidad**

La capacidad depende de la geometría y diseño del conductor.

##### **1.1.4 Resumen Características Eléctricas**

Las características eléctricas del conductor a instalar son las siguientes:

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima 20°C (Ω/km)	Resistencia máxima 90°C (Ω/km)	Reactancia 12/20 kV (Ω/km)	Capacitancia 12/20 kV	
				(uF/km)	(S·km)
240 (RH5Z1)	0,125	0,161	0,106	0,306	9,613·10 <sup>-5</sup>

Tabla 26. Características eléctricas del conductor

## 1.2 INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

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

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente $\theta_{cc}$	Cortocircuito $\theta_{cc}$ ( $t \leq 5s$ )
Polietileno reticulado XLPE	90 °C	250 °C

Tabla 27. Cables aislados con aislamiento seco  
Temperatura máxima, en °C, asignada al conductor

### 1.2.1 Intensidades máximas admisibles en servicio permanente

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

Sección	Intensidad de servicio (A)*	
	Directamente enterrados	Bajo tubo
240	345	320

Tabla 28. Intensidades máximas admisibles en servicio permanente y con corriente alterna.  
Cables unipolares aislados de 18/30 kV directamente enterrados.

\* Un único circuito enterrado a 1 metro de profundidad, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25°C y resistividad térmica media del terreno de 1.5 ·m/W.

Para diferentes condiciones de instalación deberán añadirse coeficientes de corrección.

### Temperatura del terreno (Fct)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 07 ITC-LAT 06.

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 29. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25°C

## Resistividad térmica del terreno (F<sub>cr</sub>t)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 08 ITC-LAT 06.

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73	
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

Tabla 30. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

## Agrupación de circuitos (F<sub>ca</sub>)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 10 ITC-LAT 06.

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tabla 31. Factor de corrección por distancia entre ternos o cable tripolares



## Profundidades de instalación (Fcp)

Se aplicaran los coeficientes de la tabla 11 ITC-LAT 06.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>	≤185 mm <sup>2</sup>	>185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Tabla 32. Factores de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1m

Luego la intensidad admisible permanente del conductor se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm} = I \cdot Fct \cdot Fcrt \cdot Fca \cdot Fcp$$

$$I_{adm} = 320 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 320A$$

Dónde:

**I<sub>adm</sub>** = 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.

### 1.2.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

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

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

Dónde:

**I<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 indica la intensidad de cortocircuito para la red en estudio:

U (kV)	Scc (MVA)	I <sub>cc3</sub> (kA)
15	500	19,245

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

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

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

Dónde:

**I<sub>ccAdm.</sub>**= Intensidad de cortocircuito calculada en una hipótesis adiabática, 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.

Según 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>.

Tipo de aislamiento	Δθ* (K)	Duración del cortocircuito, t <sub>cc</sub> , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC: sección ≤ 300 mm <sup>2</sup> sección > 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>0</sub> /U <sub>s</sub> ≤ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

\* Δθ es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

Tabla 33. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio

A continuación se indica el valor de cortocircuito máximo admisibles del conductor especificado en el presente proyecto:

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito (s)
240	22,6

Tabla 34. Intensidad de cortocircuito máxima en el conductor durante 1 s

La intensidad máxima de cortocircuito de la red  $I_{cc3}$  (kA) será inferior a la calculada  $I_{ccAdm}$  (kA).

$$I_{cc3} (kA) = 19,245kA \leq I_{ccAdm} (kA) = 22,6kA$$

### 1.3 CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se calculará como:

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

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:

Tomaremos el tramo más largo que será el que presente condiciones más desfavorables (273m)

**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.

**tgφ** = Tangente de fi de la instalación, adim.

Primer tramo: L= 53 m

$$U_c = \frac{400 \cdot 0,053}{15} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 0,3V$$

$$U_c (\%) = \frac{400 \cdot 0,032}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 0,002 < 5 \%$$

Segundo tramo: L= 290 m

$$U_c = \frac{400 \cdot 0,290}{15} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 1,642V$$

$$U_c (\%) = \frac{400 \cdot 0,290}{10 \cdot 15^2} \cdot (0,161 + 0,106 \cdot 0,484) = 0,0109 < 5 \%$$



## 1.4 POTENCIA A TRANSPORTAR

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

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

Dónde:

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

**U** = Tensión de línea, en kV,

**I** = Intensidad máxima admisible del conductor, en A.

**cosφ** = Coseno de φ de la instalación, adim.

La potencia a transportar deberá ser inferior a la calculada.

$$P = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 320 \cdot 0,9 = 7482kW > 400kW$$

## 1.5 PÉRDIDAS DE POTENCIA

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

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

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

Dónde:

**P** = Potencia a transportar, en kW,

**L** = Longitud de la línea, en km,

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

**R<sub>90</sub>** = Resistencia del conductor a 90°C, incluido el efecto piel y el efecto proximidad, en Ω/km,

**Cosφ** = Coseno de φ de la instalación, adim.

Primer tramo: L=53m

$$P_p = \frac{400^2 \cdot 0,053 \cdot 0,161}{15^2 \cdot 0,9^2} = 0,0075kW$$

$$P_p(\%) = \frac{400 \cdot 0,053 \cdot 0,161}{10 \cdot 15^2 \cdot 0,9^2} = 0,00187\%$$

Primer tramo: L= 290m

$$P_p = \frac{400^2 \cdot 0,290 \cdot 0,161}{15^2 \cdot 0,9^2} = 0,041kW$$

$$P_p(\%) = \frac{400 \cdot 0,290 \cdot 0,161}{10 \cdot 15^2 \cdot 0,9^2} = 0,01024\%$$

## CAPITULO III: CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

### 1. VENTILACIÓN

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

La evacuación del calor generado por los transformadores en el interior del CT se efectuará, según lo previsto en la ITC-RAT 14 "Instalaciones eléctricas de interior", apartado 4.4.

#### 1.2 VENTILACIÓN NATURAL

Para el cálculo de la sección de las rejillas de ventilación se utiliza la siguiente expresión que da la potencia calorífica evacuada por circulación natural de aire, desde un recinto interior caliente al exterior a través de dos huecos (uno de entrada y otro de salida), de igual sección cerrados mediante rejillas:

$$P = 0.24 \cdot \lambda \cdot S \cdot H^{1/2} \cdot (t_i - t_e)^{3/2}$$

siendo:

P	Potencia calorífica evacuada (kW)
$\lambda$	Coefficiente de forma de las rejillas de ventilación (se toma $\lambda=0.4$ )
S	Superficie del hueco de entrada de aire (m <sup>2</sup> )
H	Distancia vertical entre los centros geométricos de los huecos de entrada y salida de aire (m)
$t_i$	Temperatura en el interior del recinto (°C)
$t_e$	Temperatura media en el exterior (°C)

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

$$P = W_{Fe} + W_{Cu}$$

Potencia asignada (kVA)	$U_m \leq 24$ kV			
	Pérdidas en vacío 100% de $U_r$ (W)	Pérdidas debidas a la carga a 75°C (W)		$I_0$ al 100% de $U_r$ (A)
		A 420 V	A 242 V	
50	125	875	0	3,5
100	210	1475	0	2,5
160	300	2000	1750	2,3
250	425	2750	2450	2
400	610	3850	3550	1,8
630	860	5400	5000	1,6
1000	1100	9000	11550	1,3

Tabla 35. Pérdidas asignadas a las potencias de los transformadores

Para la justificación del máximo transformador instalable en Aragón, de 630 kVA tenemos una  $P=5,4 \cdot 0,86 = 6,26$  kW.

Se admite un salto térmico de 15 °C entre la temperatura interior y la exterior.

Se supone igual la sección de las rejillas de entrada y salida de aire.

El C.T. dispondrá de una rejilla de entrada de aire de 1,20x0,75m (0,90 m<sup>2</sup>) y una salida de unas dimensiones de 1,20x0,75m (0,90 m<sup>2</sup>), cumpliendo de esta forma la ventilación natural existente con la superficie mínima requerida 0,78m<sup>2</sup> para un transformador de 630kVA. Por tanto será válido para un transformador de 400kVA.

## **2. PUENTES DE MT Y BT**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

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

### **2.2 INTENSIDAD EN M.T.**

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

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

siendo:

- P Potencia del transformador en kVA.
- U<sub>p</sub> Tensión del primario en kV.
- I<sub>p</sub> Intensidad del primario en A.

$$I_p = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 15} = 15,40A$$

### **2.3 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES M.T.**

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 nominal seleccionada es de 95 mm<sup>2</sup> con aislamiento 12/20 kV.RH5Z1 3x1x95 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV.

Las intensidades máximas admisibles de la sección de 95mm<sup>2</sup> 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 directamente enterrada
	Cable aislado con XLPE
95	205 A
Temperatura máxima en el conductor: 90° C	- 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

Tabla 36. Intensidad máxima admisible en servicio permanente y con corriente alterna

La intensidad máxima en régimen permanente que circulará por estos cables no será superior a 15,40A según los cálculos que figuran anteriormente, siendo dichos valores muy inferiores a la máxima admisible por el cable seleccionado (205 A), en consecuencia no se tendrá en cuenta el calentamiento en condiciones normales de funcionamiento.

## 2.4 INTENSIDAD EN B.T.

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

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

Siendo:

- $I_n$  Intensidad nominal de los puentes de BT (A).
- $P_n$  Potencia nominal del transformador (kVA).
- $U$  Tensión del devanado de BT (kV).

Los cuadros de baja en el CT "Urrea Nº1" serán de 230 V y 400 V de salida, mientras que para el CT "Urrea Nº 2" será de 400 V de salida por lo tanto la intensidad nominal será:

$$I_n = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 577 A$$

$$I_n = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,23} = 1004 A$$

## 2.5 DIMENSIONADO DE LAS CONEXIONES B.T.

Se justifican los puentes previstos para los transformadores de 400 kVA con secundario B1B2, que estarán formados por dos ternas de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio para el puente de 400V y por tres ternas de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio para el puente de 230V.

Aplicando la fórmula del apartado anterior y teniendo en cuenta que el número de cables unipolares por fase que constituyen el puente es diferente dependiendo de la tensión de las bornas del transformador al que está conectado, se obtiene la intensidad máxima por cada conductor para cada puente:

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

Puente 230V  $I_n = \frac{400}{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,23} = 334A$

Puente 400V  $I_n = \frac{400}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 289A$

Según la Tabla 11 de la ITC-BT-07 para conductores de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio con aislamiento XLPE, la intensidad máxima admisible ( $I_{m\acute{a}x}$ ) es de 420 A.

La intensidad admisible ( $I_{adm}$ ) se calculará a partir de la máxima admisible aplicándole 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).
- Agrupación de cables. Para ternas bajo tubo el factor de corrección es  $f_2 = 0,85$  en 400V y  $f_2 = 0,80$  en 230V.

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

$$I_{adm} = I_{m\acute{a}x} \cdot f_1 \cdot f_2 = 420 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 340 A \text{ para 230V}$$

$$I_{adm} = I_{m\acute{a}x} \cdot f_1 \cdot f_2 = 420 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 321 A \text{ para 400V}$$

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

## 2.6 CAIDA DE TENSIÓN

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

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

En la que:

- |            |  |
|------------|--|
| $\Delta U$ | Caída de tensión en el puente de BT (V).   |
| $I_n$      | Intensidad nominal por terna (A).  |
| L          | Longitud del puente de BT (km). Supondremos una longitud de 8 m, es decir, $L = 0,008$ km.   |
| R          | Resistencia kilométrica a 40 °C ( $\Omega/\text{km}$ ). Se considerará $R = 0'125 \Omega/\text{km}$ para el conductor de 240 mm <sup>2</sup> |



X Reactancia inductiva kilométrica ( $\Omega/\text{km}$ ). Se considerará  $X = 0'083 \Omega/\text{km}$  para el conductor de  $240 \text{ mm}^2$

$\cos \varphi$  Factor de potencia (se adoptará  $\cos \varphi = 0.8$  y  $\text{sen } \varphi = 0.6$ ).

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

$$e_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U}$$

#### Puente BT 400 V

La caída de tensión será  $\Delta U = 0,6V$  y  $e_{\%} = 0,15$

#### Puente BT 230 V

La caída de tensión será  $\Delta U = 0,7V$  y  $e_{\%} = 0,3$

### **3. CÁLCULO INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA**

#### **3.1 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.

#### **3.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

##### **3.2.1 Puesta a tierra de protección**

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

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

##### **3.2.2 Puesta a tierra de servicio**

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





### 3.2.3 Sistema único para las puestas a tierra de protección y de servicio

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

## 3.3 DATOS INICIALES

Los datos necesarios para realizar el cálculo serán:

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

### Duración de la falta:

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

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

Reenganche rápido (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 de reenganche a tiempo independiente. Tiempo de actuación del relé (s);
- $K'', n''$  Relé de reenganche a 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 alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- $C_c$  Capacidad homopolar de la línea subterránea (F/Km). Normalmente se adopta  $C_c=0,25 \mu F/Km$ .
- $L_c$  Longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión subsidiarias de la misma transformación AT/AT (Km).
- $\omega$  Pulsación de la corriente ( $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 50 = 314,16 \text{ rad/s}$ ).

## 3.4 RESISTIVIDAD DEL TERRENO

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

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

Naturaleza del terreno	Resistividad ( $\Omega\cdot m$ )
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

Tabla 37. Resistividad del terreno

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

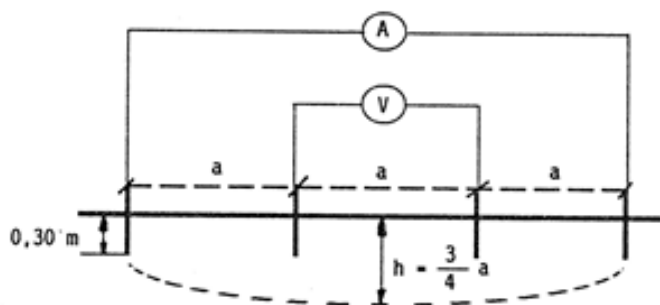


Imagen 5. Método de Wenner. Medición de la resistividad del terreno

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

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

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



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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

La resistividad quedará:

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

Siendo:

- $\rho_h$  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).

### 3.5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

#### 3.5.1 Determinación de la intensidad de defecto

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

#### 3.5.2 Neutro aislado

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

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

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

En la que:

- $I_d$  Intensidad máxima de defecto a tierra del CT (A).
- $R_t$  Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT ( $\Omega$ ).

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.

#### 3.5.3 Resistencia máxima de la puesta a tierra de masas del CT

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

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



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

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

### 3.5.4 Selección del electrodo

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

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

Tabla 38. Resistencias de los electrodos

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en  $\Omega$
- $\rho$  Resistividad del terreno de  $\Omega \cdot m$ .
- P Perímetro de la placa en metros.
- 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 presentadas en las tablas del Anexo 2 del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación" de UNESA. Las distintas configuraciones posibles vienen identificadas por un código que contiene la siguiente información:

#### Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

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



- D Número de picas.
- E Longitud de las picas (m).

Electrodos con picas alineadas

A / BC

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

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

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

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

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

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

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

Resistencia de puesta a tierra:

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

Intensidad de defecto:

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

Tensión de defecto:

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

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

Tensión de paso en el exterior:

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

Tensión de paso en el acceso al CT:

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

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

### 3.5.6 Tiempo de eliminación del defecto

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

Respecto a los tiempos de actuación de los relés, las variantes normales es la siguiente:

#### Relés a tiempo independiente

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

$$t' = cte.$$

### 3.5.7 Valores máximos de tensión admisibles

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

Duración de la 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

**Tabla 39.** Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falta

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:

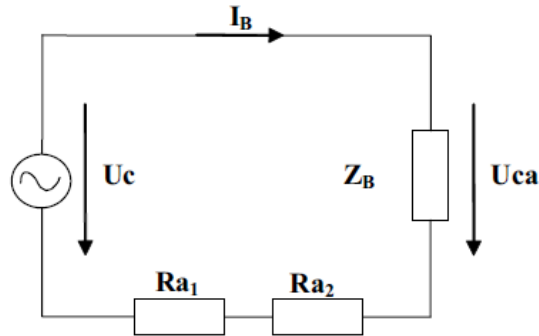


Imagen 6. Esquema del circuito de contacto

Dónde:

$U_{ca}$	Tensión de contacto aplicada admisible
$U_{pa}$	Tensión de paso aplicada admisible ( $U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$ )
$Z_B$	Impedancia del cuerpo humano (se considera $1.000 \Omega$ )
$I_B$	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:

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

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

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  $200 \text{ mm}^2$  de superficie, ejerciendo sobre el suelo una fuerza mínima de  $250 \text{ N}$ , 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 recubra de una capa adicional de elevada resistividad (por ejemplo, la losa de hormigón con o sin una capa adicional de emulsión asfáltica), se multiplicará el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, por un coeficiente reductor. El coeficiente reductor se obtendrá de la expresión siguiente:

$$CS = s - 0,106 \cdot \left[ \frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2 \cdot hs + 0,106} \right]$$

### **3.5.8 Comprobación de que se satisfacen las condiciones exigidas**

#### **3.5.8.1 Tensiones de paso y contacto en el interior del CT**

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

#### **3.5.8.2 Tensión de contacto en el exterior del CT**

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

#### **3.5.8.3 Tensión de paso en exterior y de paso en el acceso al CT**

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

$$V_p' \leq V_p$$

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

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

#### **3.5.8.4 Protección del material**

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

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





### 3.5.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

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

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

## 3.6 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

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

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 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  $37 \Omega$ :

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

## 3.7 SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN Y DE SERVICIO

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

$$D = \frac{\rho \cdot I_d'}{1000 \cdot \pi \cdot 2} = \frac{\rho \cdot I_d'}{6283}$$

Siendo:

- D Distancia entre circuitos de puesta a tierra (m).
- $\rho$  Resistividad media del terreno ( $\rho \cdot m$ ).
- $I_d'$  Intensidad de defecto por el electrodo seleccionado (A).
- $U_i$  Tensión inducida sobre el electrodo de puesta a tierra de neutro (V).  $U_i = 1000 \text{ V}$ .



### 3.8 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

#### PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas MT (km)	La	18,9
Longitud total líneas subterráneas MT(km)	Lc	17,9
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Intensidad de defecto a tierra del CT (A)	If	41,15
Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$	$\rho_s$	100
Resistividad del hormigón en $\Omega \cdot m$	$\rho_h$	3000
Espesor de la cama superficial (m)	hs	0,1
Coefficiente reductor de la resistividad de la capa superficial	Cs	0,6651
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en $\Omega$	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en $\Omega$	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en $\Omega$	ZB	1000
<b>ELECTRODO</b>	<b>40-30/8/42</b>	
Factor de resistencia ( $\Omega/\Omega \cdot m$ )	Kr	0,105
Factor de tensión de contacto $V/\Omega \cdot m$	Kc	0,0545
Factor de tensión de paso en $V/\Omega \cdot m$	Kp	0,0178
RESULTADOS		
Tensión de contacto máxima admisible, en V (Uc)	Uc	230,05
Tensión de paso máxima admisible, en V (Up)	Up	5992,00
Resistencia de tierra electrodo elegido, en $\Omega$ (R)	Rt'	9,60
Tensión de defecto calculada, en V (Ue)	Ue= U'd	395,14
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	65,86
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	202,10
COMPROBACIONES		
Tensiones de defecto menor que el nivel de aislamiento a frecuencia industrial		
<b>U'd &lt; Ubt: 395,14 &lt; 1000</b>	<b>VERDADERO</b>	
Tensión de paso en el exterior de CT menor que el máximo admisible de la tensión		
<b>U'c &lt; Uc: 65,86 &lt; 5992,00</b>	<b>VERDADERO</b>	
Tensión de paso en el acceso al CT menor que el máximo valor admisible de la tensión		
<b>U'p(acc) &lt; Up(acc): 202,1 &lt; 15301,00</b>	<b>VERDADERO</b>	



### PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

$$K'r = \frac{37}{\rho} = \frac{37}{100} = 0,37$$

Se seleccionará la configuración del electrodo UNESA: 40-30/8/42 →  $K''r=0,096$

$$R'_{serv} = K''r \cdot \rho = 0,096 \cdot 100 = 9.6\Omega$$

$$R'_{serv} = 9.6\Omega \leq 37\Omega$$

### SEPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{1000 \cdot \pi \cdot 2} = \frac{\rho \cdot I'_d}{6283} = \frac{100 \cdot 41,16}{6283} = 0,66m$$

La distancia entre los electrodos de protección y se servicio será mayor de 0,66 m.



## Documento 3

# PLIEGO DE CONDICIONES

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>CONDICIONES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1	<b>OBJETO .....</b>	<b>1</b>
1.2	<b>CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.3	<b>DISPOSICIONES GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.3.1	Condiciones Facultativas Legales .....	1
1.3.2	Seguridad en el Trabajo.....	3
1.3.3	Seguridad Pública.....	3
1.4	<b>ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....</b>	<b>3</b>
1.4.1	Datos de la Obra.....	4
1.4.2	Replanteo de la Obra.....	4
1.4.3	Mejoras y variaciones del Proyecto .....	4
1.4.4	Recepción de Materiales.....	4
1.4.5	Organización .....	4
1.4.6	Ejecución de Obras .....	5
1.4.7	Subcontratación de Obras .....	5
1.4.8	Plazo de Ejecución .....	6
1.4.9	Recepción Provisional .....	6
1.4.10	Periodos de Garantía.....	6
1.4.11	Recepción Definitiva .....	6
1.4.12	Pago de Obras .....	7
1.4.13	Abono de Materiales Acopiados.....	7
<b>2</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>8</b>
2.1	<b>DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN .....</b>	<b>8</b>
2.2	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES .....</b>	<b>8</b>
2.3	<b>COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>8</b>
2.3.1	Conductor.....	9
2.4	<b>CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE ALTA TENSIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE .....</b>	<b>11</b>
3.1	<b>CONDICIONES PREVIAS .....</b>	<b>11</b>
3.2	<b>TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR.....</b>	<b>11</b>
3.2.1	Zona de tala y poda de arbolado.....	11
3.2.2	Pistas y accesos .....	12
3.2.3	Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra .....	13
3.2.4	Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.....	15
3.2.5	Explicación.....	16
3.2.6	Excavación .....	17
3.2.7	Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos .....	19
3.2.8	Instalación de apoyos .....	27



3.2.9	Tomas de tierra .....	32
3.2.10	Instalación de conductores .....	34
3.2.11	Instalaciones de cables de tierra .....	48
3.2.12	Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos .....	49
<b>4</b>	<b>CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y SEGURIDAD .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>REPARACIÓN Y REPOSICIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>4.3</b>	<b>MEDIDAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>52</b>
<b>5</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA .....</b>	<b>54</b>
<b>5.2</b>	<b>ZANJAS.....</b>	<b>55</b>
5.2.1	Zanjas en tierra.....	55
5.2.2	Zanjas en roca.....	57
<b>5.3</b>	<b>CRUCES .....</b>	<b>57</b>
5.3.1	Materiales.....	57
5.3.2	Dimensiones y características generales de ejecución .....	58
<b>5.4</b>	<b>TENDIDO DE CABLES .....</b>	<b>59</b>
5.4.1	Tendido en zanja abierta.....	59
5.4.2	Tendido en tubulares .....	60
<b>5.5</b>	<b>MONTAJES .....</b>	<b>60</b>
5.5.1	Emplames .....	60
5.5.2	Botellas terminales .....	61
5.5.3	Autoválvulas y seccionador.....	61
5.5.4	Herrajes y conexiones .....	61
5.5.5	Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronques Aéreo-Subterráneos)62	
<b>5.6</b>	<b>TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE .....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN ...</b>	<b>62</b>
<b>6.1</b>	<b>OBJETO. ....</b>	<b>62</b>
<b>6.2</b>	<b>LOCAL.....</b>	<b>62</b>
6.2.1	Dimensiones.....	63
6.2.2	Superficies de ocupación.....	63
6.2.3	Ventilación.....	64
6.2.4	Insonorización y medidas antivibratorias .....	64
6.2.5	Medidas contra incendios .....	64
6.2.6	Construcción de la solera.....	64
6.2.7	Canalizaciones de entrada de cables.....	64
6.2.8	Piso y mallazo .....	65
6.2.9	Recogida de aceite.....	65
<b>6.3</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>65</b>
6.3.1	Tensión soportada en Baja Tensión .....	65
6.3.2	Cables de MT .....	65
6.3.3	Aparamenta de MT .....	66



6.3.4	Cuadros de Baja Tensión.....	66
6.3.5	Protección contra sobretensiones en MT .....	66
6.3.6	Alumbrado .....	66
<b>6.4</b>	<b>SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD .....</b>	<b>66</b>

# **1 CONDICIONES GENERALES**

## **1.1 OBJETO**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

## **1.2 CAMPO DE APLICACIÓN**

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de Centros de Transformación, y al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de líneas aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir, de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

## **1.3 DISPOSICIONES GENERALES**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

### **1.3.1 Condiciones Facultativas Legales**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias Decreto 842/2002 de 2 de agosto.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 1627/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, del Sector Eléctrico, (BOE núm. 160 de 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, (BOE núm. 310 de 27/12/00), y modificaciones posteriores.



- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial, (BOE núm. 32 de 6/02/96) y modificaciones posteriores.
- Orden ITC/3747/2006, de 22 de noviembre, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores eléctricos estáticos de energía activa en corriente alterna, clases a, b y c, en conexión directa o en conexión a transformador, emplazamiento interior o exterior, en sus fases de verificación después de reparación o modificación y de verificación periódica, (BOE núm. 294 de 9/12/06).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, (BOE núm. 68 de 19/03/08 y corrección de errores de BOE núm. 174 de 19/07/08).
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Resolución de 21 de enero de 1997, de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, por la que se autoriza el empleo de conductores de aluminio en las canalizaciones prefabricadas para instalaciones eléctricas de enlace, (BOE núm. 35 de 10/02/97).
- Resolución de 18 de enero de 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología, por la que se autoriza el empleo del sistema de instalación con conductores aislados, bajo canales protectores de material plástico, (BOE núm. 43 de 19/02/88).
- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de Energía, por la que se establecen normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. (BOE núm. 152 de 26/06/84).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, (BOE núm. 269 de 10/11/1995) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, (BOE núm. 256 de 25/10/97) y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos, (BOE núm. 148 de 21/06/01).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, (BOE núm. 176 de 23/07/92).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), (BOE núm. 203 de 22/08/08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE núm. 74 de 28/3/2006).
- Ordenanzas Municipales y otras Normas Municipales de señalización de obras y protecciones.
- Normas Técnicas Particulares de la empresa distribuidora.

- Normas UNE de obligado cumplimiento según se desprende de los Reglamentos, en sus correspondientes actualizaciones efectuadas por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Normas UNE, que no siendo de obligado cumplimiento definen las características de los elementos integrantes de la LAMT.

### **1.3.2 Seguridad en el Trabajo**

El Contratista deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **1.3.3 Seguridad Pública**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **1.4 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

El Contratista organizará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### **1.4.1 Datos de la Obra**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### **1.4.2 Replanteo de la Obra**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### **1.4.3 Mejoras y variaciones del Proyecto**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### **1.4.4 Recepción de Materiales**

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### **1.4.5 Organización**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### **1.4.6 Ejecución de Obras**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### **1.4.7 Subcontratación de Obras**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### **1.4.8 Plazo de Ejecución**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables. No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### **1.4.9 Recepción Provisional**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### **1.4.10 Periodos de Garantía**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de 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.

#### **1.4.11 Recepción Definitiva**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del

Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### **1.4.12 Pago de Obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **1.4.13 Abono de Materiales Acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados.

El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## **2 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN**

### **2.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y ALTA TENSIÓN**

Según el artículo 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 éstas se agrupan y clasifican en:

- **Instalación de baja tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ( $U < 1$  kV).
- **Instalación de media tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ( $1$  kV  $\leq U < 66$  kV).
- **Instalación de alta tensión:** es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ( $U \geq 66$  kV).

### **2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES Y CALIDADES DE LOS MATERIALES**

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

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

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

### **2.3 COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN**

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

### **2.3.1 Conductor**

#### **Conductores de aluminio**

Los conductores pueden estar constituidos por hilos redondos o con forma trapezoidal de aluminio o aleación de aluminio y pueden contener, para reforzarlos, hilos de acero galvanizados o de acero recubiertos de aluminio. Los cables de tierra se diseñarán según las mismas normas que los conductores de fase.

Los conductores serán de uno de los siguientes tipos:

- Conductores de aluminio con alama de acero (AL1/ST1A). Antiguamente (LA)
- Conductores de aluminio con alama de acero recubierta de aluminio (AL1/20SA). Antiguamente (LARL)
- Conductores de aleación de aluminio (AL2). Denominación antigua (D)

Cuando sean utilizados materiales diferentes de aquéllos, sus características y su conveniencia para cada aplicación individual deben ser verificadas como se indique en las especificaciones del proyecto.

Las resistencias eléctricas de la gama preferente de conductores con alambres circulares se dan en norma UNE Para conductores con secciones de alambres diferentes, la resistencia del conductor deberá calcularse utilizando la resistividad del alambre, la sección transversal y los parámetros del cableado del conductor.

Debe verificarse que la intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito de los conductores cumplen los requisitos de las especificaciones del proyecto. También debe considerarse la predicción del nivel de perturbación radioeléctrica y el nivel del ruido audible de los conductores.

La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

- La temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, que no sobrepasará los 85 °C.
- La temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.
- La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.

El uso de conductores de alta temperatura, tales como los compuestos por aleaciones especiales de Aluminio-Zirconio, permite trabajar con temperaturas de servicio superiores.

Alternativamente, y con las precauciones adecuadas, el incremento real de temperatura debido a las corrientes de cortocircuito puede determinarse mediante un ensayo.

En cuanto a los requisitos mecánicos, la carga de rotura de los conductores de aluminio debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga. La tensión máxima admisible en el conductor debe indicarse en las especificaciones del proyecto.



En cuanto a la protección contra la corrosión los requisitos para el recubrimiento o el revestimiento de los hilos de acero con zinc o aluminio deben ser indicados en las especificaciones del proyecto. Se permite el uso de grasas de protección contra la corrosión.

## **2.4 CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS REDES AÉREAS DE ALTA TENSIÓN**

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

### **Conductores:**

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria.
- Año de fabricación y características, según Normas UNE.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

### **3 CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y MONTAJE**

#### **3.1 CONDICIONES PREVIAS**

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales. Por consiguiente, la admisión de materiales o de unidades de obra, que en cualquier forma o momento se realice, no exonera de la obligación que el Contratista contrae de garantizar la obra hasta la recepción definitiva de la misma.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

El personal del Contratista deberá usar todos los dispositivos, herramientas y prendas de seguridad exigidos, tales como: casco, guantes de montador, cinturón de seguridad, pértiga, banquetas aislantes, etc., pudiendo el Ingeniero-Director suspender los trabajos si estima que dicho personal está expuesto a peligros que son corregibles.

#### **3.2 TRABAJOS Y FASES A EJECUTAR**

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

1. Zona de tala y poda de arbolado.
2. Pistas y Accesos.
3. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
4. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
5. Explanación.
6. Excavación.
7. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.
8. Instalación de apoyos.
9. Tomas de tierra.
10. Instalación de conductores.
11. Instalación de cables de tierra.
12. Pintado de los apoyos.
13. Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

En el caso de que puedan existir trabajos y fases de ejecución distintos a los enumerados, se especificarán especialmente en el Contrato de Adjudicación de la obra.

##### **3.2.1 Zona de tala y poda de arbolado**

Cuando sea preciso para el paso de la línea, la Propiedad recabará de los Organismos Oficiales competentes la autorización para el talado de una zona de arboleda a ambos lados de la línea cuya

anchura será la que determina el Artículo 35.1 del vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En cualquier caso el Contratista no llevará a cabo estos trabajos sin la previa autorización por escrito del Ingeniero-Director.

### **3.2.2 Pistas y accesos**

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.
- La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

La maquinaria móvil que se utilice deberá disponer de los requisitos legales en vigor poniendo especial atención en: bocinas de advertencias, alarma contra el retroceso, freno de emergencia, espejos retrovisores, sistemas de luces, cabinas o techo anti-vuelco y tapas de seguridad en los tanques de combustible hidráulico.

Siempre deberán estar colocados en las máquinas que estén trabajando, o en disposición de hacerlo, las cubiertas del motor, los protectores del cárter y los protectores de rodillo en las máquinas de cadenas.

El manejo y utilización de las distintas máquinas deberá ser realizado por persona competente y cualificada.

Quedará prohibido el transporte de personas en las cabinas, estribos, escalerillas, cucharas, etc. No se llevará en las máquinas envases o materiales sueltos. Lo mismo en la carga como en la descarga de materiales en las que tengan que intervenir varios operarios, esta operación estará dirigida por una persona responsable, designada por el Contratista.

En la realización de estos caminos deben respetarse las siguientes medidas correctoras:

- Evitar causar daño o la muerte a cualquier ejemplar de reptil o ave.
- Utilizar como localización preferentemente de los caminos, los lomos, mesas o altos y en general, las zonas más llanas, evitando su apertura en laderas de fuerte pendiente. Cuando esto último sea inevitable los caminos deberán seguir la dirección de las curvas de nivel.
- Se procurará para los obligados accesos una sola rodada de camión reduciéndose al mínimo la anchura de los caminos y el tamaño de los desmontes y terraplenes.
- Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a las formas naturales del terreno.
- Retirada de tierras sobrantes a vertederos autorizados.

- Redondear los taludes, en planta y alzado, evitando aristas y superficie totalmente planas.
- Conseguir la revegetación de los taludes de los caminos con una distribución y especies similares a las del entorno, por medios naturales aplicando las técnicas oportunas.
- Retirar previamente la capa de tierra vegetal, cuando exista, en los terrenos en que se vayan a realizar movimientos de tierra, almacenarla convenientemente y extenderla posteriormente sobre los terrenos.
- Extremar las precauciones para no alterar localmente la red de drenaje en la apertura de caminos, lo que además de asegurar su duración y estabilidad evitará que se fomenten procesos erosivos que puedan dar lugar a cárcavas y barrancos. Para ello se aconseja la colocación de obras de drenaje convenientemente dimensionadas que restablezcan los drenajes naturales que sea preciso modificar, así como disponer las medidas oportunas (cunetas, desagües, etc.) que eviten la concentración puntual de la escorrentía superficial en los caminos, sobre todo en las zonas en pendiente, lo que puede ser causa de abarrancamiento.
- Mentalizar a los operarios que intervengan en las tareas propias de la apertura de caminos, de la importancia de minimizar las alteraciones sobre la vegetación de la necesidad de respetar los ejemplares y el hábitat de la fauna presente en la zona de trabajo. El Contratista se hará cargo de los fuegos, caza furtiva, etc., que efectúen los operarios al pasar por los montes y cotos de caza.
- La prohibición de abandonar residuos de cualquier tipo como hormigón, envoltorio de cigarrillos, cascos de cerveza, refrescos, etc., restos de comidas, árboles secos, etc., y toda clase de objetos no inherentes al estado natural del medio.

### **3.2.3 Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra**

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad. En caso de que fuera el Contratista el suministrador de todos o parte de ellos, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista. En caso de que todos o parte de ellos fuesen suministrados por La Propiedad, se especificará esta premisa con toda claridad en el Contrato de Adjudicación de las obras.

Cuando el Contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde Fábrica o Puerto a sus almacenes. Estos transportes serán por cuenta del Contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra. En el caso de que entre estos materiales estén incluidos los apoyos, y si en el momento del acopio se observase la falta de algunas barras, éstas se podrán suplir provisionalmente con la previa autorización

del Ingeniero-Director hasta que se disponga de las barras originales. Esta sustitución provisional no es extensiva a cartelas y elementos de unión.

Los materiales que sean suministrados por el Contratista deberán ajustarse a los tipos, marca y características técnicas que se indican en el presente proyecto, siendo responsable el Contratista de que esto se cumpla. En caso de su incumplimiento, el Ingeniero-Director dictará orden de retirar dichos materiales.

El programa de estas recepciones deberá obrar en poder del Ingeniero-Director con la debida anticipación, para poder observar el acopio del mismo, prestando especial atención a las condiciones exigidas en el presente proyecto. El importe de todos los ensayos y pruebas de los materiales aportados por el Contratista será por cuenta del mismo.

El Contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

Conductores y cables de tierra	2%
Aisladores	1%
Herrajes	1%
Tornillos, arandelas, etc.	2% del nº de tornillos.
Perfiles, Angulares, Chapas y Cartelas	2% del nº piezas por torre

Para el conductor se tomará como cantidad necesaria la suma de la longitud real de conductor aislado, más los trozos que se hayan tendido que cortar por indicación del Ingeniero-Director.

Los materiales que suministre la Propiedad quedarán situados en uno o más almacenes, cuyo emplazamiento e indicación de los materiales que van a contener se especificarán al Contratista.

En este caso los transportes de fábrica a almacenes serán de cuenta de la Propiedad.

Los materiales serán entregados al Contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales según se convenga.

El Contratista, a partir de la entrega de los materiales, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al Contratista, seguirá siendo de la Propiedad y los recibirá con carácter de depósito.

Al hacerse cargo del material, el Contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos y pérdidas que sufra. Si descubriese el Contratista algún defecto o falta en el material retirado, deberá presentar inmediatamente por escrito la reclamación para que sea comprobada por el Ingeniero-Director, el cual lo notificará por el mismo medio a la Propiedad.

La Propiedad podrá exigir del Contratista, que tenga en Compañía Aseguradora de reconocida solvencia, póliza contra robo y avería en transporte y montaje del material entregado.

Las maniobras de carga y descarga se realizarán siempre con grúa. La carga se estibarán de forma que no se produzcan deformaciones permanentes en las barras ni daño en el galvanizado.

El Contratista cuidará que las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales se efectúen sin que éstos sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Por ello se prohíbe el uso de cadenas o estrobos metálicos no protegidos.

En el apilado no se permitirá el contacto del material con el terreno utilizando para ello tacos de madera.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalado y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán siguiendo lo expuesto en el 1er COMPLEMENTO a la Norma NUECSA 00.7-24A (NI-57) "Procedimiento para la Manipulación y Transporte de Bobinas de Madera".

El Contratista al término o paralización de la obra queda obligado a colocar en los almacenes de la Propiedad y por su cuenta, todo el material sobrante, debidamente clasificado. Todos los materiales que no sean chatarra recuperable como son las bobinas, embalajes, postes de hormigón o madera (no reutilizables) y en general todo tipo de material que puede afectar al MEDIO AMBIENTE, deberá depositarse en un VERTEDERO AUTORIZADO, debiendo entregar el Contratista al Ingeniero-Director copia del recibo de lo pagado al vertedero como justificante de su cumplimiento.

#### **3.2.4 Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil**

El replanteo de los apoyos será realizado por un topógrafo especializado en los estudios topográficos de líneas aéreas a cargo del Contratista, y en presencia del Ingeniero-Director o persona delegada, a partir de los planos de planta, perfil y características propias de cada apoyo entregados por la Propiedad. Con antelación suficiente, deberá comunicársele al Ingeniero-Director, la fecha en que se iniciará el replanteo, así como el topógrafo designado por el Contratista para efectuarlo. Este topógrafo vendrá provisto de los útiles necesarios para realizar el replanteo y estaquillado, así como de personal que sea preciso.

Una vez finalizados el replanteo y estaquillado de la línea, el Ingeniero-Director y el Contratista firmarán el ACTA DE REPLANTEO, que supone el conocimiento exacto por el Contratista del trazado de la línea, situación de las estaquillas y todos los detalles necesarios para su ejecución, haciéndose cargo a partir de ese momento de todas las estaquillas o banderas colocadas.

La reposición de las estaquillas desaparecidas desde la firma del ACTA DE REPLANTEO hasta el comienzo de la apertura de hoyos, será por cuenta del Contratista.

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación** (Monobloques y patas separadas).

Quedará definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

- **Apoyos de ángulo** (Monobloques y de patas separadas)

Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la

perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.

- **Apoyos de anclaje y fin de línea** (Monobloque de patas separadas)

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

En apoyos de patas separadas, a partir de la cota de la estaquilla central, que se considerará como cota cero, el topógrafo en función de la conicidad del apoyo obtendrá las correspondientes a los centros de las excavaciones de las 4 patas del apoyo con cuyos datos el Contratista cumplimentará el correspondiente Parte de Cimentaciones de Apoyos. A partir de este documento el Contratista realizará las explanaciones, recrecidos de hormigón y de anclajes a realizar en cada apoyo.

Este documento se firmará por el Ingeniero-Director y el Contratista y no se admitirán modificaciones o certificaciones, en este concepto, que se aparten del replanteo primitivo, salvo que taxativamente, y por escrito, el Ingeniero-Director los ordene.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para comprobación del perfil. Por lo tanto se deberán tomar los puntos necesarios para efectuar dicha comprobación. En caso de existir diferencias entre el plano de perfil y el terreno, el Ingeniero-Director ordenará la obtención del nuevo perfil sobre el que se estudiarán las posibles variaciones de la línea.

En caso de que al realizar explanación se desplazase o moviese alguna de las estaquillas que definían el apoyo será preciso volver a realizar el replanteo del mismo según lo descrito anteriormente.

Se tendrá especial atención con los aparatos, miras, cintas, etc., que puedan entrar en contacto con líneas eléctricas de sus proximidades. Se deben cumplir en todo momento las reglamentarias distancias de seguridad.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporte vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

### **3.2.5 Explanación**

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo según los datos suministrados por el Parte de Cimentación del apoyo, comprendiendo tanto la ejecución de la obra como la aportación de la herramienta necesaria, el suministro de explosivos, la autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para su mejor ejecución, así como la retirada de tierras sobrantes.

Las dimensiones de la explanación se ajustarán en lo posible a los planos entregados, no pudiendo el Contratista variarlos sin autorización expresa del Ingeniero-Director. Los datos definitivos figurarán en el Parte de Cimentación del apoyo. Este Parte será firmado por el Contratista y el Ingeniero-Director.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central, en las fundaciones monobloques. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas. Esta explanación será definida por el Ingeniero-Director según lo especificado en el apartado “Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil” del presente Pliego de Condiciones Técnicas, y se prolongará como mínimo 1 metro por fuera de la excavación, rematándose después con el talud natural de la tierra circundante, según las Tablas adjuntas, con el fin de que las peanas de los apoyos no queden recubiertas de tierra.

<b>NATURALEZA DEL TERRENO</b>	<b>EXCAVACIÓN EN TERRENO VIRGEN O TERRAPLENES HOMOGÉNEOS MUY ANTIGUOS</b>			
	<b>Terreno secos</b>		<b>Terrenos inmersos</b>	
	<b>Angulo con Horizontal</b>	<b>Pendiente</b>	<b>Angulo con Horizontal</b>	<b>Pendiente</b>
Roca Dura	80°	5/1	80°	5/1
Roca blanda o fisurada	55°	7/5	55°	7/5
Restos rocosos, pedregosos, derribos, etc.	45	1/1	40°	4/5
Tierra fuerte (mezclada de arena y arcilla mezclada con piedra y tierra vegetal)	45°	1/1	30°	3/5
Grava, arena gruesa no arcillosa.	35°	7/10	30°	3/5
Arena fina no arcillosa.	30°	3/5	20°	1/3

*Tabla 1. Ángulos de inclinación y pendientes de los taludes*

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones. Se respetarán las medidas correctoras definidas en el apartado “Pistas y accesos.”, del Presente Pliego de Condiciones Técnicas.

### **3.2.6 Excavación**

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.



Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán a las indicadas en los Partes de Cimentación de apoyos, corriendo los excesos a cargo del Contratista, a menos que el Ingeniero-Director, considere oportuno el aumento de volumen de la excavación, si el terreno no corresponde al supuesto en los cálculos. En este caso se confeccionará un nuevo Parte de Cimentaciones que anulará el anterior. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de las excavaciones, éste será a cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado. En cualquier caso, el Ingeniero-Director concretará la aplicación de lo anteriormente indicado.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, debiendo tomar el Contratista las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por el agua.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de hoyos, su manipulación, transporte, almacenaje, etc., deberá ajustarse en todo a lo dispuesto en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 29 de Abril de 1.987 que modifica la instrucción Técnica Complementaria 10.2-01 "Explosivos - Utilización" publicada en el B.O.E. nº 114 de 13 de Mayo de 1.987, debiendo poseer el Contratista los permisos correspondientes de la Autoridad Competente. El Contratista deberá ajustarse en todo a las disposiciones oficiales vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajo.

En la excavación con empleo de explosivos, se cuidará que la roca no sea dañada debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no forman bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

La compactación del terreno de relleno a realizar en las cimentaciones que requieran este procedimiento, será indicada en cada caso por el Ingeniero-Director.

En los hoyos de gran profundidad y boca de pequeño diámetro, es necesario que los operarios vayan protegidos con mascarillas de filtros adecuados.

Los compresores deberán cumplir lo dispuesto en el vigente Reglamento de Aparatos de Presión, debiéndose hacer el ajuste de su válvula de seguridad al principio de los trabajos y una revisión anual.

Cuando se trabaje simultáneamente en el interior de excavaciones la distancia mínima entre trabajadores será de 1,50metros.

En los casos de profundidad superiores a 3 metros, el operario que excave en su interior deberá llevar un arnés tipo paracaídas con cuerda de salvamento resistente.

Terminada la excavación se procederá a la colocación de la varilla de puesta a tierra según lo estipulado en el apartado “Tomas de Tierra”.

### **3.2.7 Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos**

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

#### **3.2.7.1 Hormigones**

Se emplearán preferentemente hormigones fabricados en central. En cualquier caso la mezcla de los componentes del hormigón se efectuará siempre con hormigonera exceptuándose aquellos emplazamientos en que por difícil acceso o cualquier otra circunstancia haya autorización del Ingeniero-Director para realizar la mezcla a mano. En este caso, se empleará una hormigonera portátil (eléctrica o de carburante) y si el hormigón necesario para el llenado de la excavación fuese de poco volumen se autorizará hacerlo con una pastera pero nunca se autorizará hacerlo sobre una plancha de hierro ya que agua y el cemento se pierden en gran parte.

La consistencia del hormigón será blanda (asiento en el cono de Abrams 6 - 9cm, con tolerancia de  $\pm$  1cm).

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:

<b>HORMIGON PREFABRICADO</b>	<b>HORMIGON EN MASA</b>
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).

Tabla 2. Composición del hormigón

A efectos de normalización, tanto para la indicación en planos como en el control de suministro, la designación de las propiedades del hormigón tendrá el siguiente formato:

T - R/C/TM/A

Siendo:

**T:** Indicativo que será, HA para el hormigón armado y HM para el hormigón en masa.

**R:** Resistencia característica especificada en N/mm<sup>2</sup>.

**C:** Letra inicial del tipo de consistencia.

**TM:** Tamaño máximo del árido.

**A:** Designación del ambiente.

Por lo que, salvo indicación en contra en el Proyecto o del Ingeniero-Director, el hormigón exigido tendrá la siguiente designación:

HM - 20 / B / 40 / III (Hormigones en masa)

HA - 25 / B / 40 / III (Hormigones armados)

Cemento: PUZ - 350

El Ingeniero-Director podrá exigir certificado de la Planta de Hormigonado de donde proceda el hormigón, del cumplimiento de las Normas UNE citadas e incluso tomar muestras de dicho hormigón y de sus componentes según las Normas UNE correspondientes. En todos los casos se presentará en obra la Hoja de Suministro de la planta.

Queda terminantemente prohibido añadir agua al hormigón en obra.

### 3.2.7.2 Puesta en obra del hormigón

Antes de verter el hormigón deberá limpiarse la excavación de materiales desprendidos de las partes superiores.

Caso de existir agua en los hoyos, la operación de vaciado se realizará tomando las precauciones adecuadas para no causar daños a terceros.

La operación de hormigonado no se comenzará a menos que, por la cantidad de hormigón disponible, tengamos la seguridad de que el inicio o último estribo superior del anclaje (cuando disponga de más de uno) vaya a quedar cubierto con una capa de 40 cm.

Antes de hormigonar, el Contratista está obligado a disponer en el lugar de hormigonado de las varillas precisas para poder afrontar cualquier situación de emergencia.

Salvo en casos de circunstancias especiales no se realizarán labores de hormigonado en ausencia de luz diurna, considerándose como tal la comprendida desde una hora después de la salida del sol y una hora antes de su puesta.

El tiempo límite transcurrido entre la adición del agua al cemento y su descarga total deberá ajustarse a lo recomendado en la "Instrucción del Hormigón Estructural" (EHE). En ningún caso dicho tiempo será superior a una hora y media. Toda masa que sobrepase dicho tiempo deberá ser rechazada.

Si por alguna circunstancia se prevé que el tiempo límite no se puede respetar, se pondrá en conocimiento del Ingeniero-Director para la adopción de las medidas adecuadas.

En el vertido del hormigón, incluso cuando se realice mediante conducciones adecuadas se adoptarán las debidas precauciones para que no se produzca la disgregación de la mezcla ni el desplazamiento de los anclajes.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante vibradores mecánicos adecuados hasta que aparentemente se consiga una masa homogénea ausente de huecos. Deberá vibrarse por capas como máximo 30cm de altura.

En caso de que se averíe el vibrador durante el proceso de hormigonado, se dispondrá en obra en todo momento, los procedimientos manuales adecuados para la mejor compactación. Esta solución eventual proseguirá mientras se repara el vibrador que deberá hacerse en el menor tiempo posible.

En el caso de que esto suceda se podrá continuar el hormigonado antes de las 12 horas siguientes, previas comprobación de que las superficies están suficientemente limpias y se riegan abundantemente. En caso de que este tiempo se supere, se colocarán varillas corrugadas que serán con cargo al Contratista, para unir las partes seccionadas de forma que queden embebidas 80cm como mínimo en cada una de ellas, procediendo a doblarla en la parte correspondiente cuando suceda que no es posible colocarlas rectas. Estas varillas se colocarán inmediatamente de vertida la última capa de hormigón.

Las varillas serán de 20mm de diámetro e irán colocadas en el hormigón a 15cm de la pared del hoyo formando circunferencia y separadas 50cm entre sí con un mínimo de ocho. En el caso de que por alguna circunstancia no se puedan colocar las varillas, se procederá a colocar una abundante capa de resina, previa limpieza de la superficie y comprobación de que la misma esté bien seca. Antes de volver a verter la nueva capa de hormigón se limpiará la superficie de la anterior, y se mojará con agua. Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos, que permitan el paso de los cables de puesta a tierra. Estos tubos serán rígidos, corrugados, reformados y de un diámetro interior de 36mm. No se permitirá el hormigonado si la temperatura ambiente es inferior a 5º C.

Los pozos de hormigonado de las patas de las torres que no han sido hormigonados al finalizar la jornada de trabajo, han de quedar cubiertos, para evitar accidentes.

Si en el terreno de roca o en cualquier clase de suelo (arenas, creta, conglomerado, pizarra), y con el motivo debido al empleo de explosivos, la excavación ha dado un volumen mayor del que le corresponde, el hueco ha de ser rellenado de hormigón, y se certificará la medida teórica tanto de la excavación como del hormigonado.

### 3.2.7.3 Encofrados

Se procurará que no haya recrecidos. En zonas ecológicas se utilizarán apoyos de patas desniveladas. En el caso de que necesariamente se hayan de realizar recrecidos, el Ingeniero-Director entregará un plan de los mismos en el que figurarán las dimensiones del macizo de hormigón, número y tipo de hierro para la confección de la armadura y longitud de la misma. Este plano se adjunta al parte de Cimentaciones.

Todos los parámetros de los recrecidos deben tener correspondencia (la misma horizontalidad, y la misma verticalidad) y cualquiera que sea la altura resultante, las peanas tendrán la misma altura. Para recrecidos superiores a 70cm se utilizarán armaduras de acero corrugado de 25mm de diámetro con correas de 10mm cada 30cm que serán embebidas en la cimentación como mínimo 1m.

Los encofrados que se utilicen para el hormigonado de las bancadas presentarán una superficie plana y lisa de tal manera que posibiliten el acabado visto del hormigón. Como regla general, los encofrados serán metálicos salvo que el Ingeniero-Director autorice otro tipo.

Se tomarán las medidas para que al desencofrar no se produzcan deterioros en las superficies exteriores, no utilizándose desencofrantes que perjudiquen las características del hormigón. Los encofrados exteriores no se retirarán antes de 24 horas después del vertido de la última capa de hormigón.

Después de desencofrar, el hormigón se humedecerá exteriormente las veces que sea necesario para que el proceso de fraguado se realice satisfactoriamente, con un mínimo de 3 días.

Todo lo dicho para los encofrados de bancada (peanas) es extensivo para los recrecidos.

### 3.2.7.4 Áridos

Los áridos a emplear, arenas y gravas, deben cumplir fundamentalmente las condiciones de ser válidos para fabricar hormigones con la resistencia característica exigida en la presente Norma. Existirán garantías suficientes de que no degradarán al hormigón a lo largo del tiempo y posibilitarán la manipulación del hormigón de tal manera que no sea necesario incrementar innecesariamente la relación agua/cemento. No se podrá utilizar ningún árido sin que haya sido examinado y aprobado previamente por el Ingeniero-Director. No se emplearán en ningún caso áridos que puedan tener piritas o cualquier tipo de sulfuros.

Las cantidades máximas de sustancias perjudiciales que podrán contener los áridos serán las siguientes:

	CANTIDADES 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 %

Tabla 3. Cantidades máximas de sustancias perjudiciales en los áridos

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considerarán reactivos si:

Para  $R \geq 70$  la concentración de  $SiO_2$  es  $> R$

Para  $R < 70$  la concentración de  $SiO_2$  es  $> 35 = 0,5 R$

La pérdida de peso máxima no será superior a la siguiente:

Ensayo realizado mediante:

	A	b
	CON SULFATO SODICO	CON SULFATO MAGNESICO
Arenas	10 %	15 %
Gravas	12 %	18 %

### 3.2.7.5 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.

### 3.2.7.6 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.

### 3.2.7.7 Cemento

El cemento utilizado será del tipo PUZ-350 pudiéndose utilizar el Portland P-350, bajo autorización del Ingeniero-Director.

Si por circunstancias especiales se estimara necesaria la utilización de aditivos o cementos de características distintas a los mencionados, será por indicación expresa del Ingeniero-Director o a propuesta del Contratista, debiendo ser en este último caso aceptada por escrito por parte del Ingeniero-Director.

### 3.2.7.8 Agua

El agua utilizada será procedente de pozo, galería o potabilizadoras, a condición que su mineralización no sea excesiva. Queda terminantemente prohibido el empleo de agua que proceda de ciénagas o esté muy cargada de sales carbonosas o selenitosas así como el agua de mar. Tolerancias de aniones y cationes: Deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5, las que posean un total de sustancias disueltas superior a los 15gramos por litro (15.000ppm.) aquellas cuyo contenido en sulfato, expresado en SO<sub>4</sub>, rebase un gramo por litro (1.000ppm.) las que contengan ión cloro en proporción superior a 6gramos por litro (6.000ppm.), en las que se aprecien hidratos de carbono y las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter, en cantidad igual o superior a 15 gramos por litro (15.000ppm.).

### 3.2.7.9 Cimentaciones para apoyos metálicos de bases empotradas (monobloques)

#### 3.2.7.9.1 *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, según lo especificado en el apartado “*Tomas de Tierra*” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas.
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”.

#### 3.2.7.9.2 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, según lo especificado en el apartado “*Tomas de Tierra*” de Presente Pliego de Condiciones Técnicas
- A continuación se procederá al vertido, vibrado y compactado del hormigón en el foso, según lo indicado en el epígrafe correspondiente a las “CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES Y EJECUCIÓN DE LOS HORMIGONES”, comprobándose el número de veces necesarias la correcta colocación de la plantilla y de los anclajes.
- Una vez relleno el foso, la plantilla no podrá tocarse ni desmontarse hasta pasadas 48 horas como mínimo de la terminación del hormigonado; se quitará entonces con el suficiente cuidado para que los anclajes no agrieten el hormigón ni queden huecos entre ambos.
- En los recrecidos se cuidará de la verticalidad y horizontalidad de los encofrados, y que éstos no se muevan durante el relleno. Estos recrecidos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.
- El hormigón de la peana exterior al terreno, además de tener la misma composición que el resto de la cimentación, debe llegar hasta el borde inferior del empalme de anclaje con la torre para evitar que el extremo superior de los anclajes y del hormigón pueda trabajar a flexión.

#### 3.2.7.9.3 Tolerancias en las cimentaciones

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido de la línea será  $\pm 0,1\%$ .
- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido transversal a la línea será de  $\pm 0,1\%$ .

- El error máximo admisible en la distancia entre testas de anclaje en el sentido diagonal del cuadrilátero formado será de  $\pm 0,15\%$ .
- El error máximo admisible en la nivelación de las testas de cada uno de los anclajes será de  $\pm 0,05\%$  de la distancia entre dichas testas.
- Respecto a los ejes de los hoyos, el máximo error admisible es de 100mm en el centrado de los anclajes.
- Se respetará el emplazamiento de los apoyos en la traza de la línea referido a la estaquilla central y no se admitirán variaciones en la orientación de sus caras (giros) respecto al eje de la traza de la línea superiores al primer centesimal de las distancias de los anclajes a los ejes de replanteo de los apoyos.
- Los anclajes se fijarán de forma adecuada, para que no sufran desplazamientos durante el vertido del hormigón.
- Los elementos de fijación de los anclajes no podrán ser retirados antes de cumplirse las 24 horas del vertido del hormigón en los hoyos.
- Cualquier error superior a los indicados será corregido por la Contrata corriendo por su cuenta todos los gastos. El Contratista asumirá los costos extras que pudieran originarse, incluidos los gastos en que puedan incurrir los contratistas de izado.
- En todo caso, las tolerancias de las cimentaciones serán tales que, una vez instalado el apoyo, previo el tendido de los conductores, este quede vertical, admitiéndose una desviación máxima del 0,2%, de la altura total del apoyo, tanto en el sentido de la línea como en contralínea.

#### *3.2.7.9.4 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.

#### *3.2.7.9.5 Control de consistencia*

La Consistencia del hormigón se medirá por el asiento en el cono de Abrams, expresada en número entero de centímetros. El cono deberá permanecer en la obra durante todo el proceso de hormigonado. Para verificar este control se tomará una muestra de la amasada a pie de obra realizándose con la misma el ensayo de asentamiento en cono de Abrams.

Si el asentamiento está fuera de los límites reseñados incluidas las tolerancias, se procederá a tomar dos nuevas muestras de forma inmediata, después de un breve batido de toda la masa. Si los dos últimos valores del ensayo están comprendidos entre los valores de aceptación, la amasada se dará por buena. En caso contrario la amasada completa será rechazada y el vehículo que realiza el transporte no podrá suministrar más hormigón durante ese día.

El Ingeniero-Director podrá realizar este control en cada una de las amasadas que se suministran.



### 3.2.7.9.6 Control de resistencia

Se realizará mediante el ensayo en laboratorio oficialmente homologado de un número determinado de probetas cilíndricas de hormigón de 15cm de diámetro y 30 cm de altura las cuales serán ensayadas a compresión a los 28 días de edad. Las probetas serán fabricadas en obras y conservadas y ensayadas según Normas UNE.

Salvo indicación en contra del Ingeniero-Director, es indispensable extraer 4 probetas por apoyo. En caso de que el volumen de hormigón vertido en el apoyo supere los 18 m<sup>3</sup>, se extraerá un juego de probetas por cada 18 m<sup>3</sup> o fracción.

La resistencia estimada se determinará según los métodos e indicaciones preconizados de la "Instrucción de Hormigón estructural (EHE)" en vigor para la modalidad de "Ensayos de Control Estadístico del Hormigón".

La toma de muestras, conservación y rotura serán por cuenta del Contratista debiendo este presentar al Ingeniero-Director los resultados mediante Certificado de un Laboratorio Oficial y Homologado. Si la resistencia estimada fuese inferior a la resistencia característica fijada, el Ingeniero-Director procederá a realizar los ensayos de información que juzgue convenientes y de acuerdo con los resultados obtenidos, adoptará la determinación que considere más adecuada corriendo todos los gastos producidos por cuenta del Contratista.

Realizados los ensayos de una serie de probetas tendremos, llamando X1, X2,...X8 a los valores obtenidos, los valores medios siguientes:

$$\text{Amasada A} = (X1 + X2 + X3 + X4) / 4 = X_A$$

$$\text{Amasada B} = (X5 + X6 + X7 + X8) / 4 = X_B$$

Estos dos ensayos nos permitirán aplicar la tabla 88.4 b de la Instrucción EHE para N=2, K=0,88, debiendo cumplirse que la resistencia estimada  $F_{est.} = K_n \cdot X$  (siendo X el valor más bajo de X<sub>A</sub> y X<sub>B</sub>)  $\geq 175 \text{ kp/cm}^2$ .

Se efectuará el número de ensayos de información a juicio del Ingeniero-Director.

### 3.2.7.9.7 Ensayos a realizar con las gravas, las arenas y el agua

Cuando no se aporten datos suficientes de la utilización de los áridos en obras anteriores o cuando por cualquier circunstancia no se haya realizado el examen previo del Ingeniero-Director, deberán realizarse necesariamente todos los ensayos que garanticen las características exigidas en la "Instrucción del Hormigón Estructural (EHE)" y por el presente Pliego de Condiciones.

Hace falta autorización expresa del Ingeniero-Director para eximir de los ensayos.

Si el hormigón es fabricado en una central hormigonera industrial bastará aportar el certificado del tipo de hormigón fabricado, salvo que por el Ingeniero-Director se exija expresamente los ensayos de los componentes del hormigón.

### 3.2.7.9.8 Normas de seguridad específicas

El equipo de Protección personal utilizado deberá constar de casco de barboquejo, guantes de cuero y botas de seguridad, debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

Si hubiera que realizar barrenado, el operario deberá estar provisto de mascarilla con filtro para polvo y protectores de vista y oído.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de ocurrir algún percance.

Para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas, es aconsejable no trabajar más de un operario en el interior de cada hoyo.

La parte superior de los hoyos debe quedar libre de escombros para evitar caídas de materiales que puedan dañar a los operarios.

Para subir y bajar a los hoyos deberán utilizarse escaleras lo suficientemente largas para que su parte superior sobresalga de los hoyos como mínimo 1 m, debiendo estar homologadas.

Los motores o elementos que expulsen gases deberán tener el escape orientados de forma que los mismos no se acumulen en las excavaciones.

### 3.2.8 Instalación de apoyos

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- Recepción.
- Transporte.
- Acopio.
- Clasificación.
- Armado.
- Izado.
- Apretado y graneteado.
- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad Específicas.

#### 3.2.8.1 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”.

### 3.2.8.2 Transporte

Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

### 3.2.8.3 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.

### 3.2.8.4 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.

### 3.2.8.5 Armado

#### 3.2.8.5.1 *Consideraciones Previas*

No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingleses, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director. La parte modificada deberá protegerse de la oxidación mediante la aplicación de la correspondiente pintura del tipo Frigalván.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

No podrán ser utilizados en obra sin autorización expresa del Ingeniero-Director y para cada caso en particular sopletes o elementos de soldadura eléctrica u oxiacetilénica.

### 3.2.8.6 Tornillería

En cada unión se utilizarán los tornillos indicados en los planos. Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado. Caso de no ser así, se le comunicará al Ingeniero-Director. Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (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.

### 3.2.8.7 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.

#### 3.2.8.7.1 *Ejecución Material*

El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente, pero en el caso de no ser el denominado "barra a barra" deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero-Director.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

El apriete de los tornillos con la torre en el suelo será inferior al determinado como apriete final, debiendo ser el suficiente para mantener unidas las barras.

En caso de roturas de barras y rasgado de taladros por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director y de proceder al cambio de los elementos.

#### 3.2.8.7.2 *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 arriostamiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados. El Contratista utilizará para el izado, el procedimiento que estima más conveniente, dentro de los habitualmente sancionados por la práctica (con pluma y cabrestantes, con grúas, etc.), evitando causar daños a las cimentaciones y sin someter a las estructuras a esfuerzos para los que no estén diseñadas.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

Una vez izado el apoyo, la falta de verticalidad del mismo no podrá ser superior a 0,2% de la altura del apoyo.

Con carácter orientativo el par de apriete final de los tornillos de calidad 5.6 será:

M-12	3.00 daN.m
M-14	4.50 daN.m
M-16	7.00 daN.m
M-18	9.50 daN.m
M-20	13.50 daN.m
M-22	18.50 daN.m
M-24	25.00 daN.m

Las partes, por ser de rosca métrica se apretarán con llave dinamométrica y a los pares de apriete recomendados para la tornillería.

#### 3.2.8.7.3 Izado con pluma

Cuando se utilice el procedimiento de izado con pluma, se hará siempre con cabrestante y a fin de evitar el pandeo de la misma, el cable de cabrestante deberá deslizarse verticalmente pegado a la pluma, colocándose en la base del apoyo, una polea de reenvío.

Se comprobará el estado de las plumas en todos sus tramos cada vez que vayan a usarse. Una vez izada la pluma, se venteará según el esfuerzo a que vaya a ser sometida, y siguiendo las instrucciones de uso para las que ha sido concebida. Se instalarán como mínimo, 3 vientos dispuestos en estrella. Todos los vientos se fijarán al terreno mediante elementos de anclaje, debidamente diseñados y ejecutados, siendo obligatorio intercalar trácteles o “pull-lifs” para su regulación.

La pluma no podrá suspenderse en el apoyo, excepto en los puntos y de la forma expresamente señalada para ello por el Ingeniero-Director quien indicará además el peso máximo entre pluma y tramo a suspender. El ángulo máximo del eje de la pluma con los estrobos de fijación de la misma al apoyo no superará los 45°.

#### 3.2.8.7.4 Izado con grúa

Cuando las condiciones del terreno, de su entorno y de los apoyos a izar lo permitan, se podrán usar grúas en las operaciones de izado, con tal de que el proceso se realice con el conocimiento y aprobación previa del Ingeniero-Director.

Cuando se utilice este procedimiento, se izará el apoyo suspendiéndolo de los puntos señalados en los planos. Caso de no existir puntos específicos para esta maniobra, se estrobará por las zonas aprobadas por el Ingeniero-Director, a propuesta del Contratista, forrando convenientemente los estrobos para evitar daños.

La estructura será convenientemente arriostrada en las zancas y lugares propensos a deformaciones antes del izado.

Previamente a la operación de izado, el Contratista remitirá al Ingeniero-Director un informe donde se reflejen el nombre y experiencia del gruista para este tipo de trabajo.

Salvo autorización expresa del Ingeniero-Director no se utilizarán grúas para el izado en las proximidades de elementos energizados; en cualquier caso el Contratista tomará las precauciones necesarias en evitación de accidentes. Cumpliendo en todo momento con lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad

en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad” para Trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

### 3.2.8.8 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 tipo Frigalván.

### 3.2.8.9 Maquinaria y herramienta auxiliar

Toda la maquinaria y herramienta a utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.

- **Camión**, para el transporte y acopio de los materiales, provisto de pluma auxiliar y acompañado de grúa para las operaciones de carga y descarga.
- **Grúa**. Las grúas que se utilicen en las operaciones de izado llevarán en lugar perfectamente visible la placa de características. Deberán ser autopropulsadas, de pluma telescópica y con capacidad y altura suficiente para seguir con corrección las maniobras. Las grúas deberán ineludiblemente disponer de dispositivos de seguridad que incluya como mínimo el limitador de carga.
- **Cabrestante de izado**, elemento utilizado en la operación de izado con pluma, llevará una placa de características fijas en la que vendrán grabadas en caracteres indelebles el peso de esfuerzo útil, potencia y velocidad en los distintos desarrollos. Asimismo el Contratista dispondrá de la documentación que justifique las revisiones periódicas. El cable será de las características y longitud adecuadas y estará perfectamente fijado al extremo del tambor de arrollamiento. Su coeficiente de seguridad será de al menos 6, con relación a los pesos a manejar. Estarán dotados de un sistema de bloqueo manual que impida el movimiento accidental de la pieza elevada.
- **Plumas de izado**. Serán metálicas y los tramos abrochados con tornillería de alta resistencia.
- **Aparejo armado con cable**. Compuesto al menos de dos roldanas por cabeza y de giratorio. El número de roldanas estará en función de las cargas de trabajo.
- **Trácteles o pull-lifts**, utilizados en las operaciones de atirantado de pluma y auxiliares de construcción.
- **Eslingas, estrobos y pilotos**, los cuales deberán tener marcado o justificada su carga de trabajo.
- **Llaves para tornillería**, utilizadas para el apriete de los tornillos, será las denominadas llaves de pipa empleadas en sus dimensiones originales (sin suplemento). Para el apriete final se utilizarán llaves dinamométricas (manuales, neumáticas o eléctricas).

- **Taquímetro**, provisto de anteojo con giro azimutal, para comprobación de la verticalidad de los apoyos en sentido de línea y contra línea.
- **Utillaje diverso**. Poleas auxiliares de maniobra, con su carga de trabajo marcada; pistolos para anclaje, barrillas y punteros de montaje, granetes, gatos niveladores, calce prismáticos de madera, riostras de madera o metálicas para evitar deformaciones en el izado de las estructuras.

#### 3.2.8.10 Control de calidad

La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

Se dispondrá en obra de un comprobador de llaves dinamométricas.

El Contratista deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director el protocolo de revisión de apoyos de línea.

#### 3.2.8.11 Normas de seguridad específicas

El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método "línea de vida"), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando. Deberá disponer de puesta a tierra.

Cuando para el izado se utilice grúa, las señales entre el jefe de maniobra y el gruista serán las especificadas para estos casos, debiendo figurar en el cuadro de maniobra de la grúa. La grúa se asentará en terreno firme y resistente que impida el hundimiento de los gatos hidráulicos que la sustentan, colocando cuando sea necesario, los elementos auxiliares para lograr una correcta distribución de la presión sobre el terreno y poniendo el chasis de la grúa a tierra.

### 3.2.9 Tomas de tierra

#### 3.2.9.1 Definición de toma de tierra de los apoyos

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

- **Toma de tierra del apoyo.** Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.
- **Toma de tierra de cada pata.** Es la que se instala en cada hoyo de cimentación, bien de trate de apoyos monobloques o de cada cimentación de apoyos de patas separadas.
- **Mejora de la toma de tierra.** Es la parte de la toma de tierra formada por anillos y antenas y cuyo fin es rebajar el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y disminuir la resistencia de la toma de tierra del apoyo.

### 3.2.9.2 Reglamentación y normativa aplicables

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Normativa sobre clasificación de zonas de situación de apoyos.

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- Zonas frecuentadas (F)
- Zonas no frecuentadas agrícolas (N.F.A.)

A continuación se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

#### **Zonas de pública concurrencia.**

Se consideran como tales las siguientes:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

#### **Zonas frecuentadas.**

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas construidas por personas privadas con finalidad análoga.



- Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- Proximidad a ermitas.

### ***Zonas no frecuentadas agrícolas.***

Se considerarán comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

## **3.2.10 Instalación de conductores**

### **3.2.10.1 Instalación de conductores desnudos**

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- Condiciones generales.
- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- Realización de empalmes y amarres.
- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- Tensado.
- Regulado y medición de flechas.
- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- Elementos de unión y puentes.
- Colocación de antivibradores y contrapesos.
- Control de Calidad.
- Normas de Seguridad específicas.
- Maquinaria auxiliar.

#### **3.2.10.1.1 *Condiciones generales***

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido, herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el Contratista hallara al ser tendido el cable, deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

### *3.2.10.1.2 Colocación de cadenas de aisladores y poleas*

Las cadenas de aisladores, tanto de suspensión, como de suspensión-cruce o de amarre tendrán la composición indicada en los planos de montaje del presente proyecto. En el plano de perfil de la línea se reflejará el tipo de cadena a instalar en cada apoyo. La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta a almacén y sustituida por otra.

Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos. A tal fin, las cadenas cuya composición sea igual o superior a 12 elementos, se montarán disponiéndolas en el interior de armaduras que aseguren el cumplimiento de lo expuesto.

Se cuidará que todas las grupillas de fijación queden bien colocadas y abiertas.

Los tornillos, bulones y pasadores de los herrajes y aisladores una vez montados quedarán mirando hacia la torre.

### *3.2.10.1.3 Instalación de protecciones en cruzamientos*

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesaño horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados. Estarán convenientemente atirantadas con un cable de acero de 9 mm de diámetro.

Si los pies derechos van empotrados, su profundidad mínima será de 1,30 m para una altura hasta 8 metros, aumentando en 0,10 m por cada metro de exceso.

Cuando sea necesario el acoplamiento de postes, éste se realizará por medio de piezas metálicas adecuadas.

En los cruzamientos con líneas eléctricas se tomarán todas las precauciones (cortes de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el Contratista de lo que pudiera suceder, eximiendo en todo momento de responsabilidad al Ingeniero-Director.

El Contratista deberá solicitar los cortes de tensión con quince (15) días de antelación. Las líneas de tensión inferior a 66kV, podrán ser puenteadas por el Contratista con cable aislado siempre que lo considere oportuno el Ingeniero-Director. En todo momento se contará con el permiso de la Compañía Suministradora para realizar estos trabajos, estando siempre presente un responsable de la esta para la observación de la ejecución de los trabajos. Asimismo ésta facilitará al Contratista el cable aislado necesario para realizar un “by pass” de la línea de 66 kV.

#### *3.2.10.1.4 Tendido de los conductores y cables de tierra*

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables, esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina “serie” el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento los cables deslizan suavemente sobre las poleas.

El Contratista elegirá los emplazamientos de los equipos de tendido y de las bobinas teniendo en cuenta la longitud de las mismas, el número y la situación de los apoyos de amarre y las prescripciones que señala el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, respecto a la situación de empalmes. Con anterioridad suficiente, el Contratista presentará para su aprobación, el Plan General de Tendido, en el que se indicará, para cada serie, la ubicación de la maquinaria, bobinas, longitud de la serie, longitud de las bobinas y posible punto de empalme.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

Se podrá tender más de una bobina por fase si se dispone de la suficiente potencia en la máquina de freno. En este caso la unión de ambas bobinas, durante el tendido, se realizará mediante una camisa de dos puntas o cualquier otro tipo de empalmes provisional. Queda totalmente prohibido el paso de un empalme definitivo por una polea, durante el tendido.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que

el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

Las bobinas se situarán perfectamente alineadas con la máquina de freno y traza de la línea.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

En los conductores que se observen rozamientos o rotura de alguna vena, bien procedente de fábrica o producidos durante el tendido, se podrán utilizar varillas o manguitos de reparación, o bien un empalme completo, si respecto a su situación el Reglamento lo autoriza. En todos los casos la reparación a efectuar deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero-Director.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Las máquinas de freno y de tiro deberán situarse a una distancia de los apoyos tal, que el ángulo que forme el cable, a la salida o llegada de las mismas, con la horizontal, no supere los 26°. En la práctica se puede decir que:

“El cabrestante o freno se situará a una distancia mínima de la torre, que sea doble de la que hay entre la cota donde se instale la máquina y la polea superior en la torre”.

Para el manejo de cada una de estas máquinas deberá disponerse como mínimo de dos operarios dotados de emisoras que comuniquen perfectamente entre ellos.

En las líneas de media tensión con una longitud inferior a 300 m, y siempre que la sección del conductor no justifique la utilización de maquinaria y quede garantizado que el conductor no rozará con algún obstáculo, podrá autorizarse el tendido sin máquina de freno, sustituyéndola por gatos con sistema de freno efectivo. Todo lo mencionado se concederá con la autorización por escrito del Ingeniero-Director.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea (carreteras, líneas eléctricas, obstáculos importantes, etc.).

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

Una vez definida la tracción máxima para una serie, se colocará en ese punto el disparo del dinamómetro de la máquina de tiro y no podrá variarse el mismo sin contar con la autorización expresa del Ingeniero-Director.

Los cables pilotos empleados para ejercer la tracción sobre los cables deberán ser flexibles y antigiratorios, con una carga de rotura tal que el coeficiente de seguridad mínimo durante el tendido

sea de cinco (5). La unión del piloto al conductor se realizará mediante bulones de rotación (giratorios), para compensar los efectos de torsión.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Según se vayan terminando los distintos cantones, se irá retirando el material sobrante así como las bobinas vacías de manera que éstas estorben el menor tiempo posible. Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

### 3.2.10.1.5 *Realización de empalmes y amarres*

#### *Grapas de amarre de compresión*

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores.

Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación. Caso de efectuarse esta operación, sobre el terreno, se instalará una lona de al menos 2 x 2 metros, sobre la que se dispondrán las piezas necesarias y el utillaje. El corte de hilos de aluminio se realizará con útil adecuado (terraja cortadora o sierra) para no dañar jamás el alma de acero. Nunca podrá utilizarse tijeras o cizallas. Para evitar que se aflojen los hilos se colocarán unas retenciones de alambre al cable, por el punto de corte.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromato de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.

- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

Se pondrá especial cuidado en que no se produzca embolsamiento del aluminio a la salida de la grapa. Todas las grapas comprimidas serán realizadas siempre en presencia del Ingeniero-Director, quien grabará una contraseña en la parte externa sin lo cual no podrán ser regulados los conductores. A todas las uniones atornilladas o comprimidas así como en las bocas de las grapas se aplicarán pastas y cintas antioxidantes.

### 3.2.10.2 Grapas de amarre helicoidales (Retenciones Terminales Preformadas)

En las líneas de Distribución hasta 36 kV, en los amarres se utilizarán grapas de amarre helicoidales también denominadas retenciones terminales preformadas, que basadas en el arrollamiento helicoidal de las varillas preformadas, proporcionan una fuerza de agarre radial y constante sobre el conductor, no inferior al 90% de la carga nominal de rotura del propio conductor.

#### 3.2.10.2.1 *Empalmes y manguitos de separación*

Todo lo indicado para las grapas de comprensión, con relación a las medidas a tomar con respecto a limpieza, corte del conductor, medidas de hexágonos, embolsamientos de aluminio, supervisión, cintas auto-oxidantes, etc., será de aplicación a la ejecución de empalmes haciendo la consideración de que para éstos se sustituirán los émbolos por manguitos y con relación a los manguitos de separación, las de limpieza, medidas de hexágonos, etc.

Durante la sustitución de los empalmes provisionales por los definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto del conductor se mantenga con la tracción necesaria para que no llegue a tocar en tierra.

En el caso de empalmes, se tomarán las medidas necesarias para conseguir que el manguito de acero quede perfectamente centrado respecto al de aluminio, siguiendo las instrucciones del fabricante.

#### 3.2.10.2.2 *Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos*

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los

tirantes con la horizontal de  $30^\circ$ . Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas.

El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

El atirantado, tanto horizontal como vertical, se realizará con cables de acero sección adecuada al esfuerzo que van a estar sometidos, afectados por un coeficiente de seguridad mínimo de 5.

Cada uno de estos tirantes llevará intercalado un tráctel que permita aumentar o disminuir la tracción del tirante.

### 3.2.10.2.3 *Tensado*

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

Las operaciones de tensado podrán realizarse con un cabrestante, tráctel o cualquier otro tipo de maquinaria o útil adecuado, que estará colocado a una distancia horizontal mínima del apoyo de tense, igual a dos veces y media la altura del mismo, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes de entrada y salida del cable piloto a su paso por la polea no sea inferior a  $150^\circ$ . 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.

- ***Instrucciones para la realización del tensado.***

A cada uno de los tramos en que quede dividida la línea entre cadenas de amarre la denominaremos "cantón". Queda terminantemente prohibido tensar con las pinzas de amarre.

### 3.2.10.2.4 *Regulado y medición de flechas*

#### Regulado

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará "cantón".

Se denominan “Vanos de Regulación” de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como “Vanos de Comprobación” son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Dependiendo de la longitud del “cantón”, el perfil del terreno, y la uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

1 Vano de regulación	1 Vano de comprobación
1 Vano de regulación	2 Vanos de comprobación
2 Vanos de regulación	3 Vanos de comprobación

No debiendo quedar más de tres vanos consecutivos sin comprobar. En todo caso el Ingeniero-Director decidirá el número de vanos de regulación y de comprobación necesarios.

La operación de regulado se realizará por medio de pull-lifts o trácteles en la cruceta punto de amarre o cabrestante situado en el punto de tiro del conductor. El tensado de los conductores se efectuará con arreglo a las tablas de tendido. La longitud de los vanos y desniveles será facilitada por el Contratista de las medidas tomadas una vez instalados los apoyos.

Si existen árboles que puedan estorbar para la regulación porque los conductores descansan en ellos, en su posición normal, deben ser cortados antes de la regulación y su necesidad se preverá con el tiempo suficiente para obtener el permiso necesario.

Si en un mismo cantón se han marcado dos vanos como de regulación, ésta debe ejecutarse simultáneamente en ambos, disponiendo el Contratista de los medios de comunicación necesarios para que las órdenes de tirar, aflojar y parar lleguen al cabrestante auxiliar de mano de forma simultánea, y si a éste llegan dos órdenes contradictorias, primero se ejecutará la del punto más alejado.

### 3.2.10.2.5 *Medición de flechas*

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión o por el método de tablillas utilizando un teleflechas u otro dispositivo óptico similar.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Se instalará el termómetro a la altura de las crucetas y si la serie tiene una longitud superior a un kilómetro, se colocarán tantos termómetros como vanos de regulación tenga, durante un tiempo mínimo de 30 minutos. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos cualesquiera fuera de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  no podrá regularse.

En cualquiera de las operaciones tanto de tensado, regulado, marcado y correcciones a que diera lugar se mantendrá la instrucción anterior sobre los  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

El Contratista deberá marcar las flechas correspondientes a los vanos de regulación y comprobación en la situación mencionada en el plano correspondiente como la de “Flechas sobre poleas” para las operaciones de tensado y regulado, estableciéndose las correspondientes a “Flechas definitivas” para la comprobación final.



Cualquier variación de la Temperatura en  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

Las tolerancias admisibles en las medidas de las flechas de los cables para cada uno de ellos, así como respecto a la de su situación en el conjunto serán:

- **Para cada cable independiente.**

En los vanos de la regulación y comprobación  $\pm 2\%$  de la flecha teórica con un máximo admisible de  $\pm 50$  cm. En el resto de los vanos, las tolerancias anteriores afectadas por el coeficiente 1,20 es decir,  $\pm 2,4\%$  con un máximo admisible de  $\pm 60$ cm.

- **Para el conjunto de los cables.**

Tanto en el plano vertical como en el horizontal,  $\pm 2\%$  de la flecha teórica, con un máximo de  $\pm 50$ cm. Una vez efectuado el regulado, se comprobarán las flechas en los vanos correspondientes antes de iniciar las operaciones de engrapado.

### 3.2.10.2.6 *Elementos de unión y puentes*

- Las conexiones o empalmes en cobre-cobre o aluminio-aluminio se realizarán mediante manguitos a compresión adecuados al conductor respectivo, evitándose la tornillería, pero cuando sea imprescindible instalarla, ésta será de acero inoxidable calidad AISI/316 o equivalente en la norma europea.
- Las conexiones “bimetálicas” se realizarán mediante conectores de cuña a presión protegidos con masilla dieléctrica y las cubiertas adecuadas según las secciones de los conductores y especificaciones del fabricante y teniendo muy en cuenta que el aluminio irá siempre en la parte alta y el cobre en la parte baja.
- Las conexiones bimetálicas se utilizarán para las conexiones de conductores de distinta naturaleza como Aluminio y Cobre, así como para las conexiones de Aluminio con aluminio. Para la conexión cobre-cobre sólo se utilizarán piezas de cobre, nunca “bimetálicas”.
- Los trabajos a compresión se harán con las matrices adecuadas. La compresión se hace en el cobre sin punzonado y en el aluminio con punzonado. En cualquier caso, se limpiará muy bien los conductores y se les dará grasa de contacto antes de hacer los empalmes.
- Las conexiones o empalmes “bimetálicos” se realizarán mediante cuñas a presión de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

PUENTES FLOJOS		
TENSION EN kV	Nº DE ELEMENTOS POR CADENA	ALTURA DEL PUENTE <sup>(1)</sup> (cm)
20	3 y 4	80
66	8	180
132	12	200
220	24	280

<sup>(1)</sup> Distancia mínima entre el conductor y las partes metálicas de la cruceta.

Tabla 4. Elementos de unión y puentes

### 3.2.10.2.7 Control de calidad

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos. En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos: Vehículos, cabrestante, freno, poleas, trácteles, pull-lifts, carros, llaves dinamométricas, etc., así como de sus revisiones periódicas.
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

El Contratista al finalizar cada uno de los cantones, cumplimentará un protocolo, donde se reflejarán los datos reseñados en el proyecto para cada vano y la situación real de la construcción, así como un resumen del estado de los caminos, accesos y modificaciones del entorno, que deberá entregar al Ingeniero-Director, así como las fichas anteriormente mencionados. Estos datos se harán llegar a la Propiedad.

Asimismo dispondrá en obra de los siguientes elementos, tarados oficialmente:

- Comprobador dinamométrico para llaves.

Dinamómetro de 4 T.

El Ingeniero-Director podrá realizar todos los controles e inspecciones que estime oportuno en cualquiera de las instalaciones o equipos, relacionados con la obra, así como en documentación preceptiva, en los plazos señalados y en cualquier otro que pudiera parecerle conveniente.

#### **3.2.10.2.8 Normas de seguridad específicas**

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los cruzamientos que se efectúen con líneas eléctricas, además de la utilización de las protecciones indicados en el apartado referente a la “INSTALACION DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS”, deben comprobarse (cuando la línea a cruzar esté en descargo) la ausencia de tensión colocándose las puestas a tierra correspondientes en ambos extremos del vano del cruce. Solo se cruzarán líneas con tensión cuando la misma esté constituida por cable aislado convenientemente protegido para evitar que una caída fortuita del cable pueda dañar el aislamiento y energizar el conductor que se esté tendiendo.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

En los casos, en los que por la trascendencia del cruzamiento se estimara oportuno, se utilizarán elementos complementarios de seguridad para prevenir los posibles deslizamientos de vanos o rotura de los dispositivos de tense (estrobos fiadores, doble sistema de los elementos de tensa independientemente de la tracción, fiadores de las cadenas de suspensión, etc.). Estas medidas complementarias se dispondrán en todas las operaciones de tendido, tensado y regulado, hasta el amarre completo de la serie.

Cesarán los trabajos en los cables, cuando exista riesgo de tormenta eléctrica en la zona.

Los elementos de comunicación (radioteléfonos) deberán ser probados antes del inicio de cualquiera de las operaciones de tendido, tensado o regulado.

Las poleas, giratorios, camisas, etc., deberán tener grabada su carga de trabajo.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

#### **3.2.10.2.9 Maquinaria auxiliar**

El Contratista deberá aportar toda la maquinaria y herramienta necesaria, para realizar con las debidas garantías técnicas la instalación de conductores, cables de tierra y accesorios. A este fin el Contratista deberá facilitar al Ingeniero-Director, para su aprobación, una relación de las herramientas y maquinaria que se van a emplear en las distintas operaciones de tendido. La aceptación de esta maquinaria dependerá exclusivamente del criterio del Ingeniero-Director.

### 3.2.10.2.10 *Condiciones generales*

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido.

El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Antes del inicio de los trabajos, se hará conjuntamente por parte del Ingeniero-Director y del Contratista una revisión de cada uno de los apoyos del cantón, comprobándose que en todos se cumplen las condiciones exigidas en los apartados anteriores de este Pliego de Condiciones Técnicas. No podrán iniciarse los trabajos de tendido si a algún apoyo le faltasen angulares, tornillos sin el apriete final o sin granetear.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos. En caso de que el Ingeniero-Director lo considere oportuno, se realizará una prueba del equipo de tendido de herramientas y útiles a emplear.

Cualquier diferencia de longitud que el contratista hallara al ser tendido el cable deberá ponerlo en conocimiento del Ingeniero-Director por escrito.

### 3.2.10.2.11 *Tendido de los conductores*

El desenrollado de la bobina del haz de cables de Media Tensión exige las habituales precauciones indispensables en el tendido de cables con aislamiento seco. Se deberán tomar todas las disposiciones para evitar dañar el aislamiento de los cables y no se producirán radios de curvatura del trenzado inferiores o iguales a 16 veces el diámetro de un conductor de fase del trenzado.

El cablecillo se unirá al fiador del cable preferentemente por una manga especial.

El conjunto del trenzado en la punta será recubierto con una manga, cuya misión es la de unir los conductores y el fiador con el objeto de permitir un paso fácil por las poleas guía y evitar todo riesgo de enganche durante el tiro. Esta manga no deberá en ningún caso participar en el tiro. Después del tendido se eliminará la parte del cable que haya tenido contacto con las mangas.

El tendido se hará bajo una tracción mecánica como para una línea aérea desnuda. Se podrá hacer de una tirada directa o con reenvío en los casos de accesos difíciles.

Un operario experimentado deberá observar la bobina tomando un cuidado especial en la operación de frenado. Otro deberá estar en el cabrestante y otro seguirá el avance del cable y muy particularmente la entrada de la punta de las poleas de deslizamiento. Otro personal deberá igualmente vigilar en lugares fijos todos los puntos singulares del tendido (poleas de reenvío, cambios importantes de dirección, etc.).

Todo este personal deberá estar provisto de radioteléfonos individuales para poder hacer parar el tendido instantáneamente en el caso de presentarse cualquier incidente.

### 3.2.10.2.12 *Colocación de los accesorios de línea*

Se deberán colocar:

### Anclajes

Se colocarán anclajes en los terminales extremos de la línea (inicio y final del tramo aéreo), así como, particularmente, en las uniones del trenzado sobre los postes y en los cambios de dirección (superiores o iguales a 45°).

### Tipos de anclajes:

- Con manguitos de compresión. Permiten la reconstrucción del aislamiento del fiador. Su comportamiento en tracción es igual al del fiador.
- Con pinzas. No permiten la reconstrucción del aislamiento del fiador. No deben utilizarse para las uniones del cable fiador en puntos intermedios de los vanos.

### Alineaciones dobles

En los cambios de dirección (ángulos de 10° a 45°)

### Alineaciones simples

En trazados rectilíneos o para los ángulos inferiores o iguales a 10°.

### Uniones del fiador

En la línea, en correspondencia con los empalmes del cable en haz de vanos intermedios.

Se deberán tomar el cuidado necesario para no dañar los aislamientos de los cables en el momento de colocación de los accesorios, se utilizarán particularmente utensilios de madera o específicos para separar el fiador de los cables unipolares.

En el cable en haz, cerca de los accesorios, se dispondrá de ataduras a fin de evitar el descableado del mismo. En el caso de fuerte desnivel se tendrá la precaución de atar el haz en toda su tirada en cada tramo de unos dos metros, para evitar que por efecto de vibraciones, se produzca un descableado del haz en la parte alta del vano y una compresión del trenzado en la parte baja.

### Empalmes de los fiadores. (Caso de empalme o reparación en vanos intermedios)

Los fiadores serán unidos con manguitos a compresión por prensado. El aislamiento será reconstruido (preferentemente con funda termoplástica retráctil).

### *3.2.10.2.13 Elementos de unión y conexión*

Los empalmes y terminales se montan normalmente sobre cada uno de los cables unipolares del haz.

### Terminales

Los cables en HACES ofrecen grandes posibilidades.

Se podrá:

- Finalizar sobre un poste con cajas terminales estandarizadas.
- Entrar directamente en una celda MT/BT.
- Realizar una conversión aérea-subterránea, mediante empalme con un cable subterráneo en el interior de una celda MT/BT o similar.

La conexión de los terminales a la línea aérea se hará siempre con cable flexible para evitar transmitir a los accesorios del cable las vibraciones de la línea.

### Unión simple

El empalme de cada conductor de fase de los cables en haces en M.T. se realizará a base de aislamiento reconstruido como si se tratara de cable normal monofásico. Los tres empalmes así realizados podrá localizarse en:

- *Vanos intermedios.*

Los empalmes de las tres fases, deben estar repartidos sobre varios metros de cable. Se deberá tener la seguridad que después de colocar en su sitio los cables en haz, los empalmes no sufran si están bajo tensión o esfuerzo mecánico alguno.

- *Empalmes sobre soportes.*

Los empalmes sobre soportes se harán entre dos amarres y deberá preverse la longitud del cable en exceso suficiente. Los tres empalmes se reunirán en triángulos atados y mantenidos sobre un soporte fijo al poste. Los cables no deberán someter a los empalmes a esfuerzos de tracción, por lo que se aconseja el formar un bucle en lo alto del poste. Los cables se atarán fuertemente entre si a lo largo de este bucle.

### Uniones aéreo-subterráneas

En este caso los tres cables trenzados descienden a lo largo del poste y se acondicionará como si se tratara de una conversión aéreo-subterránea de una línea aérea a media tensión y a una celda MT/BT realizada con cable unipolar M.T. a una celda MT/BT.

### Derivaciones

Las derivaciones deberán realizarse por personal experimentado. El anclaje de los fiadores puede estar situado en la parte superior del soporte, o bien debajo de la derivación.

Las derivaciones podrán hacerse mediante cajas terminales montadas sobre cada cable unipolar (9 terminales en total).

### Puesta a tierra de las pantallas de los cables

Cada conductor de fase del trenzado de Media Tensión lleva una pantalla que asegura la descarga de corrientes capacitivas, y llegado el caso, de las corrientes de defectos. Estas pantallas deben pues estar obligatoriamente conectadas a tierra en los extremo, como también en los empalmes sobre los soportes y en las derivaciones. Si la conexión es larga o si los empalmes están en vanos intermedios se conectarán las pantallas a tierra cada 200 ó 300 m. por ejemplo en los soportes de anclaje.

La trenza de cobre que asegura la conexión de la pantalla a tierra debe salir de la envoltura por debajo, a fin de evitar la penetración de agua en la pantalla. Esta trenza se unirá a la toma de tierra del soporte.

Modo operatorio:

- Retirar la cubierta exterior de protección del cable, a fin de poner la pantalla al descubierto en una longitud de aproximadamente 60 mm.
- Limpiar en caso de necesidad la parte al descubierto de la pantalla de cobre.
- Poner paralelamente al cable la trenza de cobre en contacto con la pantalla y atarla con hilo de Cu, estañado de 10/10 a espiral continua.
- Doblar la trenza sobre si misma y reforzar la unión con una segunda atadura también en espiral continua.

- Proteger el conjunto con un encintado de PVC adhesivo dejando salir por su parte inferior la extremidad libre de la trenza que será conectada a tierra normalmente.

Estando colocado el cable, la salida de tierra debe situarse hacia la base para evitar que la trenza drene el agua del cable.

### Continuidad eléctrica y puesta a tierra del fiador

La continuidad eléctrica del fiador debe asegurarse en toda su longitud. El fiador estará además conectado a tierra en sus extremos y en los soportes de anclaje.

## **3.2.11 Instalaciones de cables de tierra**

### **3.2.11.1 Cable de tierra convencional**

Se remite a lo indicado para los conductores, teniéndose en cuenta la sección del cable de tierra para la utilización de las poleas y maquinarias adecuadas a la misma.

### **3.2.11.2 Método de tendido**

Se tenderá una sola longitud cada vez. Elegido el tramo a tender, se proporcionarán los equipos de tendido. Es conveniente que el freno se coloque de manera que el ángulo de salida del cable sea el menor posible con respecto del suelo. En cualquier caso este ángulo deberá ser inferior a 45°. Con el ánimo de no mover el tractor, se podrían tender dos tramos consecutivos moviendo el freno y cambiando el sentido del tendido.

Sujetar a las torres las poleas de tendido. Estas deberán tener como mínimo un diámetro de 500mm en alineación y más de 600mm en los ángulos. Para evitar deformaciones en el cable las poleas podrán ser de aluminio o bien estar recubiertas de un material plástico que no dañe el aluminio.

Se pasará el cable piloto de manera usual. El piloto tendrá una carga de rotura superior a la tensión máxima del tendido con los coeficientes de seguridad correspondientes.

El sentido de cableado del piloto tendrá que ser el mismo que el del cable a tender, para evitar el descableado por torsión del cable cuando se aplica la tensión del tendido.

Entre el piloto y el cable se colocará el dispositivo antitorsión (cangrejo).

El piloto se arrollará en el cabrestante de freno, sujetando el cable de tierra mediante la camisa o el útil correspondiente de tiro, en un punto comprendido entre el devanador y el freno. Se pasará de este modo el cable de tierra por el freno hasta la salida de éste y en este momento se coloca el dispositivo antitorsión.

Durante el tendido se mantendrá la tensión mecánica suficiente para evitar que el cable roce en el suelo o en cualquier otro obstáculo que pueda causar daño al cable.

La tensión de tendido, el número de poleas y la velocidad de tendido, afecta a la suavidad del tendido y mantenimiento de la calidad del cableado del cable.

Los valores recomendados para estos parámetros son:

- Velocidad del tendido de 10 a 15m/min.
- Máxima tensión del tendido 500kg.
- Número máximo de vanos 15.

### **3.2.12 Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos**

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia de riesgo eléctrico.

#### **3.2.12.1 Fijación de la identificación**

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro expreso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- *Brida + Prolongación.*

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- *Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.*

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

##### **3.2.12.1.1 *Líneas de media tensión***

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

##### **3.2.12.1.2 *Líneas de transporte***

Cada apoyo dispondrá de:

- Dos numeraciones de apoyo
- Dos nombres de la línea. En caso de simple circuito, en el sentido de la línea y en las caras anterior y posterior del mismo. En caso de doble circuito, dos identificaciones.
- Dos placas de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-29 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS). Se colocarán de forma que sean visibles, y nunca en la misma cara de apoyo.



#### **4 CONDICIONES DE MANTENIMIENTO, USO Y SEGURIDAD**

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

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

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

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

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

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

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

Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Las empresas instaladoras autorizadas deberán comunicar al Centro Directivo competente en materia de energía las altas y bajas de contratos de mantenimiento a su cargo, en el plazo de un mes desde su suscripción o rescisión.

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

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía la relación de instalaciones sujetas a mantenimiento externo, así como las empresas encargadas del mismo.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

Para tener derecho a financiación pública, a través de las ayudas o incentivos dirigidos a mejoras energéticas o productivas de instalaciones o industrias, la persona física o jurídica beneficiaria deberá justificar que se ha realizado la inspección técnica periódica correspondiente de sus instalaciones, conforme a las condiciones que reglamentariamente estén establecidas.

#### 4.1 MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN

- *Conductores.*

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y se medirá el aislamiento de los conductores entre fases y entre cada fase y neutro.

- *Protecciones mecánicas y de señalización.*

Estado de las mismas.

- *Terminales y empalmes.*

Revisión de empalmes y conexiones. Revisión del estado cajas terminales.

- *Elementos de protección y maniobra.*

Cada 2 años se comprobará el funcionamiento de todas las protecciones y elementos de maniobra por personal especializado.

- *Tomas de tierra.*

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado.

En general, estas operaciones de mantenimiento, conservación y mejora sobre las Líneas Eléctricas en Alta Tensión son las siguientes:

**Comprobación del estado de las líneas** siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para determinar el perfecto estado de las líneas mediante inspección visual de los diferentes elementos de las mismas: apoyos, conductores, herrajes, aisladores y otros componentes, con la verificación de la inexistencia de venas rotas, realizando una revisión exhaustiva de la línea, subiendo a los apoyos y desengrapando el conductor.

**Cambio de aisladores y herrajes**, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para sustituir aquellos que estén defectuosos, comprobando que se sube la cadena: en apoyos de ángulo o alineación, procediendo a aflojarla y cambiando el aislador o herraje, de acuerdo con los procedimientos establecidos y tensando el conductor en los apoyos de amarre, soltando la cadena y procediendo al cambio del aislador o herraje defectuoso.

**Reparación de conductores**, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente para sustituir aquellos que estén defectuosos, utilizando «armor-rod» o preformados en caso de rotura de conductores de aluminio en las grapas o en los vanos y realizando empalmes completos en caso de rotura del alma de acero mediante empalmes preformados, utilizando máquina de presión.

**Realización de trabajos de sustitución de otros elementos de la línea**, siguiendo los procedimientos establecidos en la normativa vigente, para evitar averías, verificando el estado de separadores y apoyos, reparando y sustituyendo en caso de que se encuentren rotos o defectuosos, revisando la pintura o protección galvanizada, verificando la ausencia de oxidaciones, colocando balizas en vanos y protecciones salva-pájaros en apoyos cuando sea necesario, según la normativa vigente, realizando el suplementado de apoyos cuando los parámetros de la línea no se ajusten a lo establecido en los reglamentos, y reponiendo o reparando la red de tierras que hubieran podido ser dañadas por trabajos sobre el terreno y midiendo la resistencia de la toma de tierra con telurómetro.

**Realización de operaciones de limpieza** de calles, utilizando el equipo adecuado, para evitar averías y posibles accidentes, eliminando el ramaje, árboles o arbustos que puedan afectar a la seguridad de la línea.

## 4.2 REPARACIÓN Y REPOSICIÓN

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

## 4.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD

Medidas de seguridad en obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas deberá actuarse de la siguiente forma:

1. Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
2. Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.

3. Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- a) Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- b) Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

El riesgo de accidente eléctrico en los trabajos realizados en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión puede aumentar considerablemente cuando se manipulan elementos de gran longitud, como perfiles o tubos metálicos, o se utilizan equipos de trabajo como escaleras, grúas y vehículos con brazos articulados o prolongaciones de longitud suficiente para entrar en zonas de peligro o en contacto con líneas eléctricas aéreas en las que, habitualmente, el sistema de protección general está confiado a la distancia a la que se sitúan los conductores respecto al suelo, edificaciones, etc., de acuerdo con lo establecido en los reglamentos electrotécnicos.

A este respecto, algunos de los equipos y materiales que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión son los siguientes:

Lista no exhaustiva de elementos que pueden aumentar el riesgo de accidente en los trabajos en proximidad de líneas aéreas.

- *MÁQUINAS Y VEHÍCULOS*

Grúas torre, Grúas móviles, Palas excavadoras, Camiones con volquete, polipastos o similares, Plataformas elevadoras y Brazos hidráulicos elevadores.

- *OTROS EQUIPOS DE TRABAJO*

Escaleras extensibles, Escaleras de mano, Andamios metálicos

- *MATERIALES*

Tubos y perfiles metálicos, Cables y alambres, Árboles, ramas y madera húmeda.

Equipos que pueden aumentar el riesgo de accidente eléctrico en los trabajos en proximidad de cables subterráneos

Máquinas excavadoras, Máquinas perforadoras, Martillos neumáticos.

Además de lo anterior, será necesario incluir en las instrucciones de trabajo las restricciones impuestas a la utilización de materiales tales como escaleras de mano u objetos metálicos de gran longitud. También deberá tenerse en cuenta los movimientos incontrolados de cables o alambres que pueden entrar en contacto con elementos en tensión; por ejemplo, cuando pueden caer sobre los conductores de una línea debido a una rotura o por el movimiento en forma de látigo causado por dicha rotura.

En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro o los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo

Junto a ello, es esencial la función de vigilancia del «trabajador autorizado», quien debe controlar en todo momento las operaciones críticas con el fin de anticipar las situaciones de riesgo y advertir de ello al operador que realiza la maniobra.

La necesidad de transitar bajo líneas eléctricas aéreas con vehículos o maquinaria de obra que puedan implicar un riesgo de entrar en la zona de peligro es otra de las situaciones que pueden presentarse. Una forma de prevenir este riesgo es la instalación de pórticos limitadores de altura adecuadamente señalizados.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

Finalmente, para prevenir el riesgo de accidente eléctrico durante los trabajos realizados con máquinas excavadoras, martillos neumáticos u otros equipos, en zonas donde pudieran existir cables subterráneos, es preciso investigar la existencia y trazado de los mismos (por ejemplo, consultando los archivos municipales y solicitando información a la compañía eléctrica propietaria).

Cuando la finalidad de los trabajos sea dejar al descubierto el propio cable subterráneo, se recomienda suprimir la tensión antes de iniciar la excavación. Con máquinas excavadoras no es aconsejable llegar a menos de un metro del cable y con martillos neumáticos hasta 0,5 metros, concluyendo los últimos centímetros con el auxilio de herramientas manuales, para reducir el riesgo de perforar el cable.

## **5 CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN**

### **5.1 PREPARACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de media tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

## **5.2 ZANJAS**

### **5.2.1 Zanjas en tierra**

#### **5.2.1.1 Apertura de las zanjas**

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

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

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

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

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc. Además durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

#### 5.2.1.2 Colocación de protección de arena

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

#### 5.2.1.3 Colocación de protección PPC

Encima de la segunda capa de arena se colocará una placa rígida de protección PPC de acuerdo con normas de la Compañía Suministradora, de forma que cubra completamente el cable. Esta placa será de PE ó PP sustituyendo la tradicional capa de ladrillo.

En caso de más de un circuito por zanja se instalará sobre cada uno de ellos la correspondiente placa de protección.

Estas placas tienen por misión proteger mecánicamente el cable por lo que no sustituyen a la cinta de señalización.

#### 5.2.1.4 Tapado y apisonado de las zanjas

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

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas. El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

#### 5.2.1.5 Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,50 m. de anchura media y profundidad 1,10 m para acera o calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando ésto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

### **5.2.2 Zanjas en roca**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

## **5.3 CRUCES**

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

- Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

### **5.3.1 Materiales**

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

- a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

- b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-200 de fraguado lento.



- c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.
- d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm con granulometría apropiada.  
Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.
- e) Agua - se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.
- f) Mezcla - la dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

### **5.3.2 Dimensiones y características generales de ejecución**

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

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

El diámetro de los tubos será como mínimo de 16 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

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

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

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

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

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 6 cm de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí un mínimo de 4 cm procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos

se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

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

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

## **5.4 TENDIDO DE CABLES**

### **5.4.1 Tendido en zanja abierta**

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

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

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

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

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

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación.

#### **5.4.2 Tendido en tubulares**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

### **5.5 MONTAJES**

#### **5.5.1 Emplames**

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los emplames.

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

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

### **5.5.2 Botellas terminales**

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes

### **5.5.3 Autoválvulas y seccionador**

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autoválvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ohmios.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. f inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

### **5.5.4 Herrajes y conexiones**

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

### **5.5.5 Colocación de cables en tubos y engrapado en columna (entronques Aéreo-Subterráneos)**

La conversión de línea aérea en subterránea se efectuará en un apoyo metálico existente. El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida por el apoyo hasta la línea aérea, irá protegido con un tubo de hierro galvanizado o bien, tubo de PVC 10at, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 6 m por encima del nivel del terreno. Se instalará un tubo por cada cable unipolar MT.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

## **5.6 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE**

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

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

## **6 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

### **6.1 OBJETO.**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones que se han adoptado para la ejecución de las obras concernientes a la instalación y puesta en funcionamiento de centros de transformación de tercera categoría.

### **6.2 LOCAL**

La ubicación se determinará considerando los aspectos siguientes: El local de todo CT debe tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior, preferentemente de al menos de 1,10m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto. Los viales para el acceso al CT deben permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo. En ningún caso se admitirá el acceso a través de garaje o pasillo interior de un edificio, ni tampoco a través de zonas que no sean comunes. El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de ENDESA. Este acceso estará situado en una zona

que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso, dicho nivel freático se encontrará como mínimo 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.T. Cuando se trate de urbanización o polígono de titularidad privada, el acceso podrá hacerse a través de sus viales, siempre que esté garantizado el libre e inmediato acceso en todo momento para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras, debiéndose documentar las correspondientes servidumbres.

El emplazamiento elegido del CT deberá permitir el tendido de todas las canalizaciones subterráneas previstas, a partir de él y hasta la vía pública y/o suministros, sin atravesar zonas de uso privado, debiendo discurrir en todo momento por zonas comunes, igualmente de libre e inmediato acceso para el personal de ENDESA y sus empresas colaboradoras.

### **6.2.1 Dimensiones**

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que lo realicen, según la ITC-RAT 14.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto. La instalación de las celdas prefabricadas de MT.
- La instalación de uno o dos transformadores de hasta 1.000 kVA. La instalación de cuadros de Baja Tensión, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador.
- En los pasos de cables, se tendrán en cuenta canales cuya profundidad mínima será de 0,4 m.

Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

- a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.
- b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la apartamentada y las de pasillos o zonas de maniobra.
- c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, respetándose las distancias indicadas en la Tabla 1 del RD 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

### **6.2.2 Superficies de ocupación**

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CT se tomarán en consideración las dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según ITC-RAT 14, no se incluye la separación a pared de la apartamentada que

debe facilitar el fabricante. En el diseño de CT las zonas de servidumbre podrán superponerse. Se entiende por zona de servidumbre aquella necesaria para hacer maniobras y efectuar el montaje y desmontaje de la apartada, su ancho de pasillo es el reglamentario.

### **6.2.3 Ventilación**

La evacuación del calor generado en el interior del CT se efectuará según lo indicado en la ITC RAT-14 apartado 3.3, utilizándose siempre que sea posible el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñarán procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador. Cuando sea necesario el empleo de la ventilación forzada, ésta deberá disponer de dispositivo de parada automática para su actuación en caso de incendio (ITC RAT-14).

### **6.2.4 Insonorización y medidas antivibratorias**

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se preverá que los centros de transformación lleven el correspondiente aislamiento acústico y medidas antivibratorias, de forma que con el CT en servicio, no se transmitan niveles superiores a los admitidos por las Ordenanzas Municipales si las hubiere, o en su defecto 40 y 30 dbA, respectivamente, según recomienda la Norma Básica de la Edificación vigente. El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12.

### **6.2.5 Medidas contra incendios**

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a lo establecido en el apartado 4.1 del ITC-RAT 14.

### **6.2.6 Construcción de la solera**

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles antes indicadas. Cuando sea necesario, en la construcción de CT en edificio independiente, deberá realizarse un estudio geotécnico simplificado (un sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimentaciones, se realizarán cimentaciones profundas con micropilotes, o se estudiará un nuevo emplazamiento.

Cuando la solera sea de obra de fábrica, se hará con una capa de mortero de una composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión, estará elevada como mínimo 0,20 m sobre el nivel exterior y contendrá el mallazo equipotencial. Tendrá una ligera pendiente hacia el exterior o un punto adecuado de recogida de líquido, en el propio CT.

### **6.2.7 Canalizaciones de entrada de cables**

Los cables entrarán al CT a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosos o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles.

Los fosos o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

### **6.2.8 Piso y mallazo**

El CT estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica o conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CT, de sección mínima igual a la del enrejado.

### **6.2.9 Recogida de aceite**

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en la ITC RAT 14 apartado 4.1, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C. Este depósito de recogida de aceite podrá situarse bajo la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con la cubeta mediante un tubo de acero de 100 mm. de diámetro. Como alternativa al conjunto cubeta y depósito separados, podrá emplearse un foso con depósito bajo cada transformador, según la solución constructiva elegida. En todo caso, debe cuidarse que la ubicación de la cubeta o depósito de aceite no perjudique la estanqueidad respecto al fuego entre dos sectores de incendios distintos de un edificio.

## **6.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **6.3.1 Tensión soportada en Baja Tensión**

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CT en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar por su propia naturaleza, o mediante aislamiento suplementario, tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

### **6.3.2 Cables de MT**

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es  $10(D+d)$ , siendo D el diámetro del cable y d el del conductor.

En el caso de centros de transformación interior cuya alimentación provenga de una línea aérea, la entrada de líneas al CT será subterránea con conversión aerosubterránea en apoyo, entrando con cable seco de las características antes indicadas.

La unión de la protección de transformador al aparato correspondiente, en caso de tener que realizarse en cable, se hará con cables de aislamiento de polietileno reticulado con una tensión de 12/20 ó 18/30 kV, según tensión de servicio con una sección en Aluminio de 95 mm<sup>2</sup>, para 12/20 y 150 mm<sup>2</sup> para 18/30 Kv.

Los terminales serán del tipo enchufables.



### **6.3.3 Aparamenta de MT**

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF6 del tipo “extensible”. Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo. Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo “limitadores” de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

### **6.3.4 Cuadros de Baja Tensión**

Los cuadros de baja tensión admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectores necesarios para las salidas de cables, provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan. El elemento de corte de cada línea, será unipolar, con poder de corte de 160 A (tamaño 00) o de 400 A (tamaño 2). Como excepción a esto último, tendremos únicamente el caso en que exista un suministro en que la demanda del mismo sea superior a dicha intensidad, colocándose entonces el interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador. El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

### **6.3.5 Protección contra sobretensiones en MT**

En caso de paso aéreo-subterráneo, se instalarán pararrayos de óxido metálico. Se colocará un juego de pararrayos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos, se hará mediante conductor desnudo de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible evitando en su trazado las curvas pronunciadas.

El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será como mínimo del 80%.

### **6.3.6 Alumbrado**

Para el alumbrado interior del CT se instalarán las fuentes de luz necesarias para conseguir al menos un nivel medio de iluminación de 150 lux, existiendo como mínimo dos puntos de luz. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión. Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia. También podrán utilizarse interruptores final de carrera.

## **6.4 SEÑALIZACIONES Y MATERIAL DE SEGURIDAD**

Los CT cumplirán las siguientes prescripciones: Las puertas de acceso al CT llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que

especifica la Recomendación AMYS 1.410, modelo CE-14 con rótulo adicional “Alta Tensión - Peligro de muerte”. Todo CT se dotará de la señal CR 14 de Peligro Tensión de Retorno. En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la recomendación AMYS 1.410, modelo AE-10. Las celdas prefabricadas de MT y el cuadro de BT llevarán también la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico adhesiva, equipada en fábrica. En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3. En todo CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.

Cristina Gómez Castillo



Zaragoza, Junio de 2021



## Documento 4

# PRESUPUESTO



## ÍNDICE

1.	PRESUPUESTO BASE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....	1
2.	PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	2
3.	PRESUPUESTO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .....	3
4.	PRESUPUESTO GENERAL.....	4

## 1. PRESUPUESTO BASE LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
Ud.	MANIOBRA Y CREACION Z.P. MT, COMPRENDE TODAS LAS OPERACIONES PARA EFECTUAR MANIOBRAS PARA CAMBIO DE CARGAS DEL PUNTO DE ALIMENTACION A OTRO Y/O PARA QUE UNA PARTE DE RED AEREA, SUBTERRANEA Y/O CT, MT QUEDE CONSTITUIDA COMO "ZONA DE TRABAJO", Y DEVOLVER POSTERIORMENTE LA MISMA A SU EXPLOTACION NORMAL	2,00	117,66	235,32
Ud.	COLOCACIÓN DE CARTELERIA (AVISOS) EN TRABAJO PROGRAMADO	1,00	57,69	57,69
Ud.	SUPLEMENTO ESPERA ENTREGA Y DEVOLUCION DESCARGO	1,00	54,37	54,37
Ud.	MONTAJE ARMADO BOVEDA (POR KG)	5.642,00	0,54	3.046,68
Ud.	MONTAJE ARMADO TRIANGULAR (POR KG)	1.920,00	1,25	2.400,00
Ud.	MONTAJE CONVERSION AEREO-SUBTERRANEA MT, 1 CIRCUITO	1,00	1.972,85	1.972,85
kg.	MONTAJE APOYO CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	28.570,63	1,80	51.427,13
kg.	FORRADO CONDUCTOR DESNUDO	84,00	72,05	6.052,20
Ud.	AMARRE DOBLE	7,00	199,47	1.396,29
Ud.	CADENA POLIMÉRICA DE AMARRE	38,00	57,59	2.188,42
ml.	CADENA POLIMÉRICA DE SUSPENSION	21,00	48,28	1.013,88
ml.	VARILLAS DE REFUERZO ARMOR RODS	1,00	79,94	79,94
Ud.	PAT APOYO CON ANILLO DIFUSOR, COMPRENDE TODOS LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS NECESARIOS PARA LOCALIZACIONES DE PUBLICA CONCURRENCIA, CON EL HINCADO DEL ELECTRODO, TENDIDO DEL CABLE DE TIERRA PROTEGIDO CON TUBO DE PVC SUJETO AL POSTE, CONEXIONADO DEL CABLE, COLOCACION DE LAS GRAPAS A LOS ELECTRODOS Y EFECTUANDO FINALMENTE EL TAPADO DE LA ZANJA.	2,00	442,67	885,34
Ud.	PAT APOYO MT/ BT ZONA NORMAL, COMPRENDE TODOS LOS TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS NECESARIOS PARA LA APERTURA DE 1 M DE ZANJA DE UN MÍNIMO DE 0,30 X 0,50 M, HINCADO DEL ELECTRODO, TENDIDO DEL CABLE DE TIERRA PROTEGIDO CON TUBO DE PVC SUJETO AL POSTE, CONEXIONADO DEL CABLE, COLOCACION DE LA GRAPA AL ELECTRODO Y EFECTUANDO FINALMENTE EL TAPADO DE LA ZANJA.	43,00	81,54	3.506,22
Ud.	FORRADO GRAPA CUALQUIER TIPO	34,00	122,76	4.173,84
ml.	INTERRUPTOR-SECCIONADOR III EXT SF6 24 O 36KV	1,00	459,48	459,48
Ud.	INTERRUPTOR-SECCIONADOR III EXT CORTE SF6 24 KV	1,00	2.382,66	2.382,66
Ud.	TENDIDO CIRCUITO DESDE 110 HASTA 180 INCLUSIVE	6.501,06	3,23	20.998,42
ml.	INSTALAR ANTIESCALO DE CHAPA O FIBRA MT/BT	2,00	64,52	129,04
ml.	CABLE LA-110 AL-AC, INTEMPERIE	19.503,18	1,02	19.893,24
Ud.	SEMICRUCETA 1,75 M AP.500 A 4500 DAN	36,00	47,80	1.720,80
Ud.	SEMICRUCETA 2m ZONA A ó B APOYO	4,00	59,38	237,52
Ud.	AISLADOR POLIMÉRICO CS70AB 170/1150	105,00	24,56	2.578,80
Ud.	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 170	98,00	13,66	1.338,68
Ud.	CRUCETA BOVEDA CB-5 M PARA APOYO	22,00	345,06	7.591,32
Ud.	CRUCETA BOVEDA CB-6 M PARA APOYO	1,00	441,40	441,40
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 1000 DAN 14 M	2,00	584,85	1.169,70
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 1000 DAN 16 M	11,00	660,34	7.263,74
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 1000 DAN 18 M	8,00	774,17	6.193,36
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 1000 DAN 20 M	1,00	869,97	869,97
Ud.	APOYO METALICO DE CELOSÍA 2000 DAN 12 M	1,00	647,88	647,88
Ud.	APOYO METALICO DE CELOSÍA 2000 DAN 14 M	7,00	776,79	5.437,53
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 2000 DAN 16 M	4,00	893,74	3.574,96
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 2000 DAN 18 M	6,00	1.032,86	6.197,16
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 3000 DAN 14 M	1,00	983,76	983,76
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 3000 DAN 16 M	1,00	1.131,45	1.131,45
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 3000 DAN 20 M	1,00	1.519,42	1.519,42
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 4500 DAN 14 M	1,00	1.293,88	1.293,88
Ud.	APOYO METÁLICO DE CELOSÍA 4500 DAN 20 M	1,00	2.073,34	2.073,34
<b>Total parcial LAMT</b>				<b>174.617,69 €</b>

## 2. PRESUPUESTO LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
ml.	TENDIDO BAJO TUBO MT	72,00	9,05	651,60
ml.	TENDIDO SIMPLE MT	271,00	4,19	1.135,49
ml.	ZANJA CON CANALIZACIÓN PARA CONDUCTOR QUE COMPRENDE LA REALIZACIÓN DE UNA ZANJA PARA 2 TUBOS O CIRCUITOS SEGÚN SECCIONES NORMALIZADAS, CON UNA ANCHURA DE HASTA 0,5 M Y PROFUNDIDAD ENTRE 1 M Y 1,50 M MEDIDO A FONDO DE ZANJA, INCLUYENDO LA APORTACIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBOS Y ACCESORIOS (TUBULAR SECO) O FORMACIÓN DE LECHO PARA CONDUCTORES, Y EL RELLENO DE LA CANALIZACIÓN, SIN HORMIGONADO, NI REPOSICION DE PAVIMENTO.	72,00	49,96	3.597,12
ml.	ZANJA PARA CABLE DIRECTAMENTE ENTERRADO EN GRAVA. COMPRENDE LA REALIZACIÓN DE UNA ZANJA PARA 2 CIRCUITOS SEGÚN SECCIONES NORMALIZADAS, CON UNA ANCHURA DE HASTA 0,5 M Y PROFUNDIDAD ENTRE 1 M Y 1,50 M AL FONDO DE ZANJA, INCLUYENDO LA FORMACIÓN DE LECHO PARA CONDUCTORES, Y EL RELLENO DE LA CANALIZACIÓN, SIN HORMIGONADO, NI REPOSICION DE PAVIMENTO.	271,00	25,16	6.818,36
m2	DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE HORMIGÓN. INCLUYE LA DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO INCLUYENDO CORTE CON DISCO Y LA POSTERIOR REPOSICION CON BASE DE HORMIGON Y EL ACABADO SUPERFICIAL	135,00	70,43	9.508,05
Ud.	MANO DE OBRA TERMINAL CABLE SUBTERRÁNEO MT	2,00	61,72	123,44
Ud.	TERMINAL EXTERIOR MONOFÁSICO FRIO 12/20 KV	3,00	33,89	101,67
Ud.	CONFECIÓN DE PLANO AS BUILT RED SUBT MT	1,00	249,43	249,43
ml.	CABLE 1X240 AL-16 12-20 KV SUB	1029,00	6,50	6.688,50
ml.	TUBO ACERO 200MM	10,00	15,97	159,70
<b>Total parcial LSMT</b>				<b>29.033,36 €</b>

### 3. PRESUPUESTO CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

CENTRO TRANSFORMACIÓN				
Unidad	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
Ud.	EDIFICIO PREFABRICADO PFU-3 ORMAZABAL ( EDIFICIO E INSTALACIÓN)	1,00	6.734,61	6.734,61
Ud.	EDIFICIO PREFABRICADO PFU-4 ORMAZABAL ( EDIFICIO E INSTALACIÓN)	1,00	7.466,32	7.466,32
Ud.	OBRA CIVIL PREFABRICADO	2,00	2.240,65	4.481,30
ml.	ACERA PERIMETRAL DEL EDIFICIO PREFABRICADO	2,00	1.140,35	2.280,70
Ud.	TRNASFORMADOR 400 KVA	2,00	5.033,40	10.066,80
Ud.	PROTECCIÓN MECÁNICA DEFENSA TRANSFORMADOR	2,00	241,23	482,46
Ud.	PUENTES DE MEDIA TENSIÓN	2,00	124,25	248,50
Ud.	PUENTES DE BAJA TENSIÓN	3,00	247,95	743,85
Ud.	CUADRO DE BAJA TENSIÓN	3,00	2.433,48	7.300,44
Ud.	CELDA DE LÍNEA ORMAZABAL (MONTAJE Y CONEXIÓN)	5,00	3.633,84	18.169,20
Ud.	CELDA DE PROTECCION FUSIBLES ORMAZABAL (MONTAJE Y CONEXIÓN)	2,00	3.485,16	6.970,32
Ud.	INSTALACIÓN PAT DE PROTECCIÓN CON ELECTRODOS Y CABLE CU 50mm2	2,00	2210,00	4420,00
Ud.	INSTALACIÓN PAT DE SERVICIO CON ELECTRODOS Y CABLE CU 50mm2	2,00	1750,00	3500,00
Ud.	ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO PREFABRICADO DE TRANSFORMACIÓN	2,00	600,00	1200,00
Ud.	EQUIPO DE SEGURIDAD Y MANIOBRA	2,00	700,00	1400,00
Ud.	CONECTOR T ATORNILLA 12/20 240 PARA CELDA DE LÍNEA	15,00	67,35	1010,25
Ud.	CONECTOR ENCHUFABLE ACODADO 400A 12/20 95	6,00	65,95	395,70
Ud.	CONECTOR ENCHUFABLE RECTO 250A 12/20 95	6,00	40,07	240,42
<b>Total parcial CT</b>				<b>77.110,87 €</b>

#### 4. PRESUPUESTO GENERAL

DESCRIPCIÓN	IMPORTE (€)
LÍNEA AÉREA MEDIA TENSIÓN	174.617,69
LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	29.033,36
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	77.110,87
SUMA TOTAL DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	280.761,92
GASTOS GENERALES (13%)	36.499,05
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)	16.845,72
GASTOS PROYECTO, CFO, Y COORDINACIÓN	15.393,99
TRAMITACIÓN	2.783,85
SUMA	352.284,53
IVA (21%)	73.979,75
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>426.264,28</b>

El presente presupuesto asciende a la cantidad de **"CUATROCIENTOS VEINTISEIS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS Y VEINTIOCHO CÉNTIMOS"**.

Cristina Gómez Castillo



Zaragoza, Junio de 2021





Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza

## Documento 5

# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO</b>	<b>1</b>
<b>2. NORMATIVA</b>	<b>1</b>
<b>3. ALCANCE</b>	<b>2</b>
<b>4. DATOS GENERALES</b>	<b>2</b>
4.1.- TIPO DE TRABAJO	2
4.2.- ACTIVIDADES PRINCIPALES	2
4.3.- CLIMATOLOGÍA	2
4.4.- OFICIOS	3
4.5.- MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	3
4.6.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES	4
<b>5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR</b>	<b>4</b>
<b>6. EL COORDINADOR</b>	<b>4</b>
<b>7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA</b>	<b>4</b>
<b>8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES</b>	<b>5</b>
<b>9. LIBRO DE INCIDENCIAS</b>	<b>5</b>
<b>10. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>6</b>
10.1.- RIESGOS GENERALES	6
10.2.- RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS	7
10.2.1.- Trabajos Con Ferralla	7
10.2.2.- Trabajos de Encofrado y Desencofrado	7
10.2.3.- Trabajos con Hormigón	8
10.2.4.- Maniobras de Izado, Situación en Obra y Montaje de Equipos y Materiales	9
10.2.5.- Maquinas y Medios Auxiliares	9
10.2.6.- Instalaciones Eléctricas Provisionales	11
<b>11. PROTECCIONES PERSONALES</b>	<b>12</b>
11.1.- PROTECTORES DE LA CABEZA	12
11.2.- PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS	12
11.3.- PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS	12
11.4.- PROTECTORES DEL CUERPO	12



<b>12. FORMACIÓN PERSONAL .....</b>	<b>13</b>
12.1.- CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA. .	13
12.2.- CHARLAS SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>13. MEDICINA DE ASISTENCIA.....</b>	<b>14</b>
13.1.- CONTROL MÉDICO.....	14
13.2.- MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	14
<b>14. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>14</b>
<b>15. SEÑALIZACIÓN .....</b>	<b>15</b>

## **1. OBJETO**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud Laboral tiene por objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales así como la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan durante la ejecución de los trabajos del proyecto objeto de estudio.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud de la obra, cada grupo de trabajo, elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones en este estudio.

## **2. NORMATIVA**

Para la realización del presente estudio básico es de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias que contengan materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la industria eléctrica o aquellas de carácter general.

En particular se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre sobre los criterios de planificación, control y desarrollo de los medios y medidas de Seguridad y Salud que deben tenerse presentes en la Ejecución de los Proyectos de 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.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9 de Marzo de 1971), en los Capítulos y Artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. 16 de Diciembre de 1.987)

Además de estas normas se deben tener en cuentas las recomendaciones, prescripciones e instrucciones de la asociación de medicina y seguridad en el trabajo de UNESA para la industria eléctrica, recogidas en los siguientes documentos:

- Prescripciones de seguridad para los trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas.
- Prescripciones de seguridad para los trabajos mecánicos y diversos.
- Instrucción general para la realización de los trabajos en tensión de Alta Tensión y sus desarrollos.
- Instrucción general para la realización de los trabajos en tensión de Baja Tensión y sus desarrollos.

### **3. ALCANCE**

Las medidas contempladas en este Estudio Básico alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas que intervengan en la ejecución de los mismos.

### **4. DATOS GENERALES**

#### **4.1.- Tipo de trabajo**

El trabajo en la ejecución del Proyecto estará constituido por la instalación de la línea aérea para la interconexión Aéreo-Subterránea en MT 15 kV de las poblaciones de Lumpiaque y Urrea de Jalón que discurre en los TT.M.M. de Rueda de Jalón, Plasencia de Jalón y Urrea de Jalón (Zaragoza), así como la instalación de los centros de transformación “Urrea nº1” y “Urrea nº2” consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases principales de construcción.

- Obra Civil.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Tendido y montaje conductor y accesorios.
- Montaje envolvente prefabricada.
- Desmontaje instalaciones existentes.
- Pruebas y Puesta en Marcha de los distintos Equipos y Sistemas.

#### **4.2.- Actividades principales**

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Replanteo, Excavación y Cimentación.
- Manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras y cerramientos.
- Maniobra de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales.
- Tendido y conexionado de cables.
- Montaje de Instalaciones.
- Suelos y Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

#### **4.3.- CLIMATOLOGÍA**

La climatología de la zona es de tipo continental, con inviernos fríos y veranos calurosos.

#### **4.4.- OFICIOS**

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada.
- Albañiles
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Soldadores
- Cableadores y Conexionistas
- Gruistas y Maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

#### **4.5.- MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES**

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica -oxicorte.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil y/o Camión grúa.
- Cablestante de izado.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos y/o Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.
- Tracteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Martillo rompedor y picador, etc.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.

Equipos de medida

- Comprobador de secuencia de fases.

- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras.
- Pinzas amperimétricas.

#### **4.6.- Instalaciones eléctricas provisionales**

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

### **5. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades. El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará según en Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

### **6. EL COORDINADOR**

El coordinador en materia de seguridad y salud durante el desarrollo de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse.

Coordinará las actividades de la obra garantizando que todo trabajador, aplique de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en la ley de prevención de Riesgos laborales durante la ejecución de la obra.

El coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista t las modificaciones introducidas en el mismo si las hubiera. Además adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

### **7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA**

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumpliendo y haciendo cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, además de responsabilizarse de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o a los trabajadores autónomos contratados por ellos.

Los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

## **8. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

Aplicar los principios preventivos recogidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en concreto:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- Recogida de materiales peligrosos utilizados.
- Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos.
- Cooperación entre todos los trabajadores en la obra.
- Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Además recibirán una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a seguridad y salud en la obra.

## **9. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo un libro de incidencias que contará la hojas duplicadas y el cual será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad salud.

Estará siempre en poder del coordinador y deberá permanecer en la obra, también tendrán acceso la dirección facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos y todas las personas con responsabilidades que intervienen, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo libro.



Una vez efectuada una anotación, el coordinador estará obligado a remitir en un plazo de 24h una copia a la inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista a los representantes de los trabajadores.

## **10. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS**

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, maquinas o herramientas eléctricas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son los siguientes:

### **10.1.- Riesgos generales**

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Atrapamiento entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.

### **Protecciones Colectivas**

- Se montará Protección Mecánica en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.

- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.

## **10.2.- Riesgos y medidas específicas**

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan solo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 5.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

### **10.2.1.- Trabajos Con Ferralla**

#### **10.2.1.1.- Riesgos más Comunes**

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torcedura de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

#### **10.2.1.2.- Medidas Específicas**

- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1.50m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres del armado.

### **10.2.2.- Trabajos de Encofrado y Desencofrado**

#### **10.2.2.1.- Riesgos más Comunes**

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.)
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.



### **10.2.2.2.- Medidas Específicas**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

### **10.2.3.- Trabajos con Hormigón**

#### **10.2.3.1.- Riesgos más Comunes**

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atropellamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

#### **10.2.3.2.- Medidas Específicas**

- Vertidos mediante canaleta:
  - Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
  - No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.
- Vertidos mediante cubo con grúa:
  - Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
    - No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
    - La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
    - El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.



## **10.2.4.- Maniobras de Izado, Situación en Obra y Montaje de Equipos y Materiales.**

### **10.2.4.1.- Riesgos Específicos.**

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento o aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, viviendas, etc.)
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

### **10.2.4.2.- Medidas Específicas**

- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de las cargas o equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se tapanán o protegerán con medios mecánicos los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos y estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

### **10.2.5.- Maquinas y Medios Auxiliares**

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de la maquinaria y medios auxiliares.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos de la forma siguiente.

**Máquinas fijas y herramientas eléctricas.**

- Accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

**Medios de Elevación.**

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, grillete, o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

**Plataformas y Escaleras.**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

**Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.**

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

**Medidas Específicas**

**Para evitar la caída de objetos:**

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).

– Controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.

Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

**Para evitar la caída de personas:**

Colocarán protecciones mecánicas en los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m. del suelo.

Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán prácticamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.

- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
  - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
  - Colocarla con la inclinación adecuada.
  - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

### **10.2.6.- Instalaciones Eléctricas Provisionales**

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

#### **Medidas específicas**

Serán estancos, y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuarán a un altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.
- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas antihumedad.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

## **11. PROTECCIONES PERSONALES**

La ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

### **11.1.- Protectores de la cabeza**

- Casco de seguridad, no metálico, clase N, aislados para baja tensión. Para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes, con el fin de proteger ante posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.

### **11.2.- Protectores de manos y brazos**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### **11.3.- Protectores de pies y piernas**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### **11.4.- Protectores del cuerpo**

- Cinturón de seguridad de sujeción. Clase A.
- Cinturón antivibratorio.
- Absorbedores de energía.
- Chaquetas, chalecos y mandiles de cuero para protecciones de las agresiones mecánicas.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).

- Ropa de trabajo.
- chaleco reflectante.
- Traje impermeable de trabajo.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobras de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

Todos los equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1470/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.I. España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

## **12. FORMACIÓN PERSONAL**

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

### **12.1.- Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra.**

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, deberá asistir a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

### **12.2.- Charlas sobre riesgos específicos**

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad. Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de plataformas, escaleras y líneas de vida.





### **13. MEDICINA DE ASISTENCIA**

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

#### **13.1.- Control médico**

Tal como establece la legislación vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

#### **13.2.- Medios de actuación y primeros auxilios**

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, y de un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc. y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una “nota” escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias y médicos locales.

### **14. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD**

Con el fin de comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad, el Coordinador de Seguridad durante la obra realizará cuantas visitas e inspecciones considere oportunas.

En el caso de efectuarse alguna anotación en el libro de incidencias el Coordinador de Seguridad estará obligado a remitir en el plazo de 24 horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra.

## 15. SEÑALIZACIÓN

Dependiendo del trabajo que se esté realizando, la fase de la ejecución y el emplazamiento se establecerá la señalización oportuna. Las señalizaciones serán de carácter temporal, permaneciendo el tiempo que se prolonguen los trabajos. Serán del tipo: cintas, banderolas, balizas laminosas, etc.

Cuando por los cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, entre otros factores, se colocarán señales antes y después del lugar de trabajo, a la distancia reglamentaria para cada tipo de carretera.

La señalización fija que deben incorporar las instalaciones eléctricas estará prescrita en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Con esta señalización se pretende advertir del riesgo que supone la electricidad, prohibiendo tocas los conductores y apoyos. Esta señalización se colocará en los apoyos.

Cristina Gómez Castillo



Zaragoza, Junio de 2021



## Documento 6

### PLANOS

## ÍNDICE

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. PLANTA-PERFIL.
  - 2.1. TRAMO Nº1 APOYOS 1-9
  - 2.2. TRAMO Nº2 APOYOS 9-17
  - 2.3. TRAMO Nº3 APOYOS 17-25
  - 2.4. TRAMO Nº4 APOYOS 25-33
  - 2.5. TRAMO Nº5 APOYOS 33-41
  - 2.6. TRAMO Nº6 APOYOS 41-45
3. PLANTA LÍNEA SUBTERRÁNEA
4. AFECCIONES
  - 4.1. CRUZAMIENTO CON GOBIERNO DE ARAGÓN (CTRAS.)
  - 4.2. CRUZAMIENTOS CON INAGA (VÍAS PECUARIAS)
  - 4.3. CRUZAMIENTOS CON C.H. DEL EBRO
  - 4.4. CRUZAMIENTOS CON CDAD. DE REGANTES LONGÁS O CAULOR DE PLASENCIA DE JALÓN
  - 4.5. CRUZAMIENTO CON ADIF
  - 4.6. CRUZAMIENTOS CON HERMANDAD URREA DE JALÓN, PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARBOLES.
  - 4.7. CRUZAMIENTOS CON SINDICATO DE RIEGOS DE LA REAL ACEQUIA DE LUCENI
5. AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES
6. APOYO Y CIMENTACIONES
7. CRUCETAS
8. CADENAS DE AISLAMIENTO
9. RED DE TIERRAS APOYOS
10. APOYO DERIVACIÓN
11. APOYO SECCIONAMIENTO
12. APOYO CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA
13. SALVAPÁJAROS
14. ZANJAS TIPO

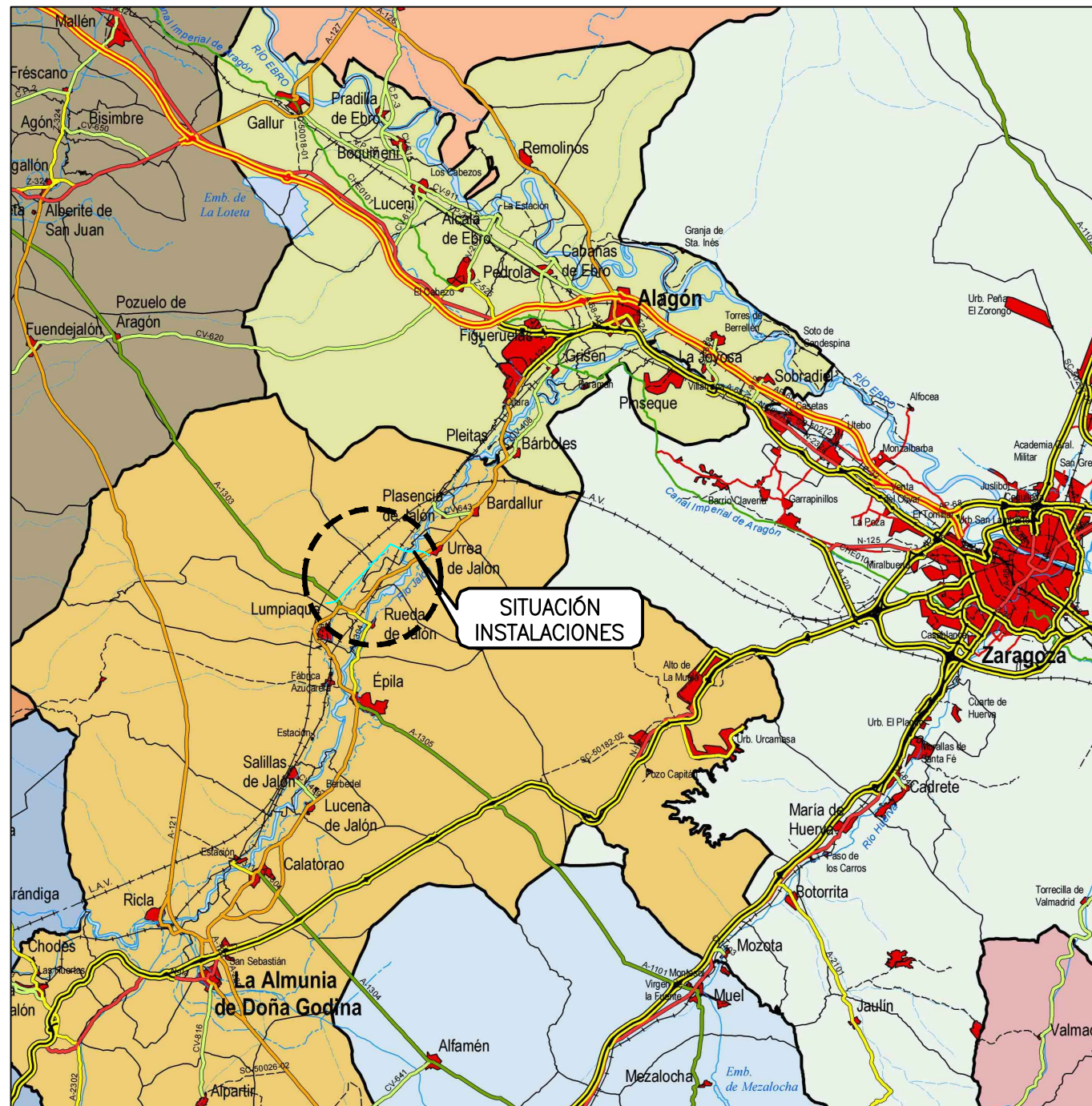


15. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

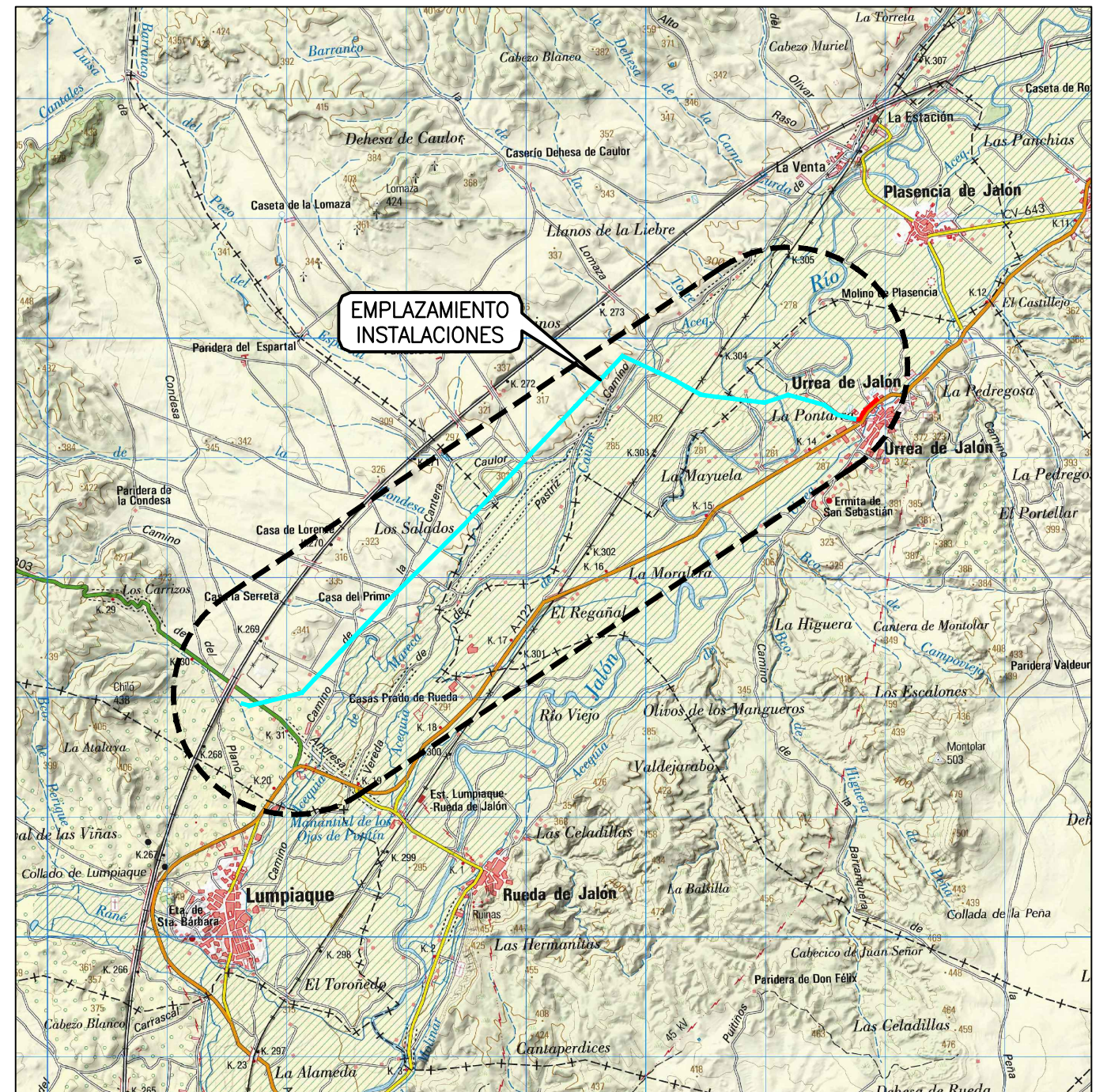
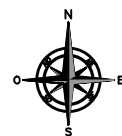
- 15.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-4
- 15.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-3

16. PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

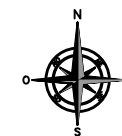
17. ESQUEMA UNIFILAR



PLANO DE SITUACION  
ESCALA 1:300.000



PLANO DE EMPLAZAMIENTO  
ESCALA 1:50.000



LEYENDA	
RH5Z1 12/20kV 3X1X240mm <sup>2</sup> AI	— Línea Subterránea M.T. proyectada
—	— Línea Aérea M.T. proyectada

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo <b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano Nº 01

VANO DESTENSADO ← → CONDUCTOR LA-110  
EDS (15°C): 8%  
ZONA "A"

CRUZAMIENTO CON VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA  
O DE LA ANDREA DE I.N.A.G.A. (VIAS PECUARIAS)

CRUZAMIENTO CON CTRA. A-1303 EN SU Pk.30+853  
DE GOBIERNO DE ARAGÓN

$$Dv=6,3+0,20=6,50;7(Dmin)<9,22$$

PARALELISMO CON LAMT 45KV  
SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE APOYOS N°12 Y N°15  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN

T.M. N°P1 Existente  
C-14-4500 TR2 CA  
INSTALAR CRUCETA DE DERIVACION

C-16-3000 TR2 CA  
instalar SECCTO. SF6

C-16-2000 TR2 CA

C-18-1000 B3 CS

C-14-2000 TR2 CA

C-16-1000 B3 CS

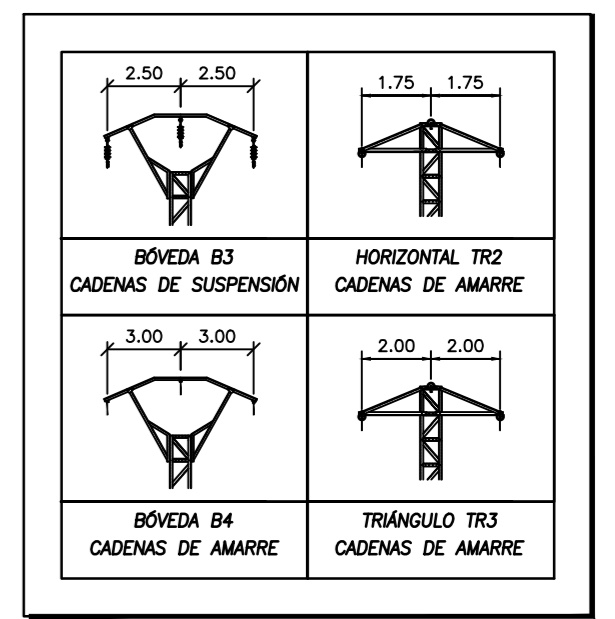
C-16-1000 B3 CS

C-16-1000 B3 CS

C-18-1000 B3 CS

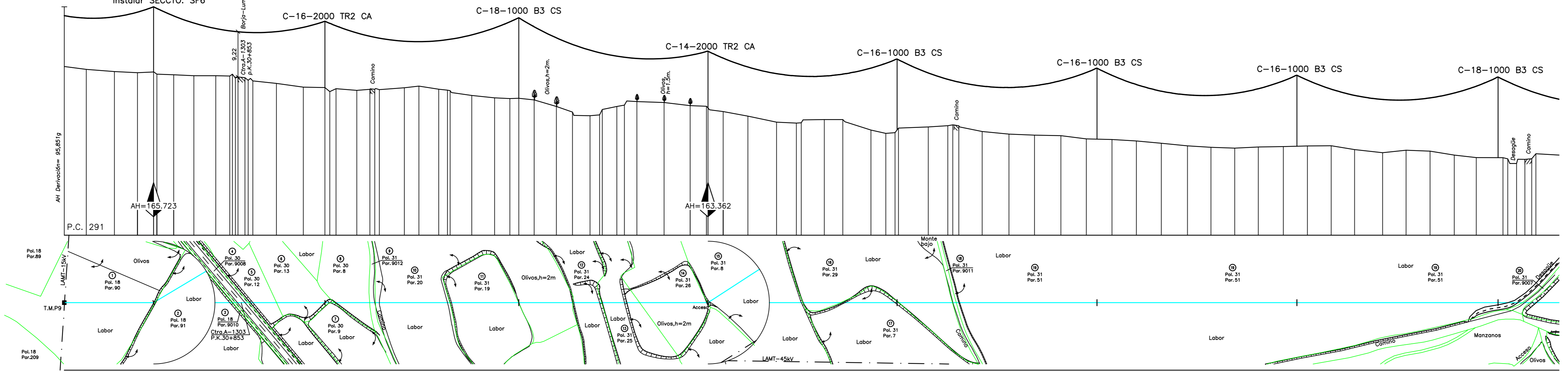
E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



COORDENADAS UTM  
ETRS89 H30

N° APOYO	X	Y
1	641.621	4.611.952
2	641.690	4.611.931
3	641.826	4.611.964
4	641.980	4.612.002
5	642.129	4.612.039
6	642.235	4.612.152
7	642.346	4.612.271
8	642.458	4.612.390
9	642.570	4.612.509



COTAS	DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	NUM. APOYOS	VANOS	ALINEACIONES
325.320	0.000	0.000	①		1° Al. 72.81 m.
324.777	17.922	17.922	②	72.81 m.	2° Alineacion de 451.99 m.
324.332	40.867	22.945			
324.091	59.678	18.811	③	139.71 m.	
323.800	76.543	13.735			
323.681	89.194	13.652	④	158.05 m.	
323.478	105.621	16.427			
323.484	123.495	17.874	⑤	154.22 m.	
323.418	144.922	11.467			
323.395	167.809	12.457	⑥	154.19 m.	
323.383	187.869	12.457			
323.328	209.194	17.264	⑦	163.00 m.	
323.268	232.681	21.139			
323.228	252.741	17.677	⑧	163.00 m.	
323.192	272.282	18.628			
321.912	291.020	12.457	⑨	163.99 m.	
321.163	309.092	11.830			
321.078	326.729	16.221			
320.845	344.444	21.139			
320.490	362.236	17.677			
320.713	380.064	18.628			
320.644	398.831	12.457			
320.644	417.585	17.264			
320.644	436.339	12.457			
320.644	455.094	17.264			
320.644	473.848	12.457			
320.644	492.602	17.264			
320.644	511.356	12.457			
320.644	530.110	17.264			
320.644	548.864	12.457			
320.644	567.618	17.264			
320.644	586.372	12.457			
320.644	605.126	17.264			
320.644	623.880	12.457			
320.644	642.634	17.264			
320.644	661.388	12.457			
320.644	680.142	17.264			
320.644	698.896	12.457			
320.644	717.650	17.264			
320.644	736.404	12.457			
320.644	755.158	17.264			
320.644	773.912	12.457			
320.644	792.666	17.264			
320.644	811.420	12.457			
320.644	830.174	17.264			
320.644	848.928	12.457			
320.644	867.682	17.264			
320.644	886.436	12.457			
320.644	905.190	17.264			
320.644	923.944	12.457			
320.644	942.698	17.264			
320.644	961.452	12.457			
320.644	980.206	17.264			
320.644	998.960	12.457			
320.644	1017.714	17.264			
320.644	1036.468	12.457			
320.644	1055.222	17.264			
320.644	1073.976	12.457			
320.644	1092.730	17.264			
320.644	1111.484	12.457			
320.644	1130.238	17.264			
320.644	1148.992	12.457			
320.644	1167.746	17.264			
320.644	1186.500	12.457			
320.644	1205.254	17.264			
320.644	1224.008	12.457			
320.644	1242.762	17.264			
320.644	1261.516	12.457			
320.644	1280.270	17.264			
320.644	1299.024	12.457			
320.644	1317.778	17.264			
320.644	1336.532	12.457			
320.644	1355.286	17.264			
320.644	1374.040	12.457			
320.644	1392.794	17.264			
320.644	1411.548	12.457			
320.644	1430.302	17.264			
320.644	1449.056	12.457			
320.644	1467.810	17.264			
320.644	1486.564	12.457			
320.644	1505.318	17.264			
320.644	1524.072	12.457			
320.644	1542.826	17.264			
320.644	1561.580	12.457			
320.644	1580.334	17.264			
320.644	1599.088	12.457			
320.644	1617.842	17.264			
320.644	1636.596	12.457			
320.644	1655.350	17.264			
320.644	1674.104	12.457			
320.644	1692.858	17.264			
320.644	1711.612	12.457			
320.644	1730.366	17.264			
320.644	1749.120	12.457			
320.644	1767.874	17.264			
320.644	1786.628	12.457			
320.644	1805.382	17.264			
320.644	1824.136	12.457			
320.644	1842.890	17.264			
320.644	1861.644	12.457			
320.644	1880.398	17.264			
320.644	1899.152	12.457			
320.644	1917.906	17.264			
320.644	1936.660	12.457			
320.644	1955.414	17.264			
320.644	1974.168	12.457			
320.644	1992.922	17.264			
320.644	2011.676	12.457			
320.644	2030.430	17.264			
320.644	2049.184	12.457			
320.644	2067.938	17.264			
320.644	2086.692	12.457			
320.644	2105.446	17.264			
320.644	2124.200	12.457			
320.644	2142.954	17.264			
320.644	2161.708	12.457			
320.644	2180.462	17.264			
320.644	2199.216	12.457			
320.644	2217.970	17.264			
320.644	2236.724	12.457			
320.644	2255.478	17.264			
320.644	2274.232	12.457			
320.644	2292.986	17.264			
320.644	2311.740	12.457			
320.644	2330.494	17.264			
320.644	2349.248	12.457			
320.644	2368.002	17.264			
320.644	2386.756	12.457			
320.644	2405.510	17.264			
320.644	2424.264	12.457			
320.644	2443.018	17.264			
320.644	2461.772	12.457			
320.644	2480.526	17.264			
320.644	2499.280	12.457			
320.644	2518.034	17.264			
320.644	2536.788	12.457			
320.644	2555.542	17.264			
320.644	2574.296	12.457			
320.644	2593.050	17.264			
320.644	2611.804	12.457			
320.644	2630.558	17.264			
320.644	2649.312	12.457			
320.644	2668.066	17.264			
320.644	2686.820	12.457			
320.644	2705.574	17.264			
320.644	2724.328	12.457			
320.644	2743.082	17.264			
320.644	2761.836	12.457			
320.644	2780.590	17.264			
320.644	2799.344	12.457			
320.644	2818.098	17.264			
320.644	2836.852	12.457			
320.644	2855.606	17.264			
320.644	2874.360	12.457			
320.644	2893.114	17.264			
320.644	2911.868	12.457			
320.644	2930.622	17.264			
320.644	2949.376	12.457			
320.644	2968.130	17.264			
320.644	2986.884	12.457			
320.644	3005.638	17.264			
320.644	3024.392	12.457			
320.644	3043.146	17.264			
320.644	3061.900	12.457			
320.644	3080.654	17.264			
320.644	3099.408	12.457			
320.644	3118.162	17.264			
320.644	3136.916	12.457			
320.644	3155.670	17.264			
320.644	3174.424	12.457			
320.644	3193.178	17.264			
320.644	3211.932	12.457			
320.644	3230.686	17.264			
320.644	3249.440	12.457			
320.644	3268.194	17.264			
320.644	3286.948	12.457			
320.644	3305.702				



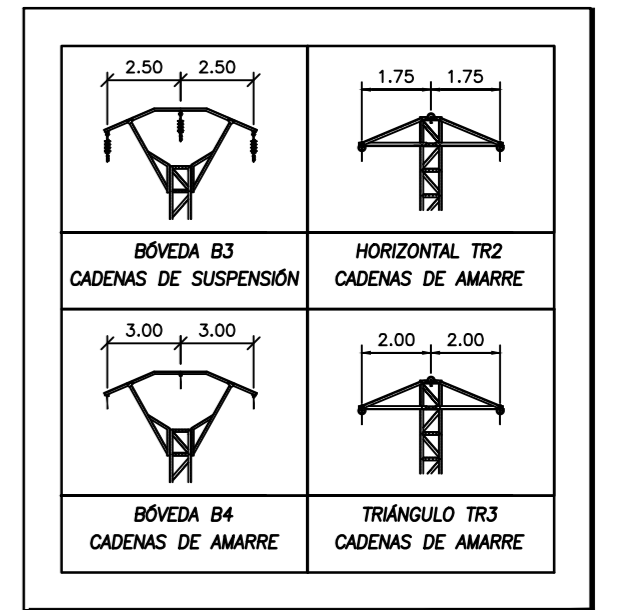


T.M. RUEDA DE JALÓN ← → T.M. PLASENCIA DE JALÓN

PARALELISMO CON LAMT 45kV  
SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE APOYOS N°24 Y N°28  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN

CRUZAMIENTOS CON ACEQUIA DE LONGÁS O CAULOR  
DE CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR  
DE PLASENCIA DE JALÓN

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

PLANTA

COTAS

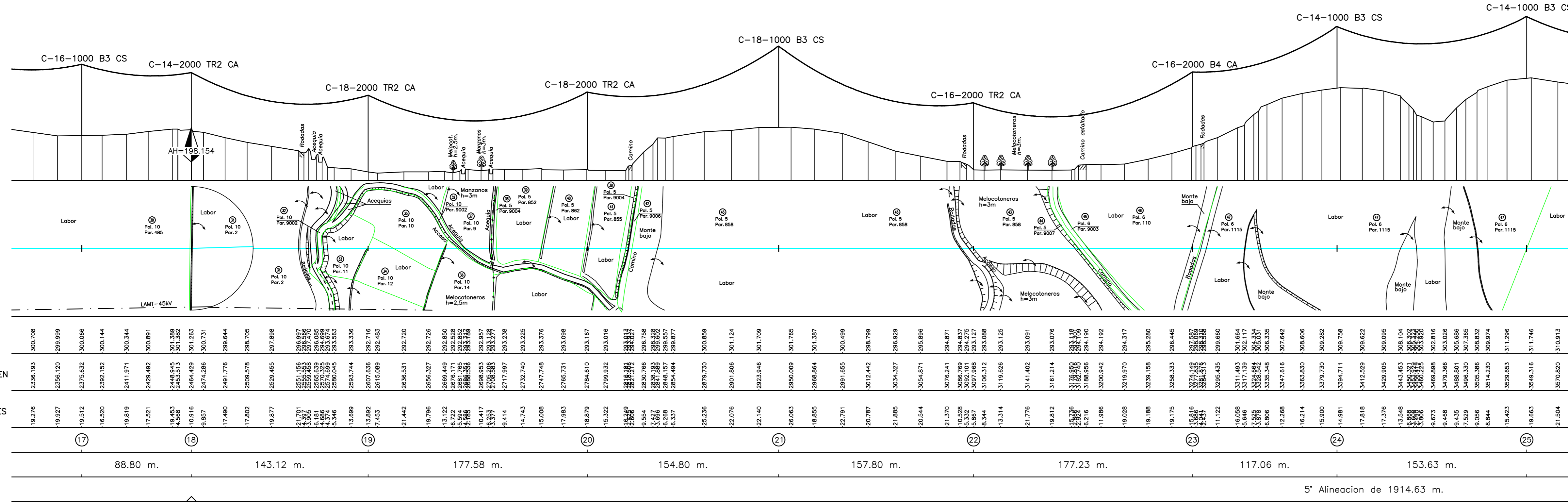
DISTANCIAS AL ORIGEN

DISTANCIAS PARCIALES

NUM. APOYOS

VANOS

ALINEACIONES



COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
17	643.413	4.613.372
18	643.476	4.613.435
19	643.574	4.613.539
20	643.696	4.613.668
21	643.802	4.612.781
22	643.910	4.613.896
23	644.031	4.614.025
24	644.112	4.614.110
25	644.217	4.614.222

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escales	Título PLANTA-PERFIL TRAMO 17 - 25			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano Nº 02 - 03



CRUZAMIENTOS CON ACEQUIAS DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON, PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES

CRUZAMIENTO CON L.A.V. MADRID-ZARAGOZA EN SU Pk.303+539 DE ADIF

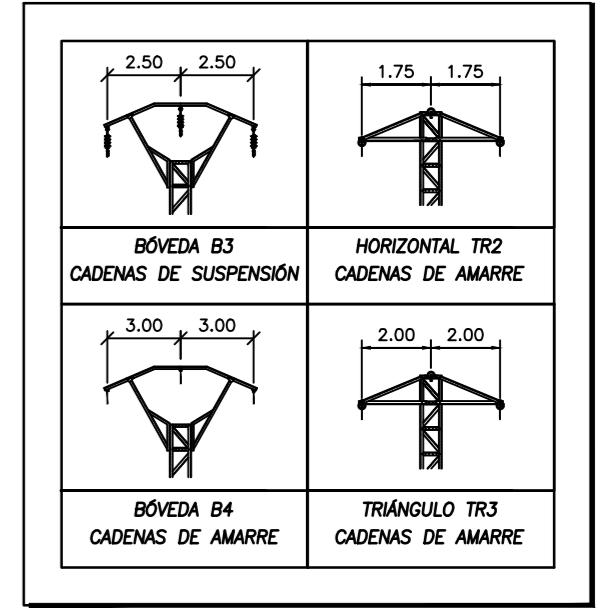
Dv=3,5+0,20=3,70;4(Dmin)<5,12

CRUZAMIENTO CON ACEQUIA DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON, PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES

CRUZAMIENTO CON ACEQUIA DE LUCENI DE SINDICATO DE RIEGOS DE LA REAL ACEQUIA DE LUCENI

CRUZAMIENTO CON RÍO JALÓN DE C.H.E.

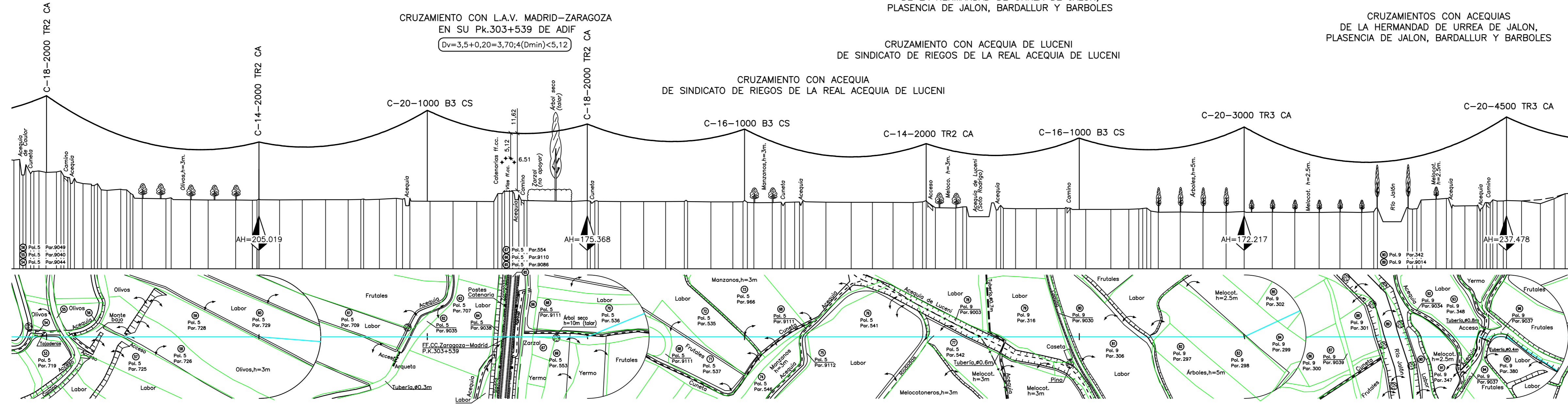
CRUZAMIENTOS CON ACEQUIAS DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON, PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



COORDENADAS UTM ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
33	645.080	4.614.731
34	645.237	4.614.660
35	645.356	4.614.593
36	645.469	4.614.530
37	645.595	4.614.514
38	645.741	4.614.496
39	645.864	4.614.481
40	645.996	4.614.465
41	646.199	4.614.530

E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

PLANTA



COTAS	DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	NUM. APOYOS	VANOS	ALINEACIONES
287.000 287.150 288.000 288.419 288.406 284.321 4706.93 4717.59 4724.92 4732.24 4739.56 4746.88 4754.20 4761.52 4768.84 4776.16 4783.48 4790.80 4798.12 4805.44 4812.76 4820.08 4827.40 4834.72 4842.04 4849.36 4856.68 4864.00 4871.32 4878.64 4885.96 4893.28 4900.60 4907.92 4915.24 4922.56 4929.88 4937.20 4944.52 4951.84 4959.16 4966.48 4973.80 4981.12 4988.44 4995.76 5003.08 5010.40 5017.72 5025.04 5032.36 5039.68 5047.00 5054.32 5061.64 5068.96 5076.28 5083.60 5090.92 5098.24 5105.56 5112.88 5120.20 5127.52 5134.84 5142.16 5149.48 5156.80 5164.12 5171.44 5178.76 5186.08 5193.40 5200.72 5208.04 5215.36 5222.68 5230.00 5237.32 5244.64 5251.96 5259.28 5266.60 5273.92 5281.24 5288.56 5295.88 5303.20 5310.52 5317.84 5325.16 5332.48 5339.80 5347.12 5354.44 5361.76 5369.08 5376.40 5383.72 5391.04 5398.36 5405.68 5413.00 5420.32 5427.64 5434.96 5442.28 5449.60 5456.92 5464.24 5471.56 5478.88 5486.20 5493.52 5500.84 5508.16 5515.48 5522.80 5530.12 5537.44 5544.76 5552.08 5559.40 5566.72 5574.04 5581.36 5588.68 5596.00 5603.32 5610.64 5617.96 5625.28 5632.60 5639.92 5647.24 5654.56 5661.88 5669.20 5676.52 5683.84 5691.16 5698.48 5705.80 5713.12 5720.44 5727.76 5735.08 5742.40 5749.72 5757.04 5764.36 5771.68 5779.00 5786.32 5793.64 5800.96 5808.28 5815.60 5822.92 5830.24 5837.56 5844.88 5852.20 5859.52 5866.84 5874.16 5881.48 5888.80 5896.12 5903.44 5910.76 5918.08 5925.40 5932.72 5940.04 5947.36 5954.68 5962.00 5969.32 5976.64 5983.96 5991.28 5998.60 6005.92 6013.24 6020.56 6027.88 6035.20 6042.52 6049.84 6057.16 6064.48 6071.80 6079.12 6086.44 6093.76 6101.08 6108.40 6115.72 6123.04 6130.36 6137.68 6145.00 6152.32 6159.64 6166.96 6174.28 6181.60 6188.92 6196.24 6203.56 6210.88 6218.20 6225.52 6232.84 6240.16 6247.48 6254.80 6262.12 6269.44 6276.76 6284.08 6291.40 6298.72 6306.04 6313.36 6320.68 6328.00 6335.32 6342.64 6350.00 6357.32 6364.64 6371.96 6379.28 6386.60 6393.92 6401.24 6408.56 6415.88 6423.20 6430.52 6437.84 6445.16 6452.48 6459.80 6467.12 6474.44 6481.76 6489.08 6496.40 6503.72 6511.04 6518.36 6525.68 6533.00 6540.32 6547.64 6554.96 6562.28 6569.60 6576.92 6584.24 6591.56 6598.88 6606.20 6613.52 6620.84 6628.16 6635.48 6642.80 6650.12 6657.44 6664.76 6672.08 6679.40 6686.72 6694.04 6701.36 6708.68 6716.00 6723.32 6730.64 6737.96 6745.28 6752.60 6759.92 6767.24 6774.56 6781.88 6789.20 6796.52 6803.84 6811.16 6818.48 6825.80 6833.12 6840.44 6847.76 6855.08 6862.40 6869.72 6877.04 6884.36 6891.68 6899.00 6906.32 6913.64 6920.96 6928.28 6935.60 6942.92 6950.24 6957.56 6964.88 6972.20 6979.52 6986.84 6994.16 7001.48 7008.80 7016.12 7023.44 7030.76 7038.08 7045.40 7052.72 7060.04 7067.36 7074.68 7082.00 7089.32 7096.64 7103.96 7111.28 7118.60 7125.92 7133.24 7140.56 7147.88 7155.20 7162.52 7169.84 7177.16 7184.48 7191.80 7199.12 7206.44 7213.76 7221.08 7228.40 7235.72 7243.04 7250.36 7257.68 7265.00 7272.32 7279.64 7286.96 7294.28 7301.60 7308.92 7316.24 7323.56 7330.88 7338.20 7345.52 7352.84 7360.16 7367.48 7374.80 7382.12 7389.44 7396.76 7404.08 7411.40 7418.72 7426.04 7433.36 7440.68 7448.00 7455.32 7462.64 7470.00 7477.32 7484.64 7491.96 7499.28 7506.60 7513.92 7521.24 7528.56 7535.88 7543.20 7550.52 7557.84 7565.16 7572.48 7579.80 7587.12 7594.44 7601.76 7609.08 7616.40 7623.72 7631.04 7638.36 7645.68 7653.00 7660.32 7667.64 7674.96 7682.28 7689.60 7696.92 7704.24 7711.56 7718.88 7726.20 7733.52 7740.84 7748.16 7755.48 7762.80 7770.12 7777.44 7784.76 7792.08 7799.40 7806.72 7814.04 7821.36 7828.68 7836.00 7843.32 7850.64 7857.96 7865.28 7872.60 7879.92 7887.24 7894.56 7901.88 7909.20 7916.52 7923.84 7931.16 7938.48 7945.80 7953.12 7960.44 7967.76 7975.08 7982.40 7989.72 7997.04 8004.36 8011.68 8019.00 8026.32 8033.64 8040.96 8048.28 8055.60 8062.92 8070.24 8077.56 8084.88 8092.20 8099.52 8106.84 8114.16 8121.48 8128.80 8136.12 8143.44 8150.76 8158.08 8165.40 8172.72 8180.04 8187.36 8194.68 8202.00 8209.32 8216.64 8223.96 8231.28 8238.60 8245.92 8253.24 8260.56 8267.88 8275.20 8282.52 8289.84 8297.16 8304.48 8311.80 8319.12 8326.44 8333.76 8341.08 8348.40 8355.72 8363.04 8370.36 8377.68 8385.00 8392.32 8399.64 8406.96 8414.28 8421.60 8428.92 8436.24 8443.56 8450.88 8458.20 8465.52 8472.84 8480.16 8487.48 8494.80 8502.12 8509.44 8516.76 8524.08 8531.40 8538.72 8546.04 8553.36 8560.68 8568.00 8575.32 8582.64 8590.00 8597.32 8604.64 8611.96 8619.28 8626.60 8633.92 8641.24 8648.56 8655.88 8663.20 8670.52 8677.84 8685.16 8692.48 8699.80 8707.12 8714.44 8721.76 8729.08 8736.40 8743.72 8751.04 8758.36 8765.68 8773.00 8780.32 8787.64 8794.96 8802.28 8809.60 8816.92 8824.24 8831.56 8838.88 8846.20 8853.52 8860.84 8868.16 8875.48 8882.80 8890.12 8897.44 8904.76 8912.08 8919.40 8926.72 8934.04 8941.36 8948.68 8956.00 8963.32 8970.64 8977.96 8985.28 8992.60 9000.00 9007.32 9014.64 9021.96 9029.28 9036.60 9043.92 9051.24 9058.56 9065.88 9073.20 9080.52 9087.84 9095.16 9102.48 9109.80 9117.12 9124.44 9131.76 9139.08 9146.40 9153.72 9161.04 9168.36 9175.68 9183.00 9190.32 9197.64 9204.96 9212.28 9219.60 9226.92 9234.24 9241.56 9248.88 9256.20 9263.52 9270.84 9278.16 9285.48 9292.80 9300.12 9307.44 9314.76 9322.08 9329.40 9336.72 9344.04 9351.36 9358.68 9366.00 9373.32 9380.64 9387.96 9395.28 9402.60 9409.92 9417.24 9424.56 9431.88 9439.20 9446.52 9453.84 9461.16 9468.48 9475.80 9483.12 9490.44 9497.76 9505.08 9512.40 9519.72 9527.04 9534.36 9541.68 9549.00 9556.32 9563.64 9570.96 9578.28 9585.60 9592.92 9600.24 9607.56 9614.88 9622.20 9629.52 9636.84 9644.16 9651.48 9658.80 9666.12 9673.44 9680.76 9688.08 9695.40 9702.72 9710.04 9717.36 9724.68 9732.00 9739.32 9746.64 9753.96 9761.28 9768.60 9775.92 9783.24 9790.56 9797.88 9805.20 9812.52 9819.84 9827.16 9834.48 9841.80 9849.12 9856.44 9863.76 9871.08 9878.40 9885.72 9893.04 9900.36 9907.68 9915.00 9922.32 9929.64 9936.96 9944.28 9951.60 9958.92 9966.24 9973.56 9980.88 9988.20 9995.52 10002.84 10010.16 10017.48 10024.80 10032.12 10039.44 10046.76 10054.08 10061.40 10068.72 10076.04 10083.36 10090.68 10098.00 10105.32 10112.64 10120.00 10127.32 10134.64 10141.96 10149.28 10156.60 10163.92 10171.24 10178.56 10185.88 10193.20 10200.52 10207.84 10215.16 10222.48 10229.80 10237.12 10244.44 10251.76 10259.08 10266.40 10273.72 10281.04 10288.36 10295.68 10303.00 10310.32 10317.64 10324.96 10332.28 10339.60 10346.92 10354.24 10361.56 10368.88 10376.20 10383.52 10390.84 10398.16 10405.48 10412.80 10420.12 10427.44 10434.76 10442.08 10449.40 10456.72 10464.04 10471.36 10478.68 10486.00 10493.32 10500.64 10507.96 10515.28 10522.60 10530.00 10537.32 10544.64 10551.96 10559.28 10566.60 10573.92 10581.24 10588.56 10595.88 10603.20 10610.52 10617.84 10625.16 10632.48 10639.80 10647.12 10654.44 10661.76 10669.08 10676.40 10683.72 10691.04 10698.36 10705.68 10713.00 10720.32 10727.64 10734.96 10742.28 10749.60 10756.92 10764.24 10771.56 10778.88 10786.20 10793.52 10800.84 10808.16 10815.48 10822.80 10830.12 10837.44 10844.76 10852.08 10859.40 10866.72 10874.04 10881.36 10888.68 10896.00 10903.32 10910.64 10917.96 10925.28 10932.60 10940.00 10947.32 10954.64 10961.96 10969.28 10976.60 10983.92 10991.24 10998.56 11005.88 11013.20 11020.52 11027.84 11035.16 11042.48 11049.80 11057.12 11064.44 11071.76 11079.08 11086.40 11093.72 11101.04 11108.36 11115.68 11123.00 11130.32 11137.64 11144.96 11152.28 11159.60 11166.92 11174.24 11181.56 11188.88 11196.20 11203.52 11210.84 11218.16 11225.48 11232.80 11240.12 11247.44 11254.76 11262.08 11269.40 11276.72 11284.04 11291.36 11298.68 11306.00 11313.32 11320.64 11327.96 11335.28 11342.60 11350.00 11357.32 11364.64 11371.96 11379.28 11386.60 11393.92 11401.24 11408.56 11415.88 11423.20 11430.52 11437.84 11445.16 11452.48 11459.80 11467.12 11474.44 11481.76 11489.08 11496.40 11503.72 11511.04 11518.36 11525.68 11533.00 11540.32 11547.64 11554.96 11562.28 11569.60 11576.92 11584.24 11591.56 11598.88 11606.20 11613.52 11620.84 11628.16 11635.48 11642.80 11650.12 11657.44 11664.76 11672.08 11679.40 11686.72 11694.04 11701.36 11708.68 11716.00 11723.32 11730.64 11737.96 11745.28 11752.60 11759.92 11767.24 11774.56 11781.88 11789.20 11796.52 11803.84 11811.16 11818.48 11825.80 11833.12 11840.44 11847.76 11855.08 11862.40 11869.72 11877.04 11884.36 11891.68 11899.00 11906.32 11913.64 11920.96 11928.28 11935.60 11942.92 11950.24 11957.56 11964.88 11972.20 11979.52 11986.84 11994.16 2001.48 2008.80 2016.12 2023.44 2030.76 2038.08 2045.40 2052.72 2060.04 2067.36 2074.68 2082.00 2089.32 2096.64 2103.96 2111.28 2118.60 2125.92 2133.24 2140.56 2147.88 2155.20 2162.52 2169.84 2177.16 2184.48 2191.80 2199.12 2206.44 2213.76 2221.08 2228.40 2235.72 2243.04 2250.36 2257.68 2265.00 2272.32 2279.64 2286.96 2294.28 2301.60 2308.92 2316.24 2323.56 2330.88 2338.20 2345.52 2352.84 2360.16 2367.48 2374.80 2382.12 2389.44 2396.76 2404.08 2411.40 2418.72 2426.04 2433.36 2440.68 2448.00 2455.32 2462.64 2470.00 2477.32 2484.64 2491.96 2499.28 2506.60 2513.92 2521.24 2528.56 2535.88 2543.20 2550.52 2557.84 2565.16 2572.48 2579.80 2587.12 2594.44 2601.76 2609.08 2616.40 2623.72 2631.04 2638.36 2645.68 2653.00 2660.32 2667.64 2674.96 2682.28 2689.60 2696.92 2704.24 2711.56 2718.88 2726.20 2733.52 2740.84 2748.16 2755.48 2762.80 2770.12 2777.44 2784.76 2792.08 2799.40 2806.72 2814.04 2821.36 2828.68 2836.00 2843.32 2850.64 2857.96 2865.28 2872.60 2880.00 2887.32 2894.64 2901.96 2909.28 2916.60 2923.92 2931.24 2938.56 2945.88 2953.20 2960.52 2967.84 2975.16 2982.48 2989.80 2997.12 3004.44 3011.76 3019.08 3026.40 3033.72 3041.04 3048.36 3055.68 3063.00 3070.32 3077.64 3084.96 3092.28 3099.60 3106.92 3114.24 3121.56 3128.88 3136.20 3143.52 3150.84 3158.16 3165.48 3172.80 3180.12 3187.44 3194.76 3202.08 3209.40 3216.72 3224.04 3231.36 3238.68 3246.00 3253.32					

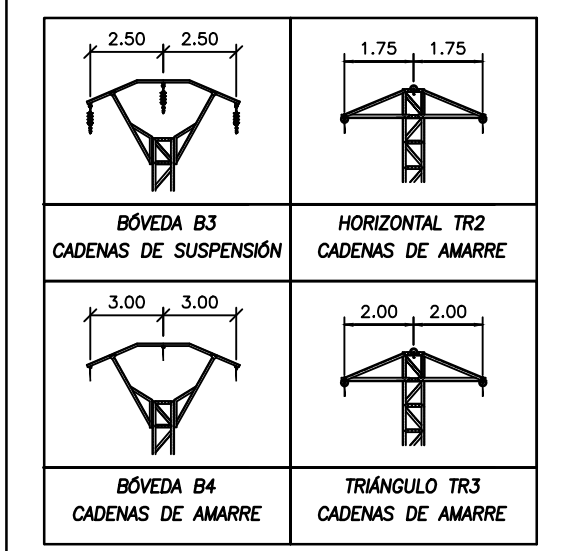
CONDUCTOR LA-110  
EDS (15°C): 8%  
ZONA "A"

CRUZAMIENTOS CON ACEQUIA Y DESAGÜE  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALÓN,  
PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARBOLES

CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALÓN,  
PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARBOLES

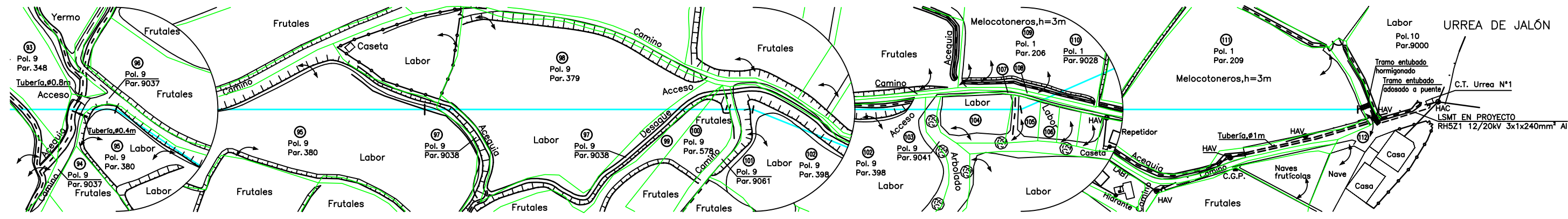
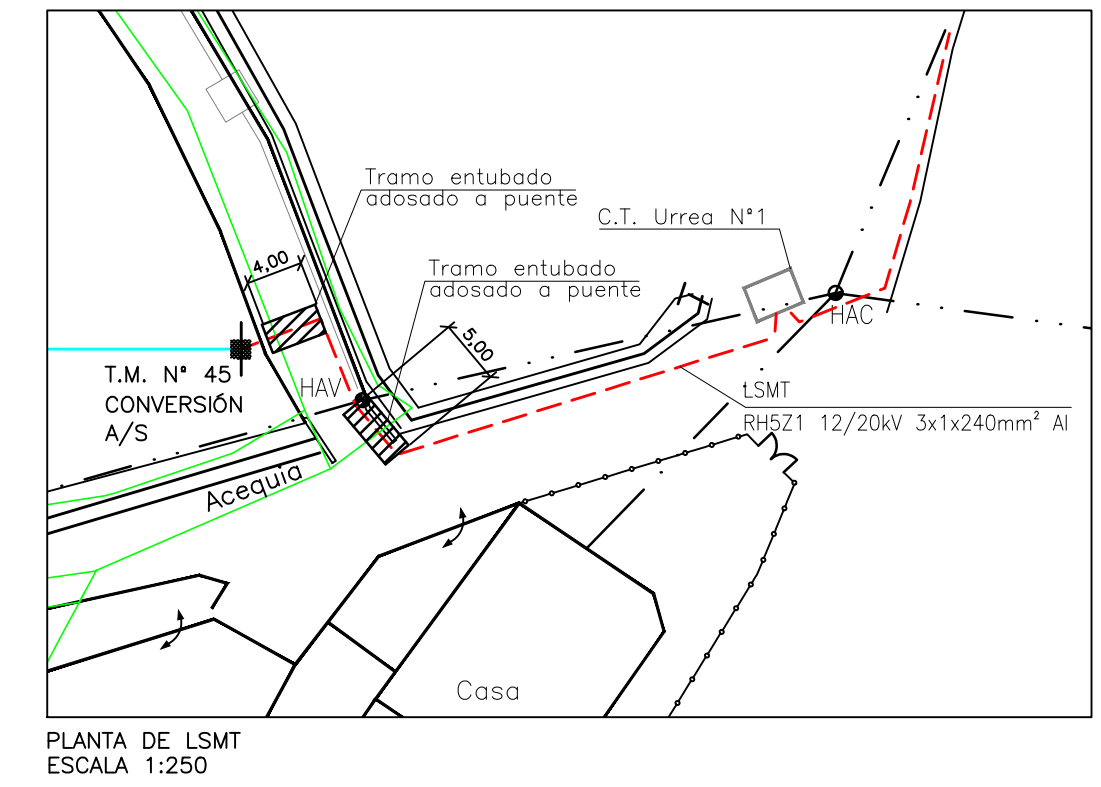
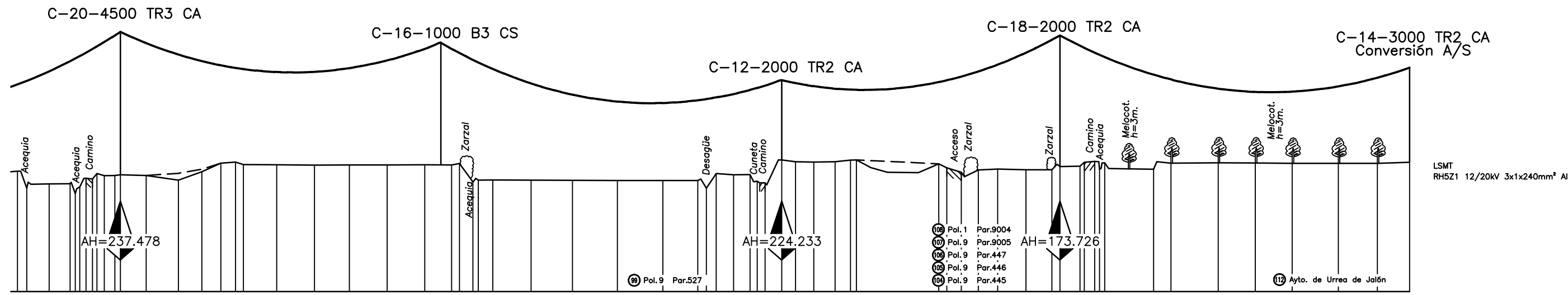
CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALÓN,  
PLASENCIA DE JALÓN, BARDALLUR Y BARBOLES

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



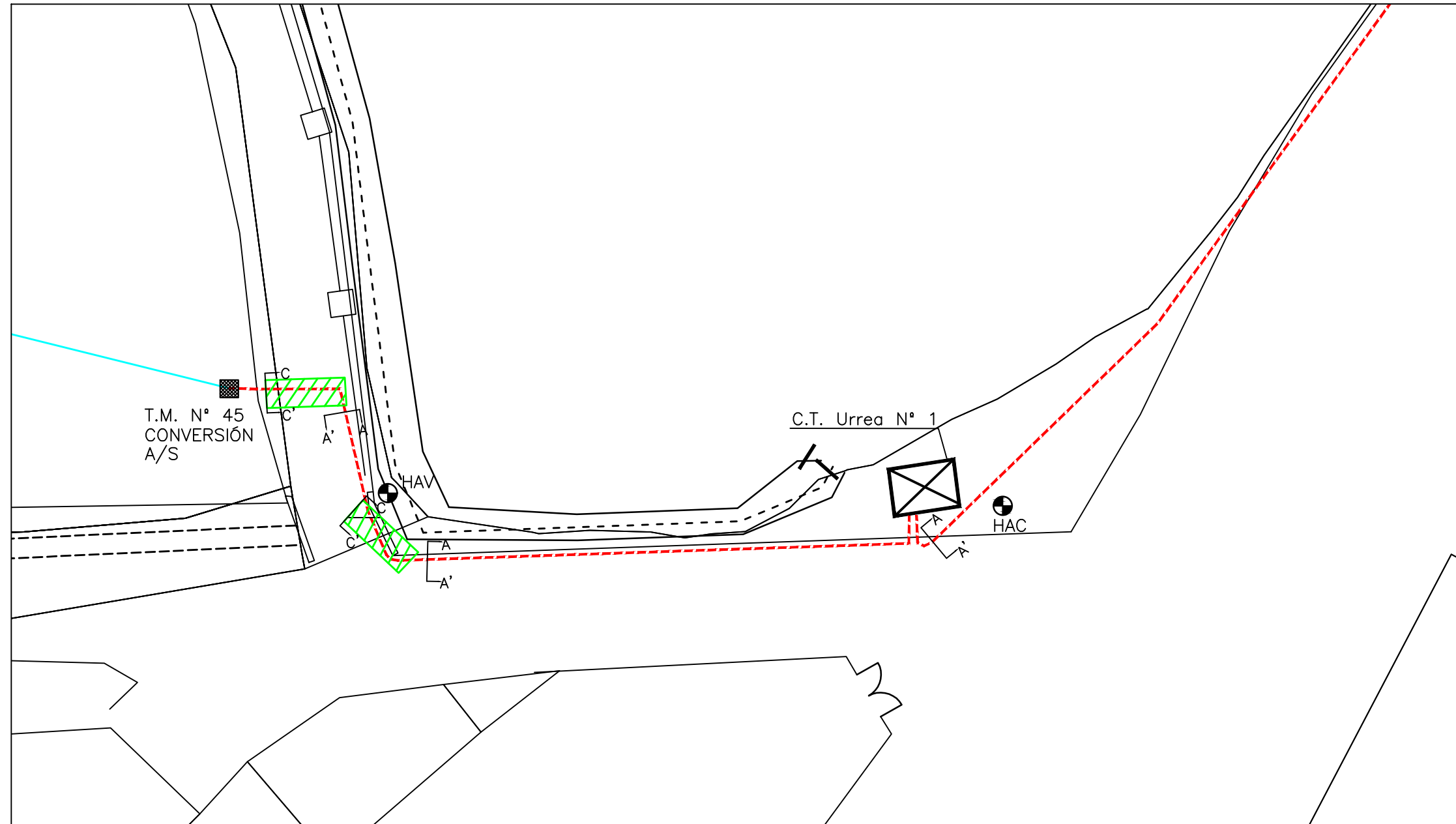
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
41	646.199	4.614.530
42	646.344	4.614.489
43	646.499	4.614.445
44	646.604	4.614.365
45	646.764	4.614.325

E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

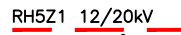




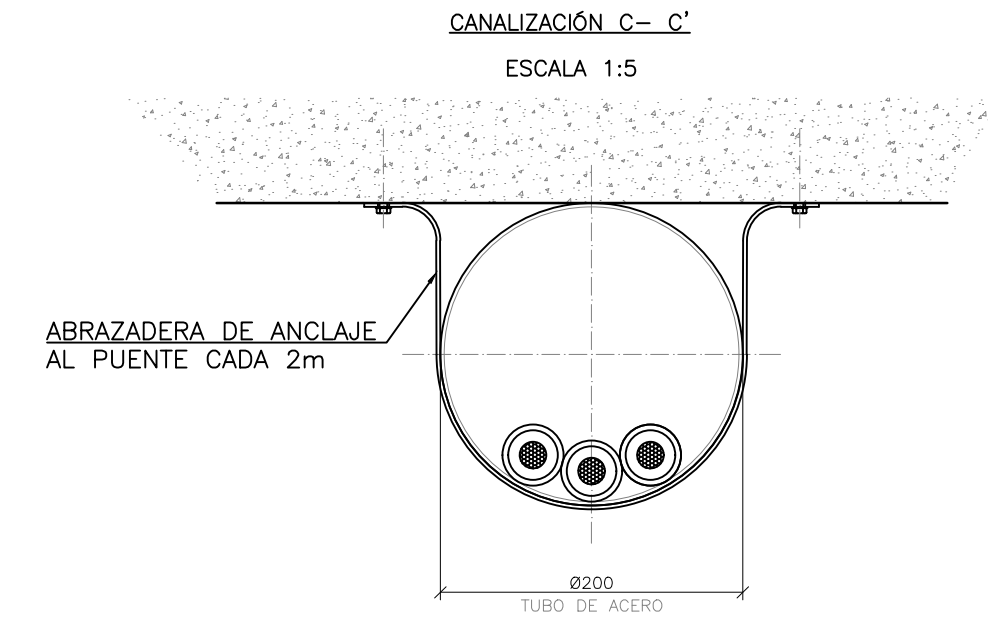
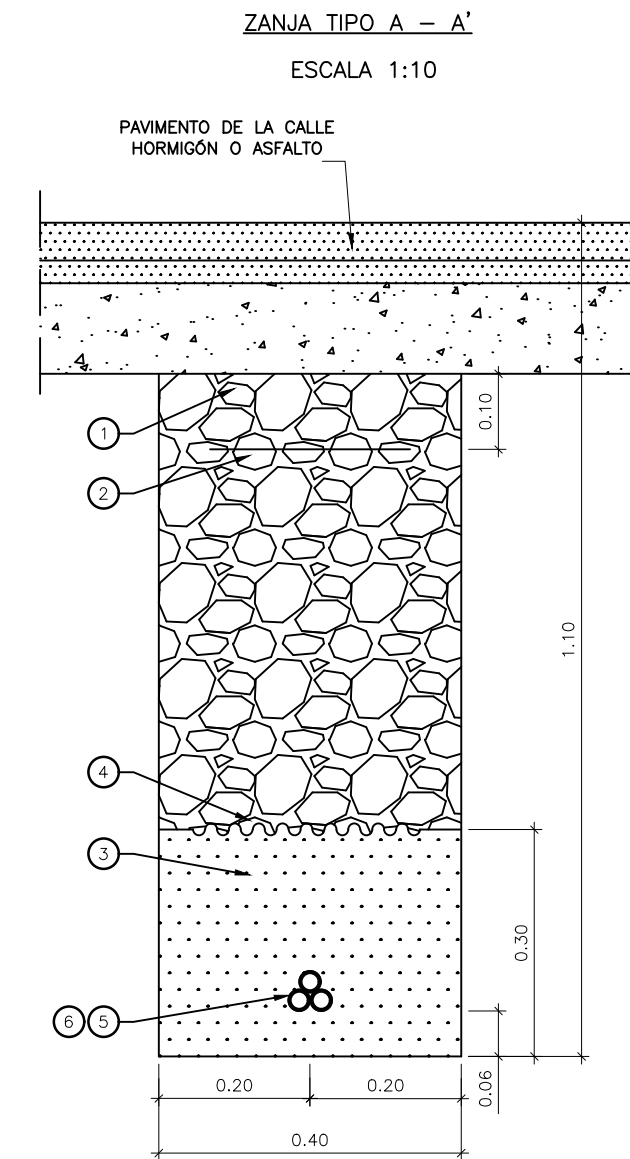
COTAS	DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	NUM. APOYOS	VANOS	ALINEACIONES
279.254 277.726 277.478 277.488 277.498 277.508 277.518 277.528 278.630 278.746 278.200 278.178 280.191 280.336 280.022 280.008 279.977 279.991 279.981 280.018 278.995 280.151 278.178 278.204 278.201 278.178 278.148 278.143 278.153 277.233 278.579 278.632 278.666 277.876 280.576 280.379 280.322 280.379 280.195 280.241 280.217 280.181 280.173 280.182 280.300	5842.98 5847.28 5857.85 5867.79 5877.74 5887.68 5897.62 5907.56 5903.73 5918.95 5930.03 5939.04 5945.98 5949.86 5985.46 5983.30 5999.81 6017.64 6035.47 6048.10 6051.88 6058.72 6067.57 6085.71 6105.31 6126.50 6148.01 6164.55 6168.61 6173.25 6181.43 6189.27 6186.33 6202.65 6210.75 6219.41 6229.49 6238.47 6249.50 6252.25 6299.16 6297.17 6306.29 6319.67 6331.95 6345.04 6352.21 6356.89 6380.01 6388.29 6410.56 6428.14 6445.60 6467.38 6485.84 6501.06	8.474 4.368 10.576 9.894 9.000 9.165 9.165 9.259 12.227 15.218 11.083 9.004 6.945 3.675 15.806 17.841 16.505 17.830 17.834 13.625 3.735 6.527 6.849 18.141 19.597 21.191 21.513 16.537 4.088 4.631 8.185 3.907 3.686 6.323 8.104 8.659 10.076 2.783 39.993 6.910 8.010 9.120 13.375 2.282 10.639 4.927 2.444 23.120 8.277 22.270 17.576 17.462 21.786 18.458 15.215	41 42 43 44 45	151.50 m. 161.18 m. 131.56 m. 165.30 m.	10° Alineación de 312.69 m. 11° Alineación de 131.56 m. 12° Alineación de 165.30 m.

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>[Firma]</i>	
Comprobado				NIA 721007
Escala	Titulo	PLANTA- PERFIL TRAMO 41 - 45		Curso 2020/2021
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Plano Nº 02 - 06



PLANO  
ESCALA 1:250

LEYENDA	
 RH5Z1 12/20kV 3X1X240mm <sup>2</sup> Al	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada

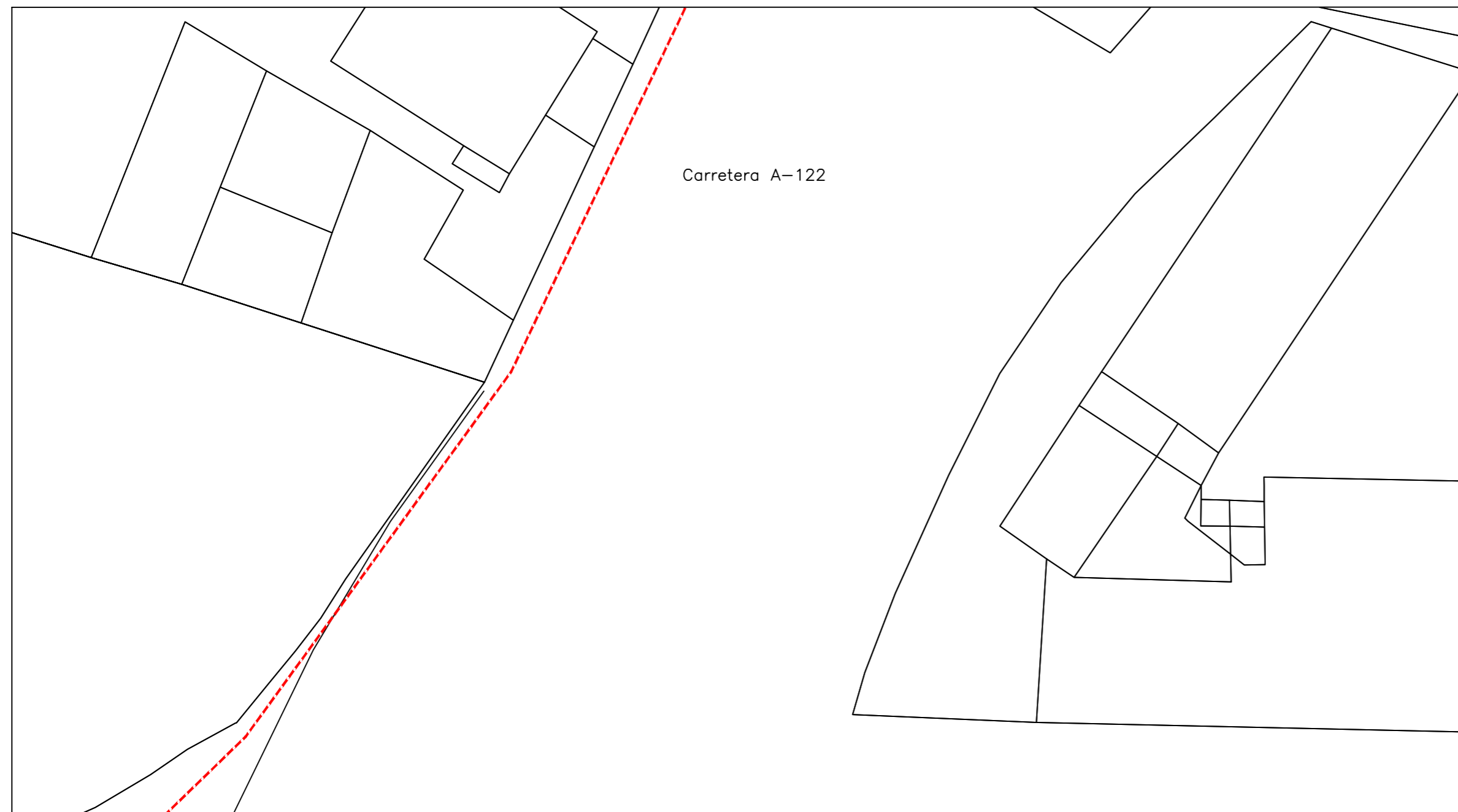


**OBSERVACIONES:**

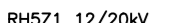


- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

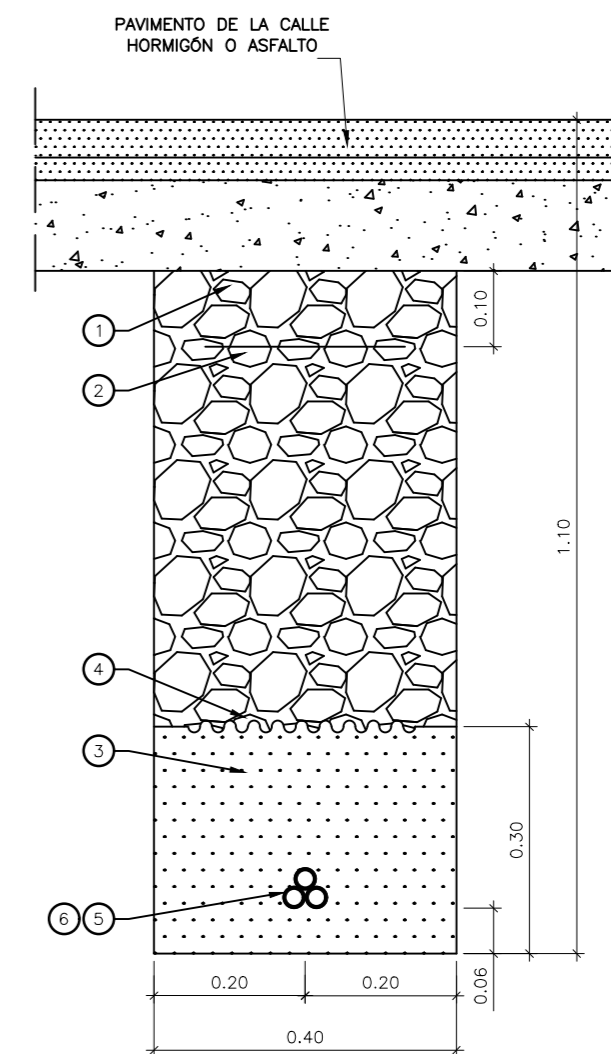
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo <b>PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT</b>			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano N° 03 - 01



PLANO  
ESCALA 1:250

LEYENDA	
 RH5Z1 12/20kV 3X1x240mm <sup>2</sup> Al	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada

ZANJA TIPO A - A'  
ESCALA 1:10

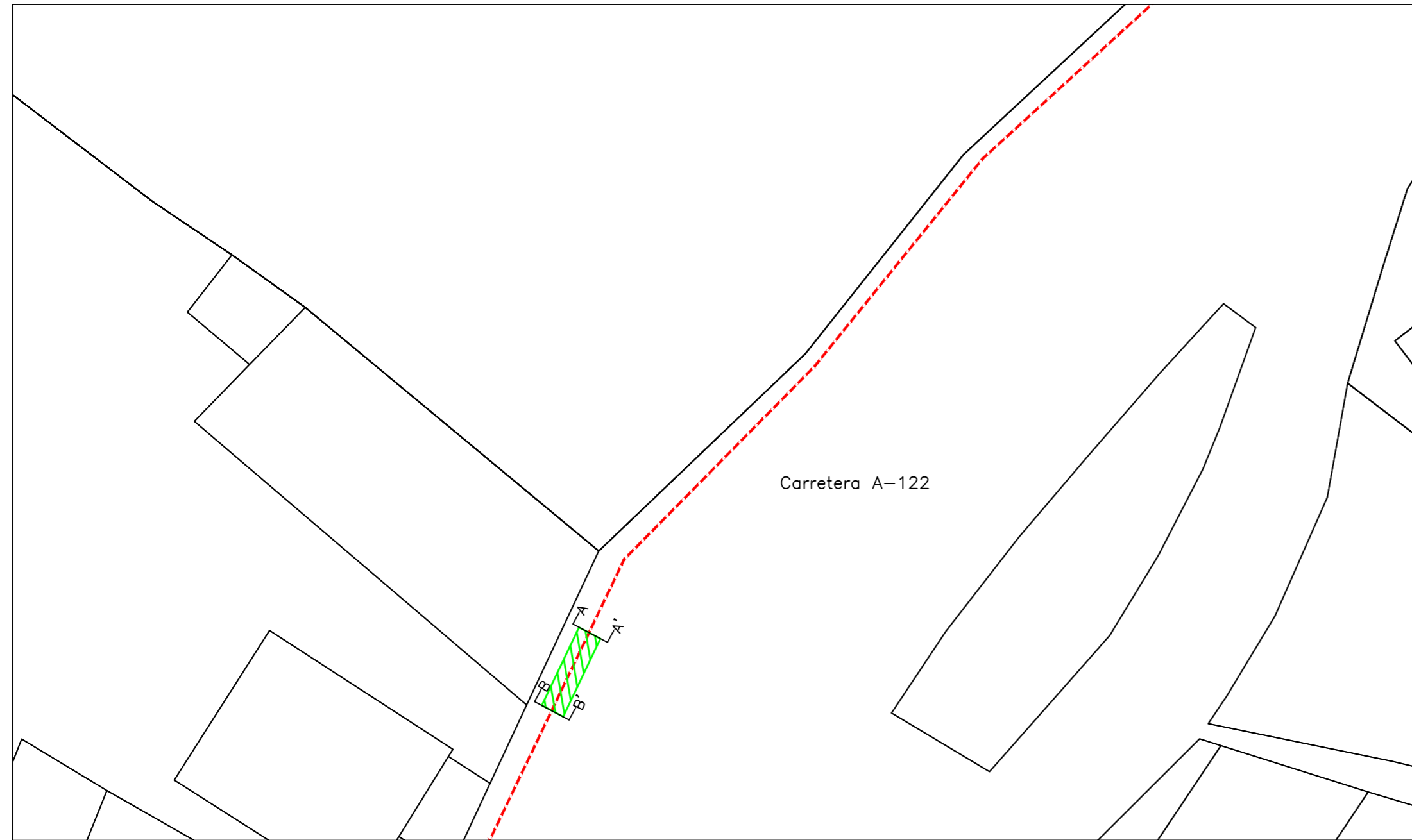


**OBSERVACIONES:**

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

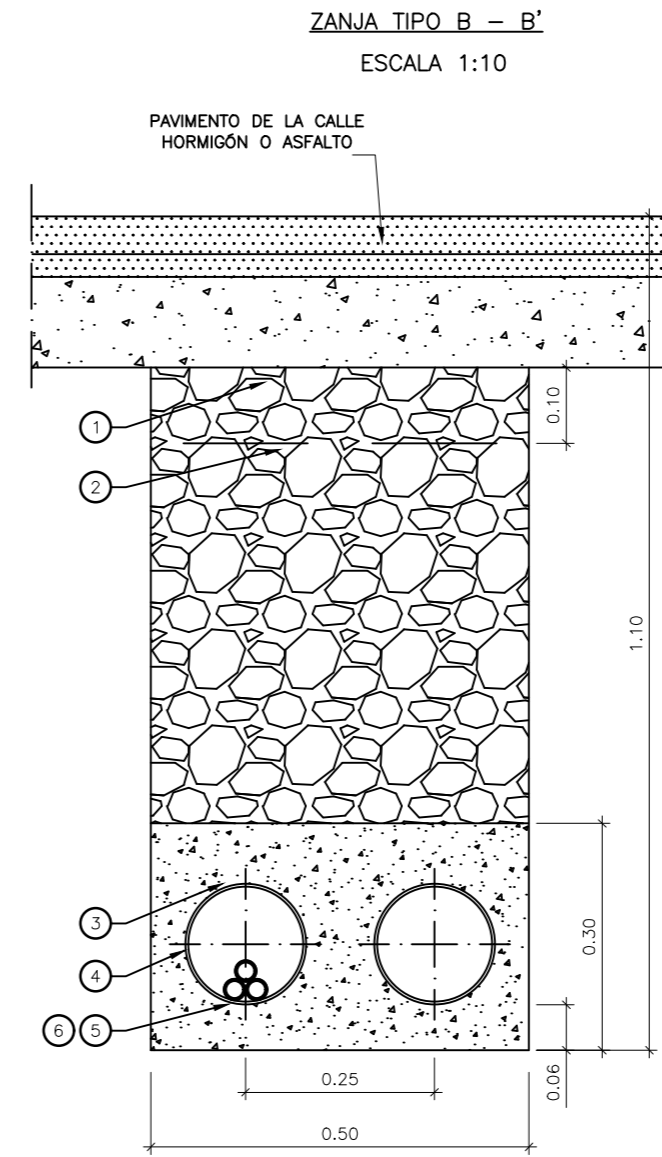
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNAS DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m <sup>3</sup>	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m <sup>3</sup>	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano N° 03 - 02



PLANO  
ESCALA 1:250

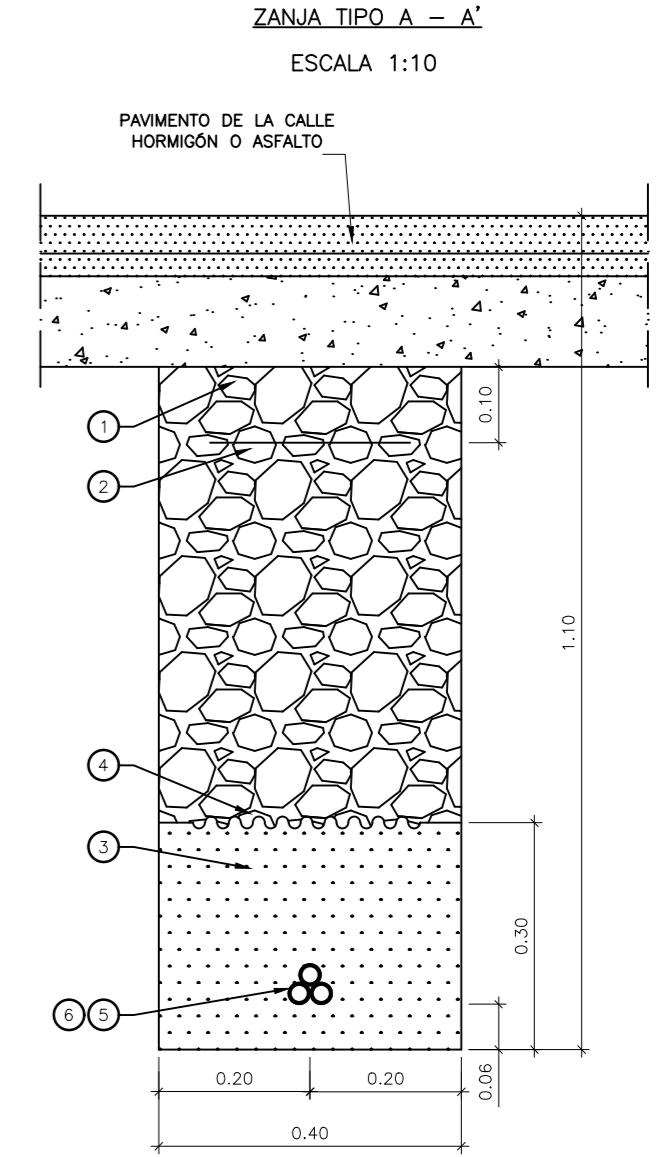
LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada



**OBSERVACIONES:**

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160mm exterior
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

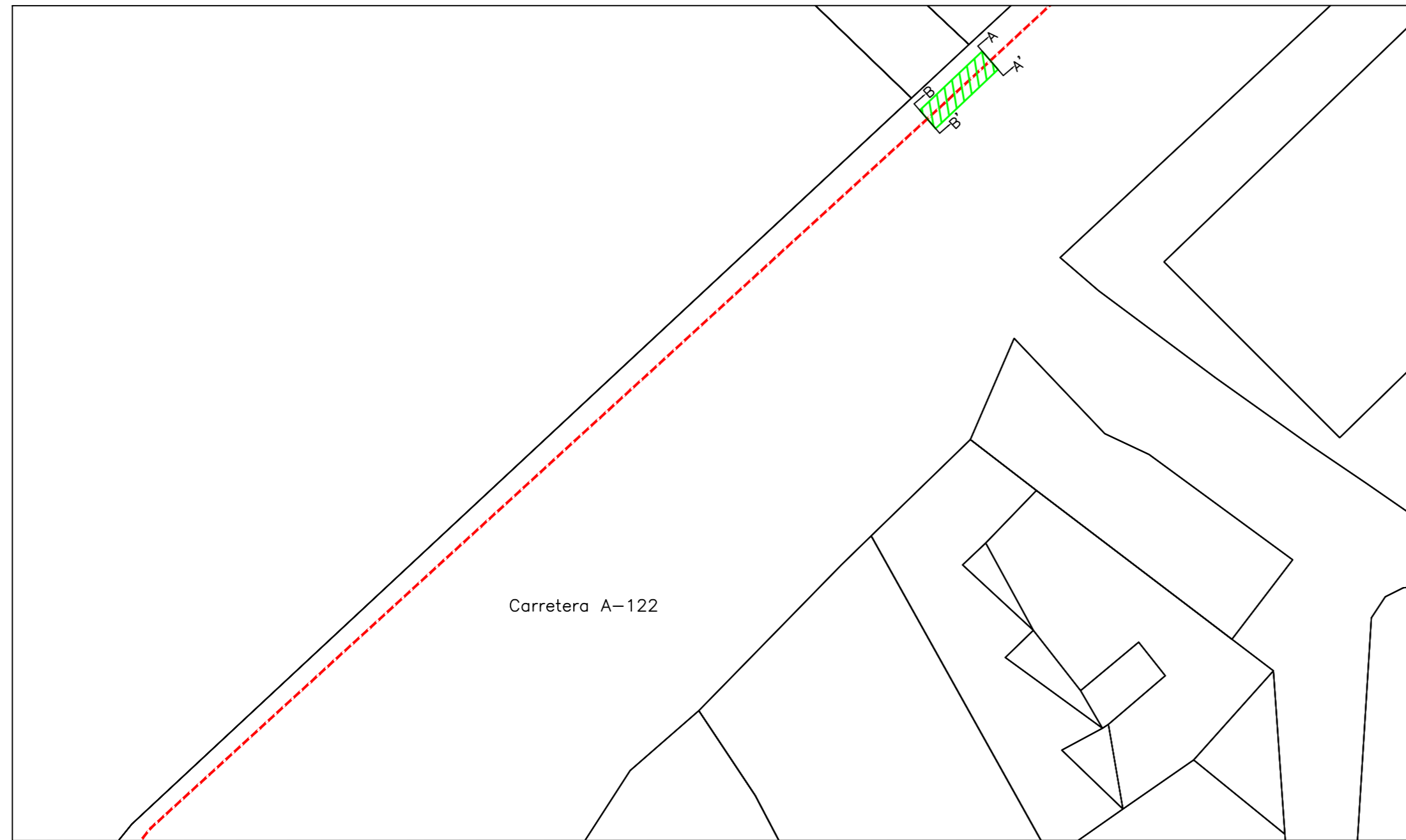


**OBSERVACIONES:**

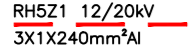


- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

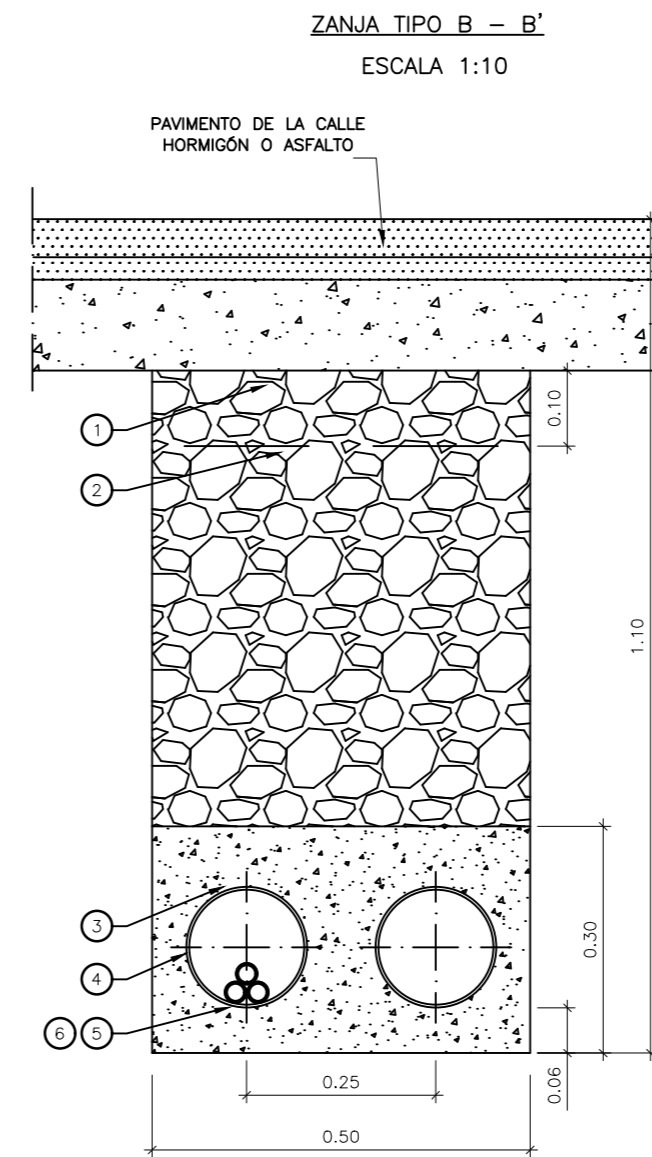
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
INDICADAS	Título	PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT		NIA 721007
	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 03 - 03



PLANO  
ESCALA 1:250

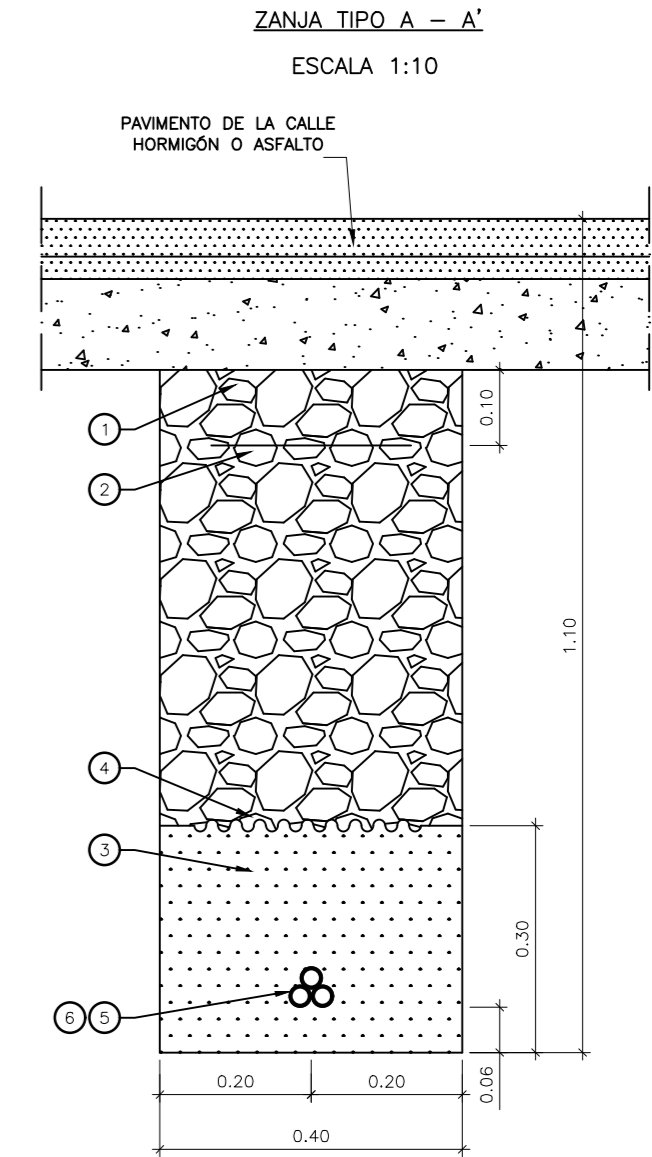
LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada



**OBSERVACIONES:**

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. Ø160mm exterior
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



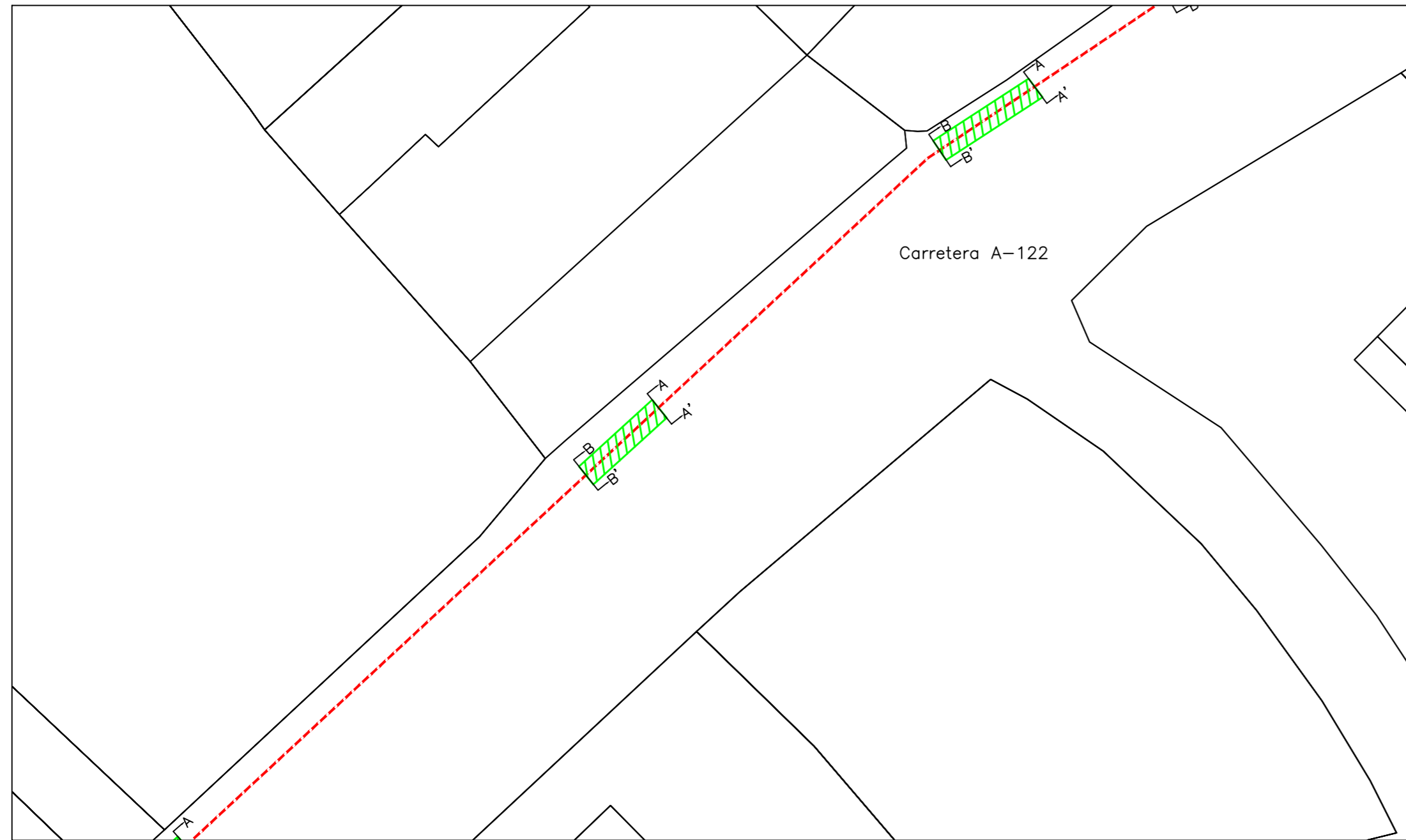
**OBSERVACIONES:**

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA o LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

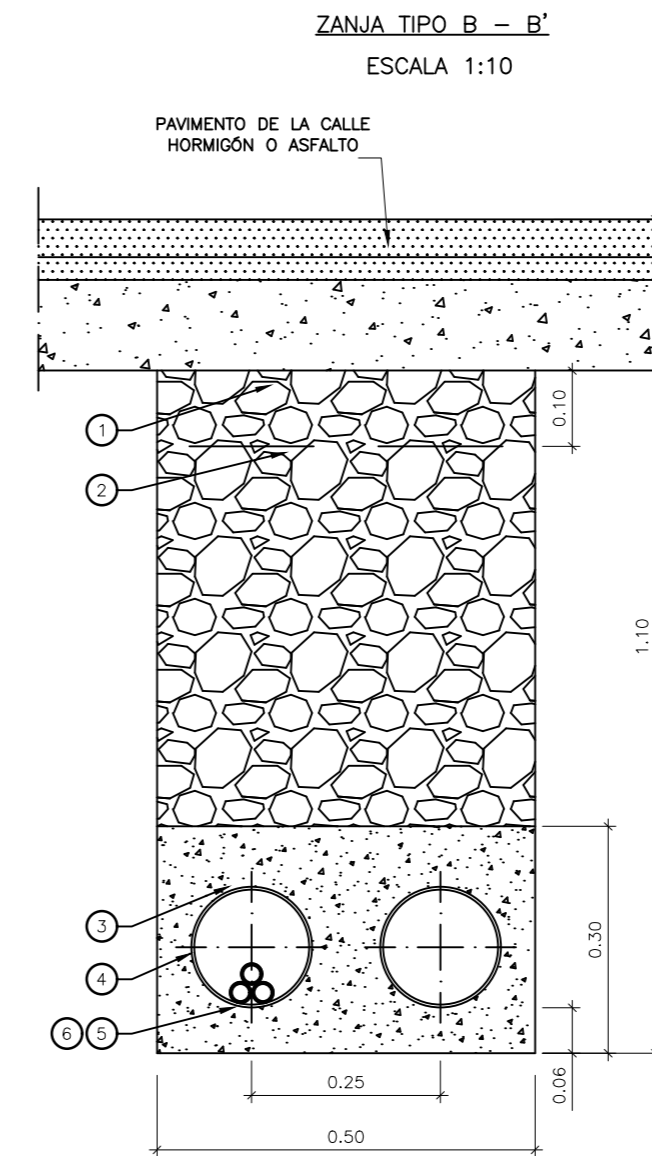
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	Título <b>PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT</b>			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano N° 03 - 04





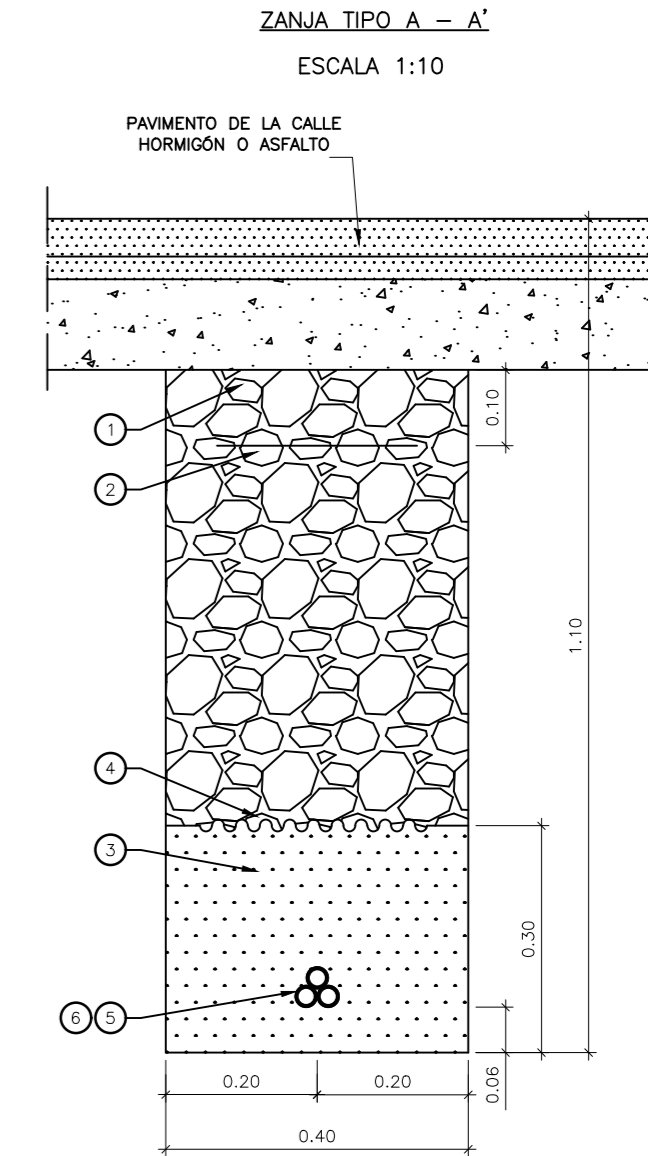
PLANO  
ESCALA 1:250

LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
  - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
  - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

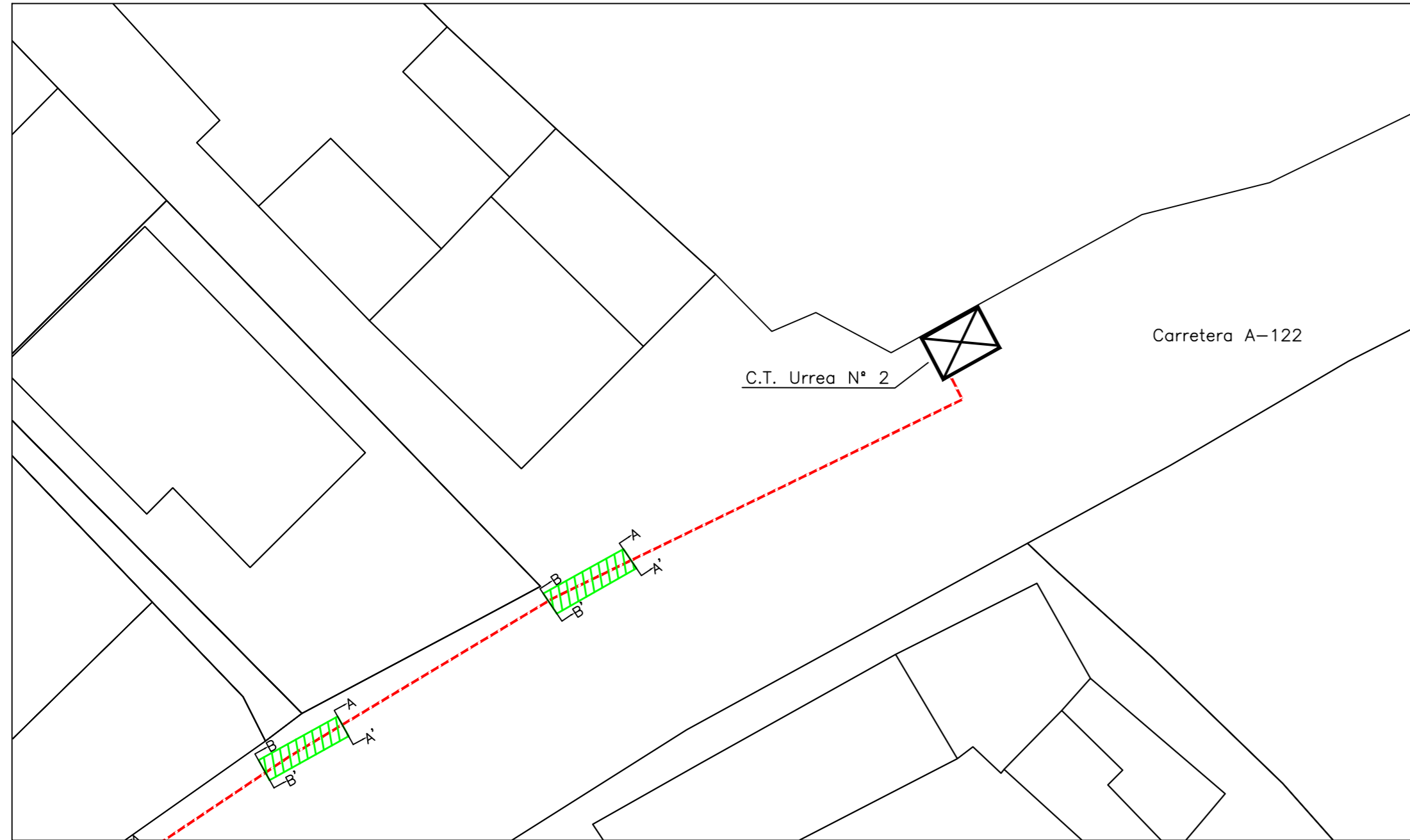
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160mm exterior
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



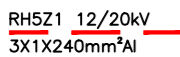


- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
  - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

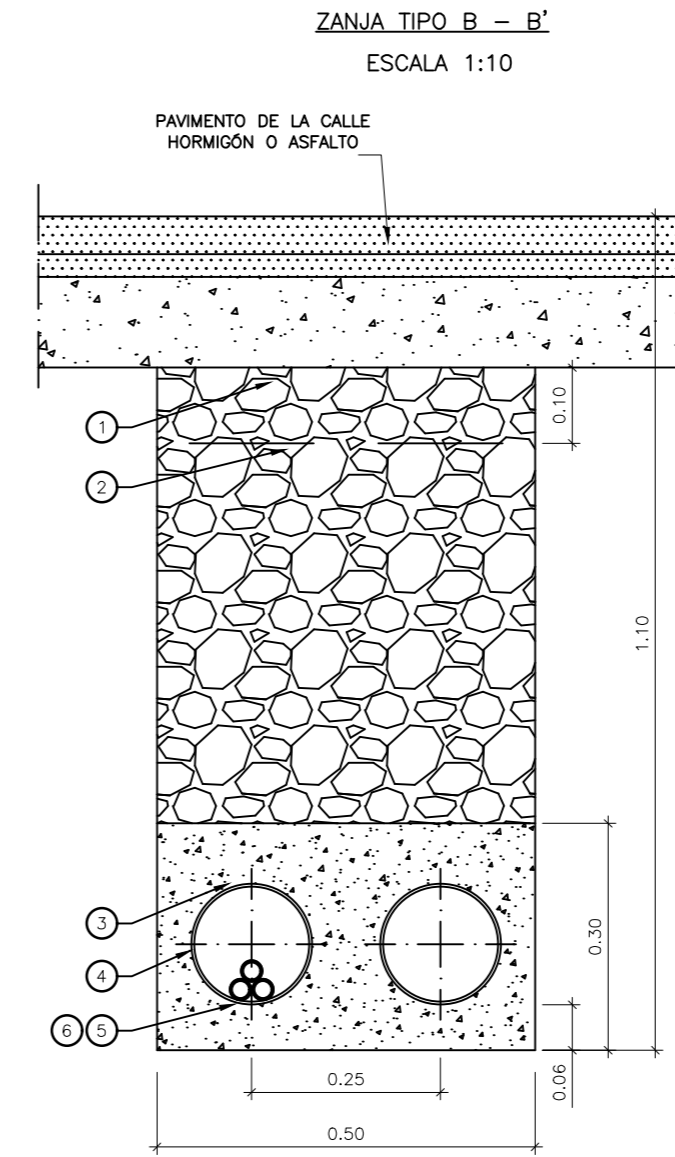
6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Título <b>PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT</b>			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto <b>SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN</b>			Curso 2020/2021
				Plano N° 03 - 05



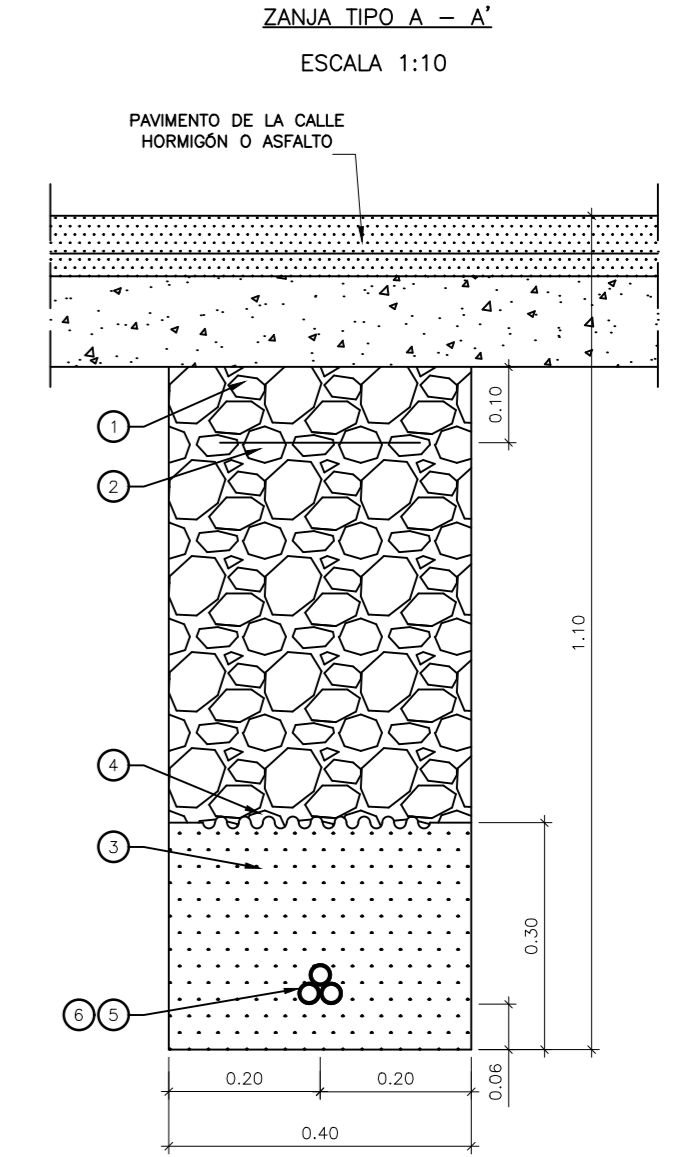
PLANO  
ESCALA 1:250

LEYENDA	
	Línea Subterránea M.T. proyectada
	Tramo entubado
	Línea Aérea M.T. proyectada



- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
  - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
  - LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160mm exterior
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA



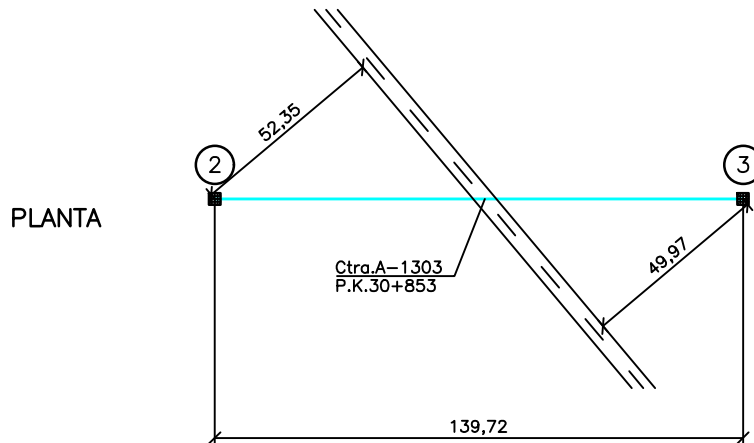
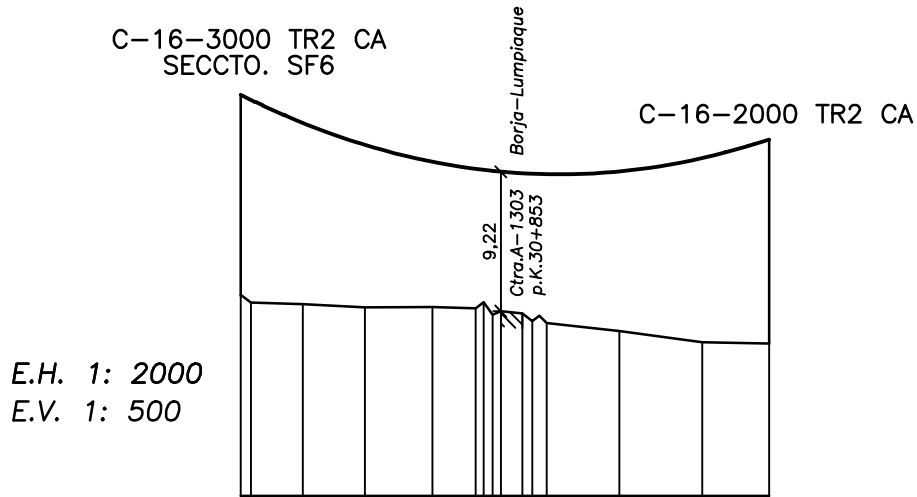
- OBSERVACIONES:**
- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
  - EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	Titulo	PLANTA LÍNEA SUBTERÁNEA MT		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano N° 03 - 06

CRUZAMIENTO CON CTRA. A-1303 EN SU Pk.30+853  
DE GOBIERNO DE ARAGÓN

$$Dv=6,3+0,20=6,50;7(D_{min})<9,22$$



COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
2	641.690	4.611.931
3	641.826	4.611.964

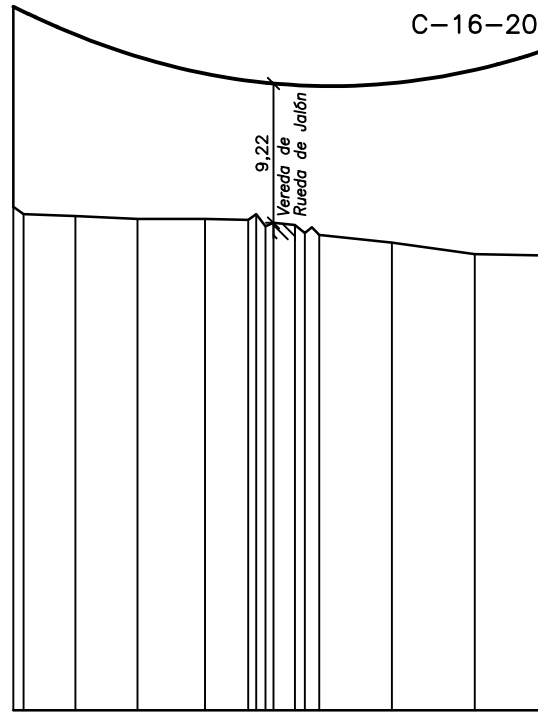
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO			
Comprobado					
Escala INDICADAS	Titulo	AFECCIÓN GOBIERNO DE ARAGÓN		NIA	721007
	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPLIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso	2020/2021
				Plano Nº	04 - 01

CRUZAMIENTO CON VEREDA DE RUEDA DE JALÓN A HOYA REDONDA  
O DE LA ANDREA DE I.N.A.G.A. (VIAS PECUARIAS)

CRUZAMIENTO CON VEREDA DE GAULOR  
DE I.N.A.G.A. (VIAS PECUARIAS)

C-16-3000 TR2 CA  
SECCTO. SF6

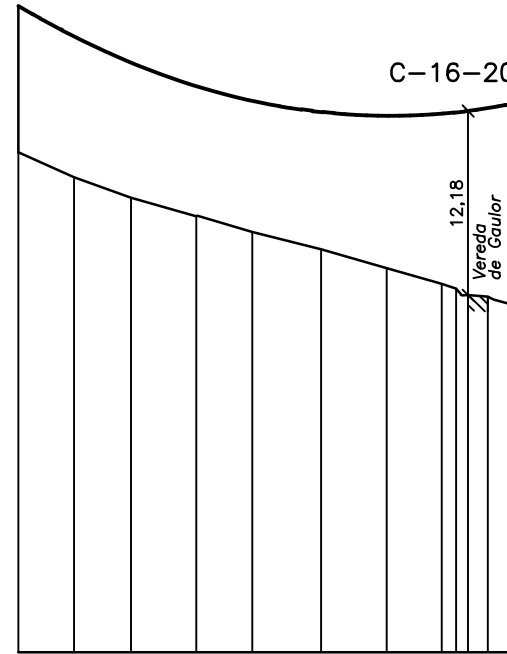
C-16-2000 TR2 CA



E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

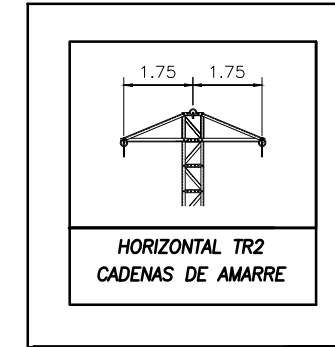
C-14-4500 TR2 CA

C-16-2000 TR2 CA



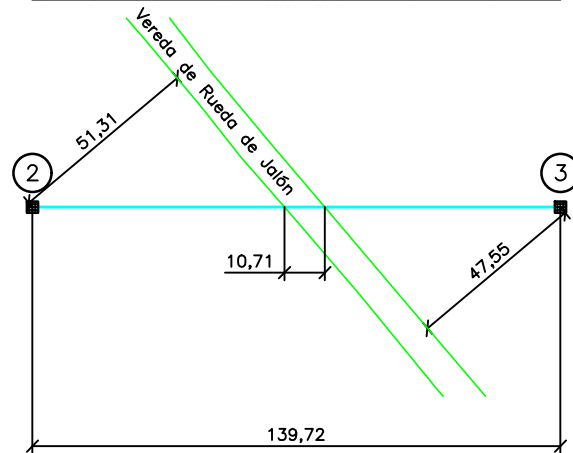
E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E

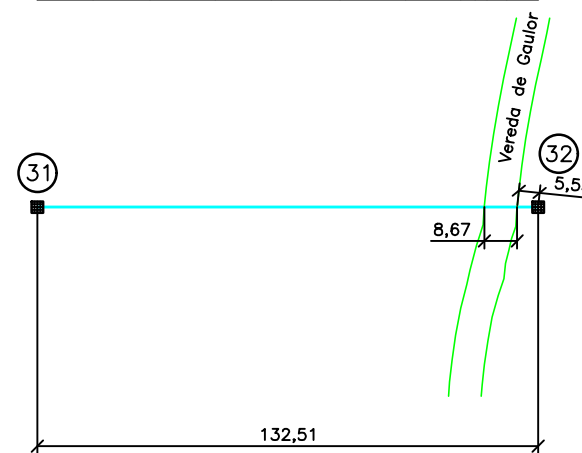


COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
2	641.690	4.611.931
3	641.826	4.611.964
31	644.812	4.614.855
32	644.932	4.614.799

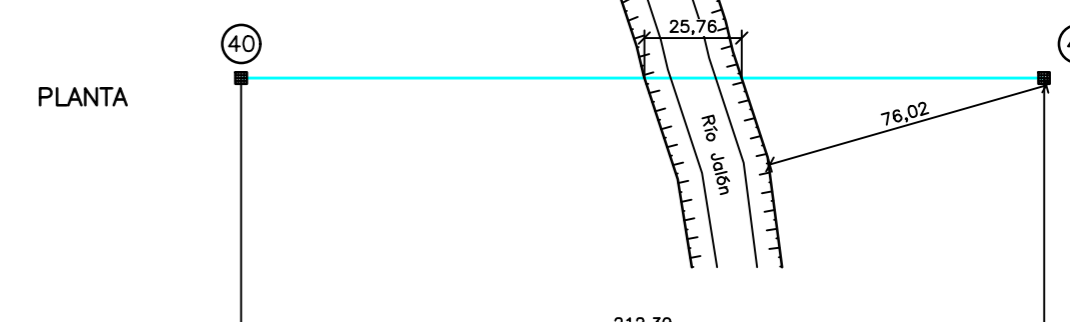
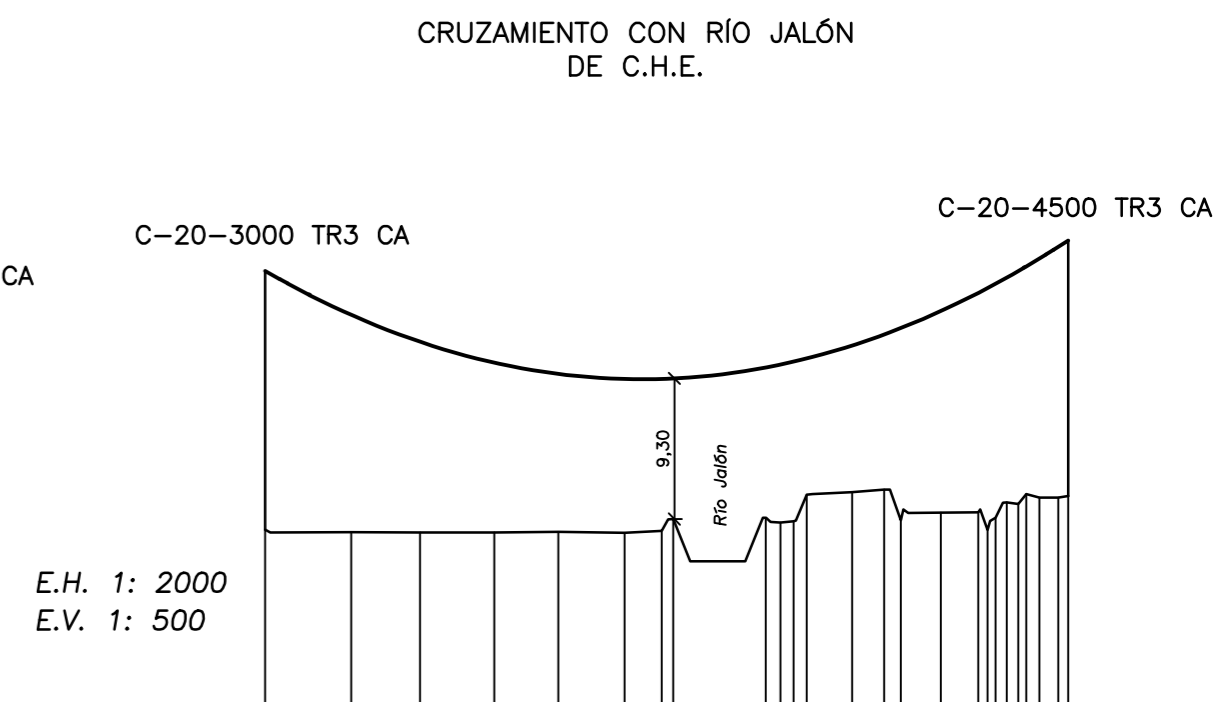
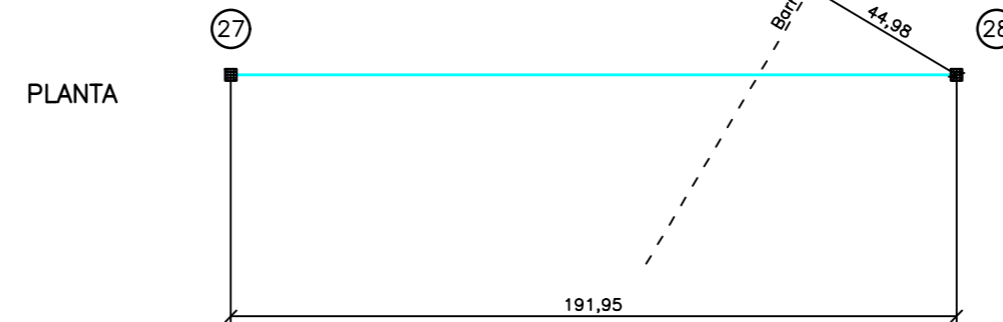
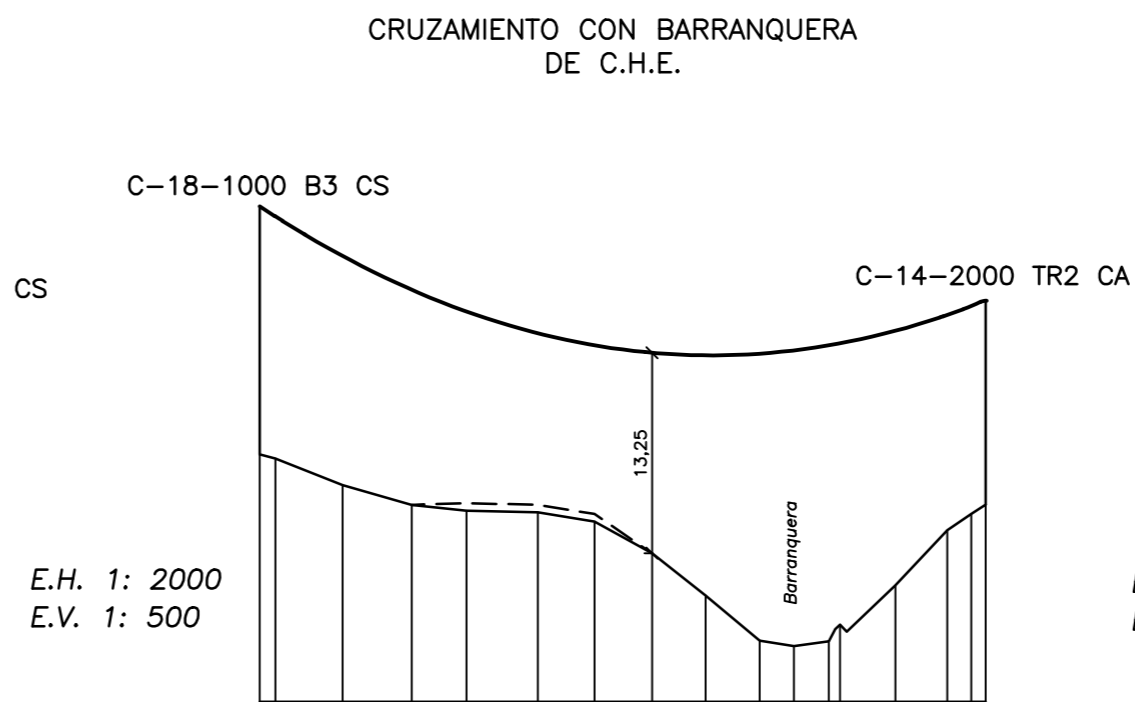
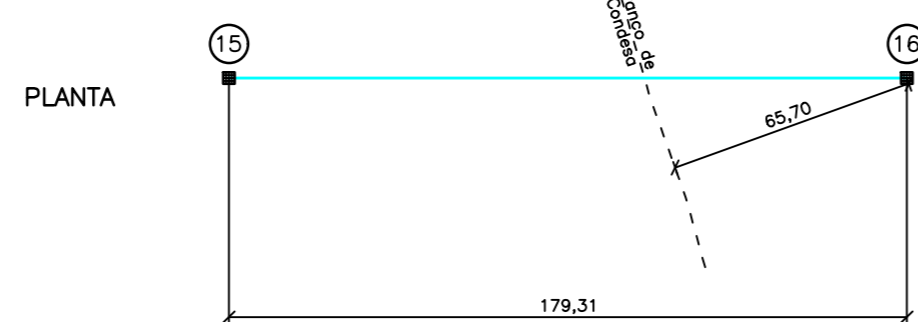
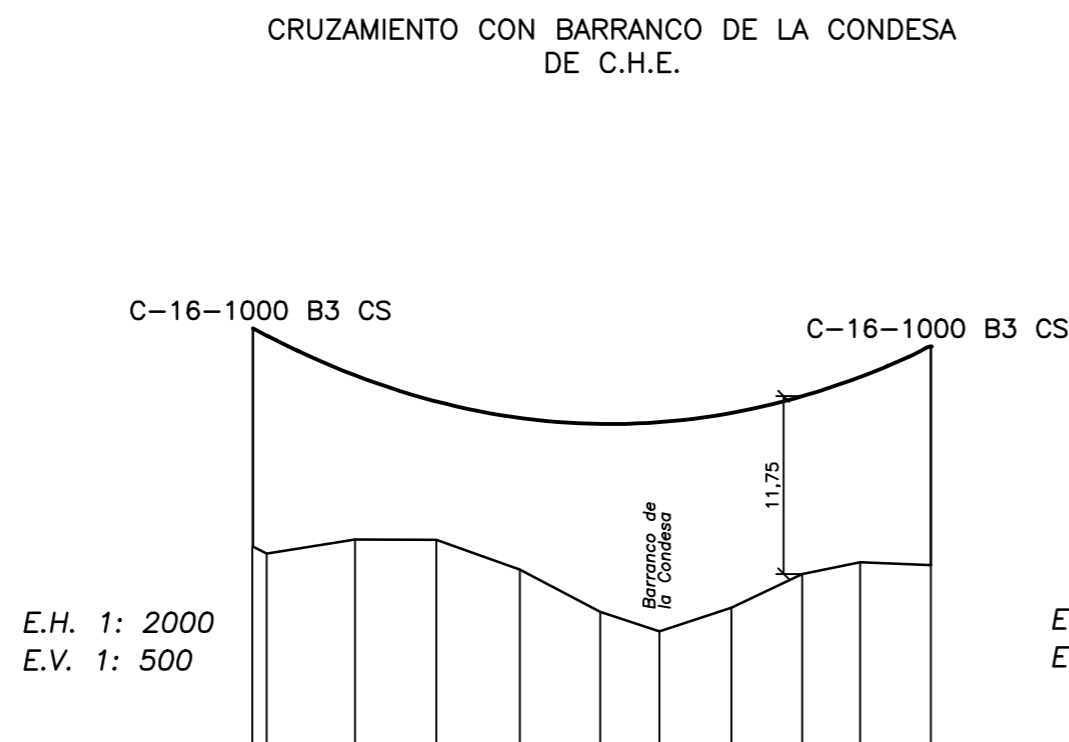
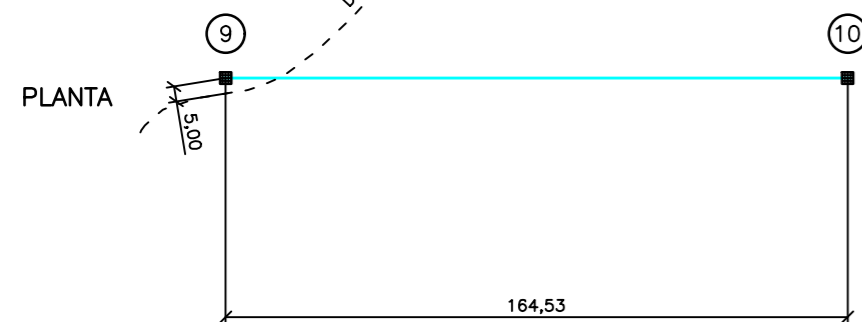
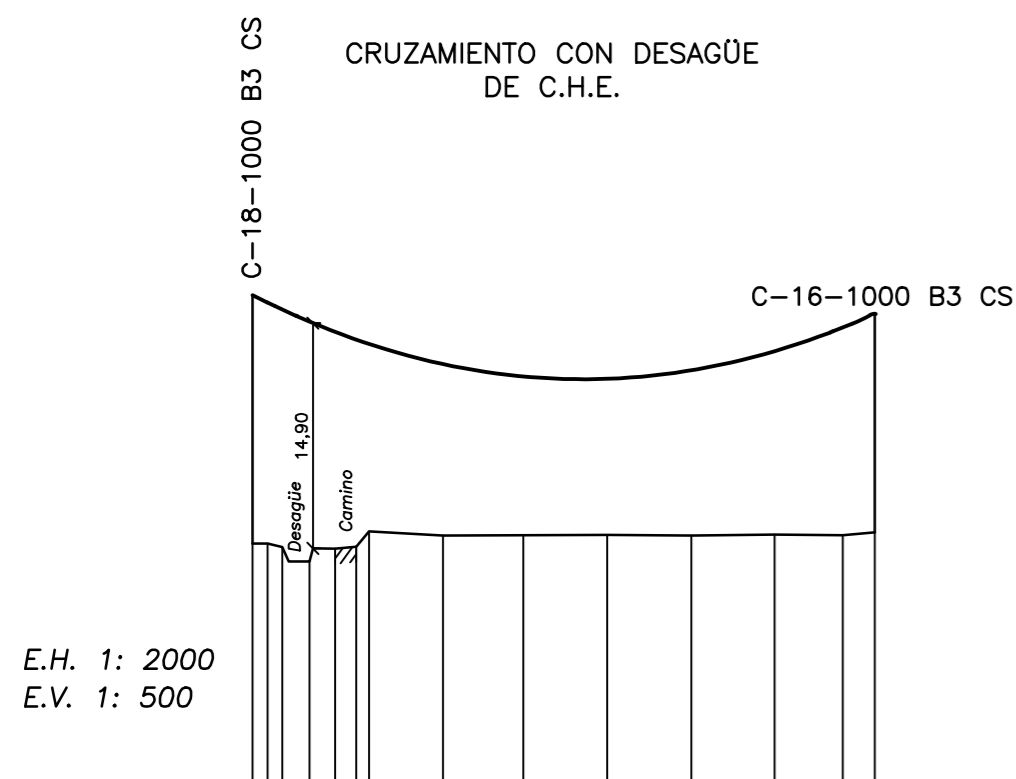
PLANTA



PLANTA



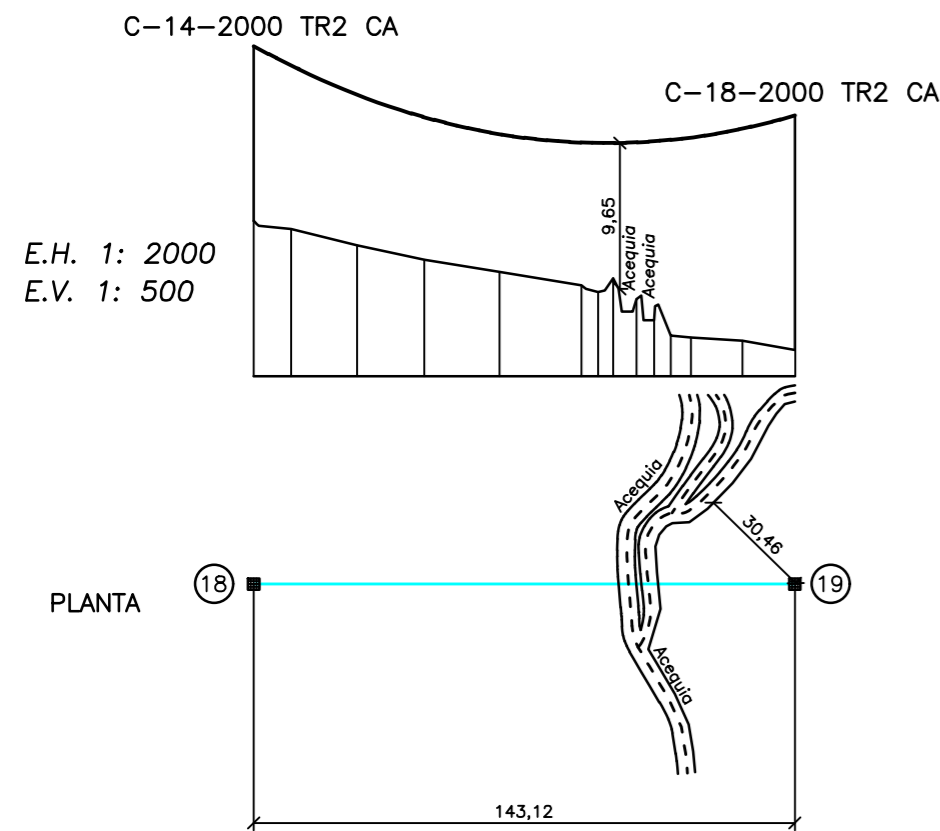
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo AFECCIÓN INAGA (VÍAS PECUARIAS)			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano Nº 04 - 02



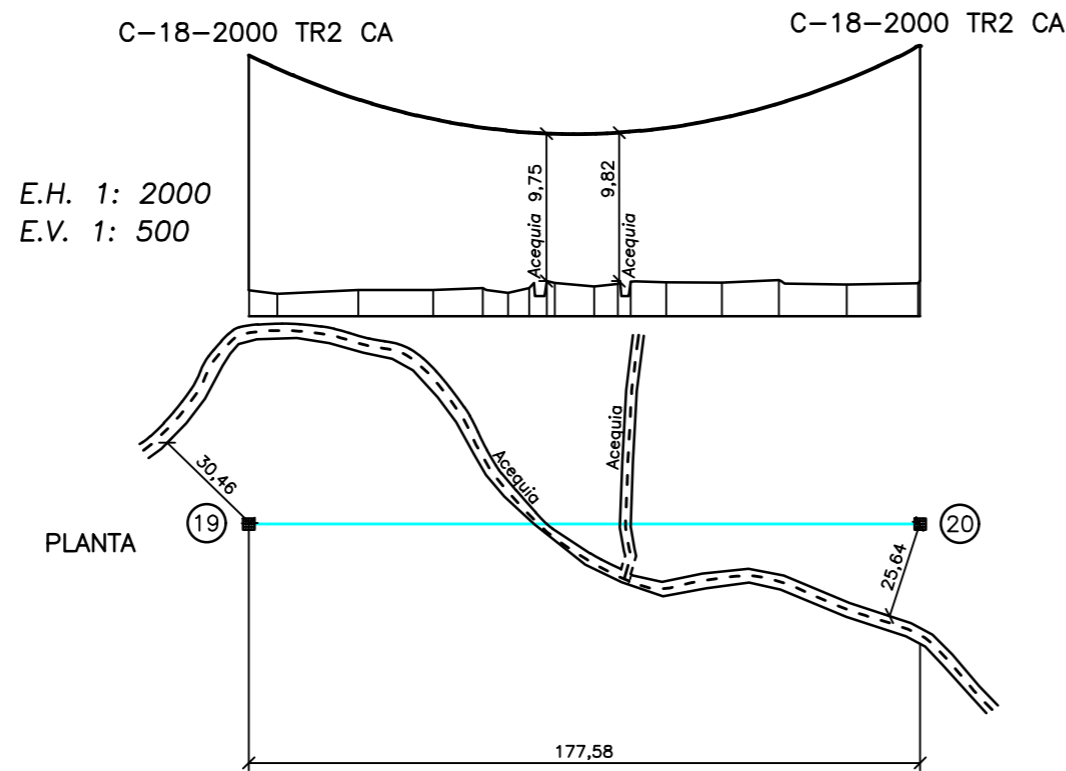
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
9	642.570	4.612.509
10	642.682	4.612.629
15	643.205	4.613.163
16	643.332	4.613.290
27	644.427	4.614.445
28	644.558	4.614.585
40	645.996	4.614.465
41	646.199	4.614.530

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escales	Titulo	AFECCIÓN C.H.E.		NIA
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso
				Plano Nº
				721007
				2020/2021
				04 - 03

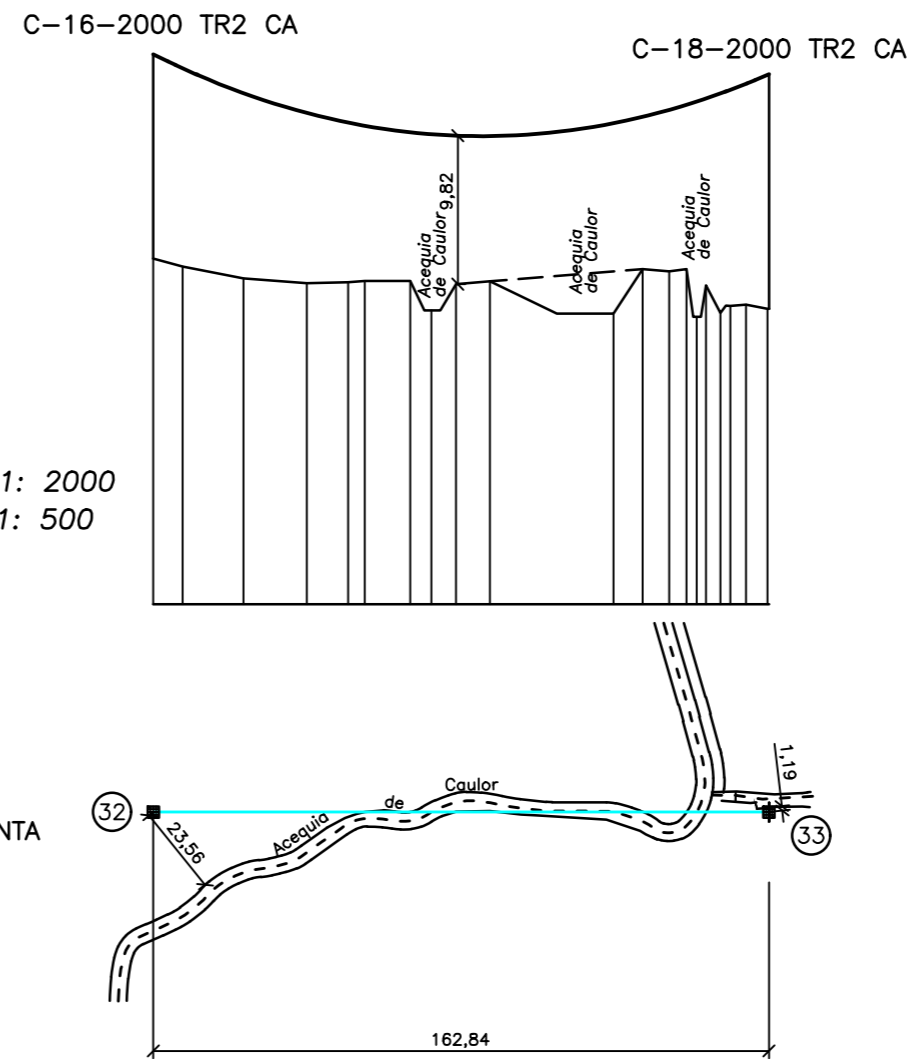
CRUZAMIENTO CON ACEQUIAS  
DE CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR  
DE PLASENCIA DE JALÓN



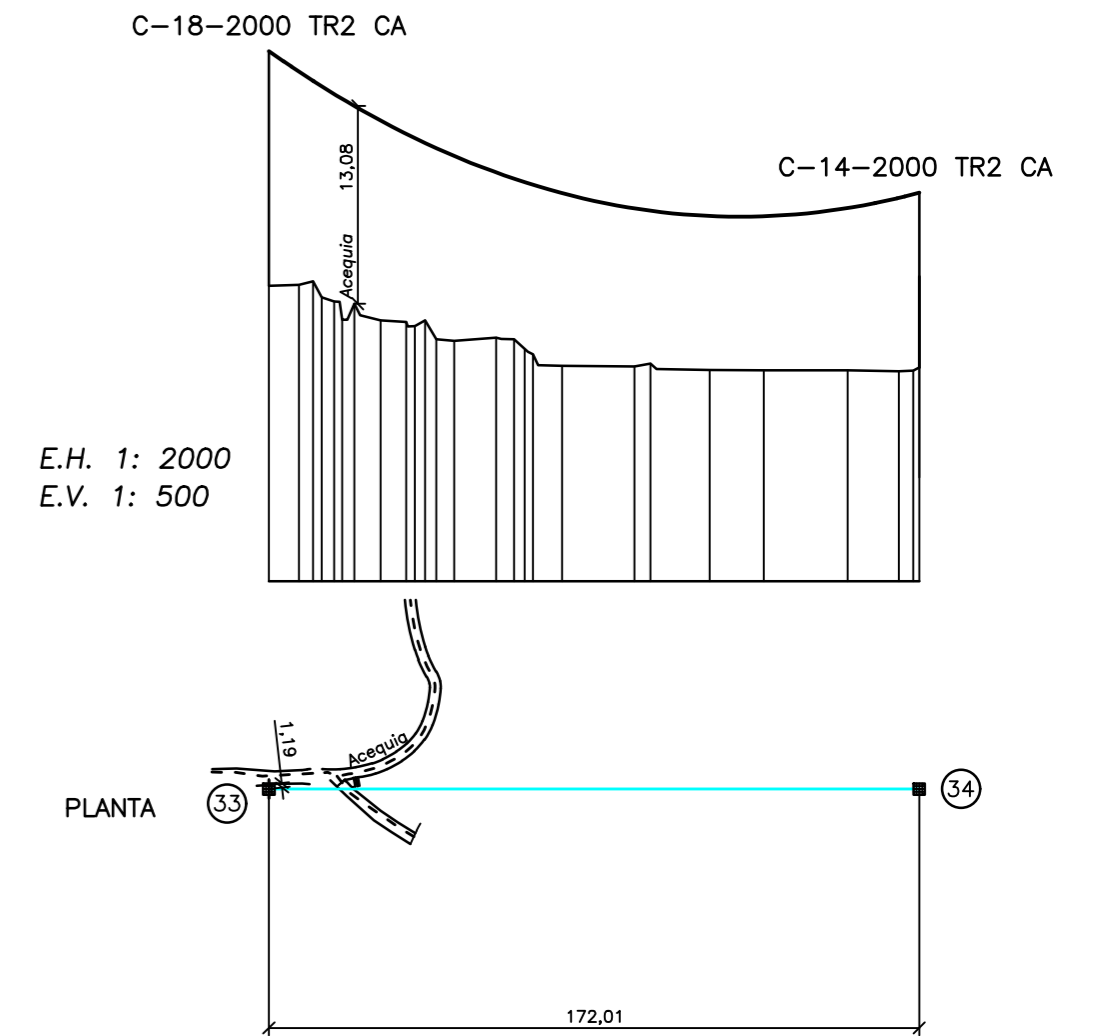
CRUZAMIENTO CON ACEQUIAS  
DE CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR  
DE PLASENCIA DE JALÓN



CRUZAMIENTOS CON ACEQUIA DE CAULOR  
DE CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR  
DE PLASENCIA DE JALÓN



CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR  
DE PLASENCIA DE JALÓN



COORDENADAS UTM ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
18	643.476	4.613.435
19	643.574	4.613.539
20	643.696	4.613.668
32	644.932	4.614.799
33	645.080	4.614.731
34	645.237	4.614.660

	Fecha	Nombre	Firma:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	NIA	721007
Comprobado				Curso	2020/2021
INDICADAS	Título AFECCIÓN CDAD. REGANTES LONGÁS O CAULOR Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Plano Nº	04 - 04

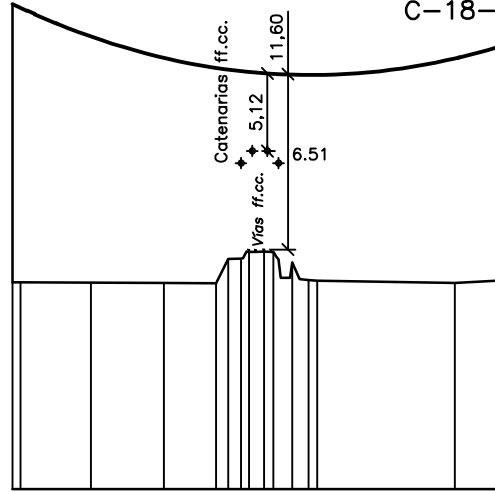
CRUZAMIENTO CON L.A.V. MADRID-ZARAGOZA  
EN SU Pk.303+539 DE ADIF

$$D_v = 3,5 + 0,20 = 3,70; 4(D_{min}) < 5,12$$

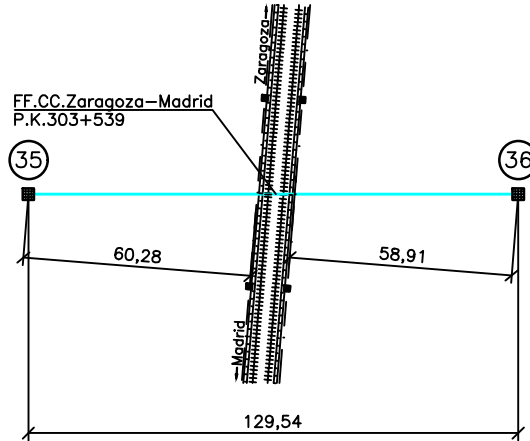
C-20-1000 B3 CS

C-18-2000 TR2 CA

E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

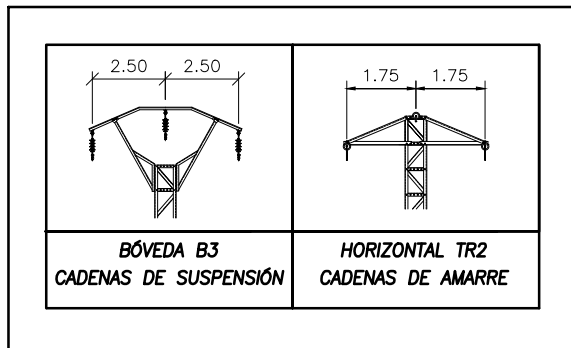


PLANTA



DISPOSICION DE ARMADOS

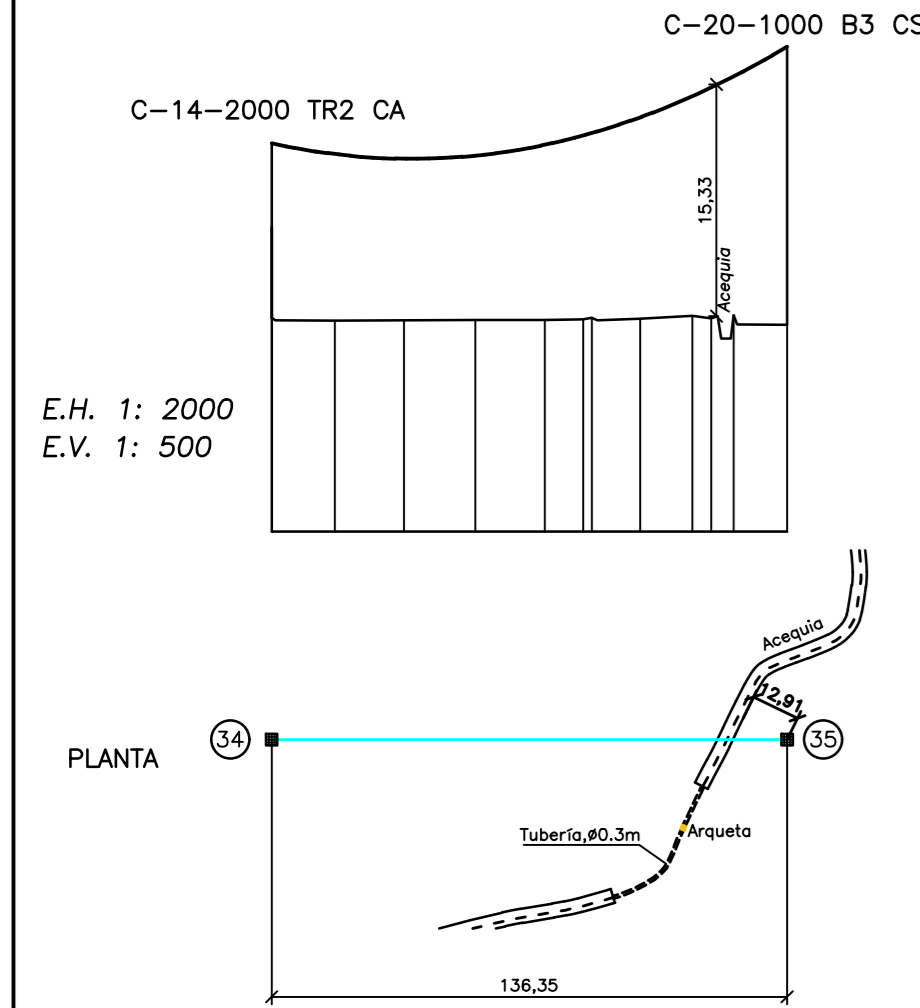
ESCALA: S/E



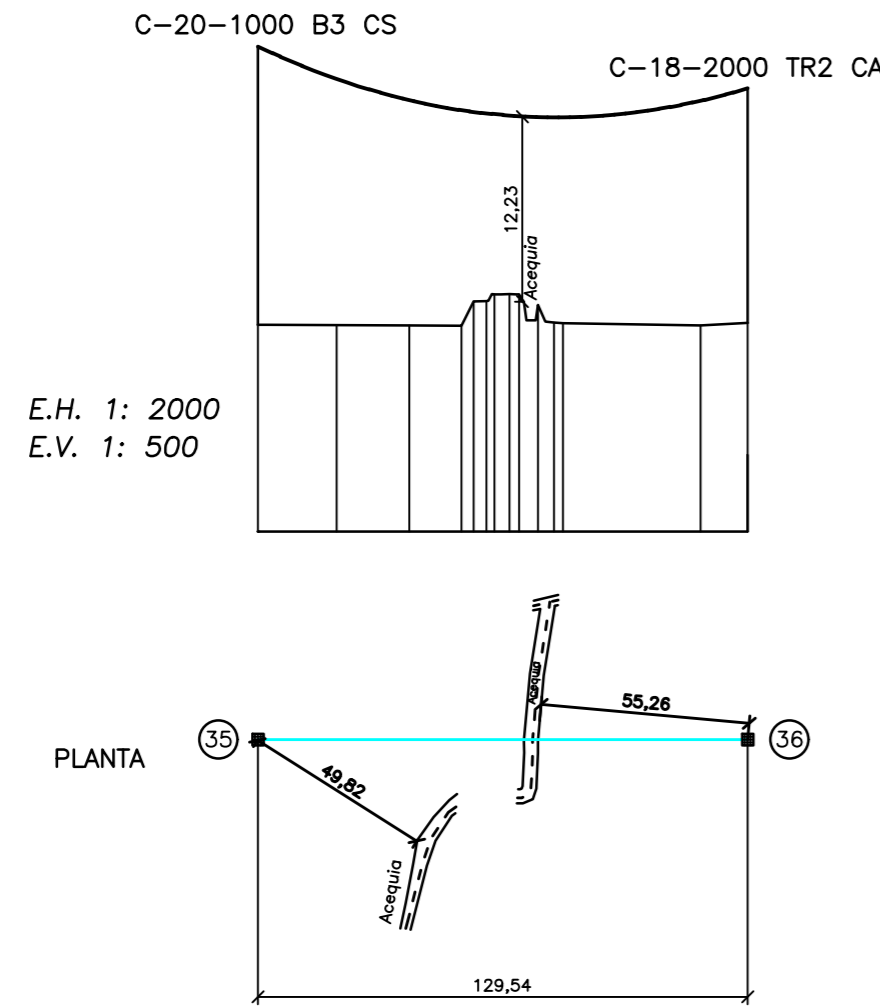
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
35	645.356	4.614.593
36	645.469	4.614.530

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo	AFECCIÓN ADIF		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 04 - 05

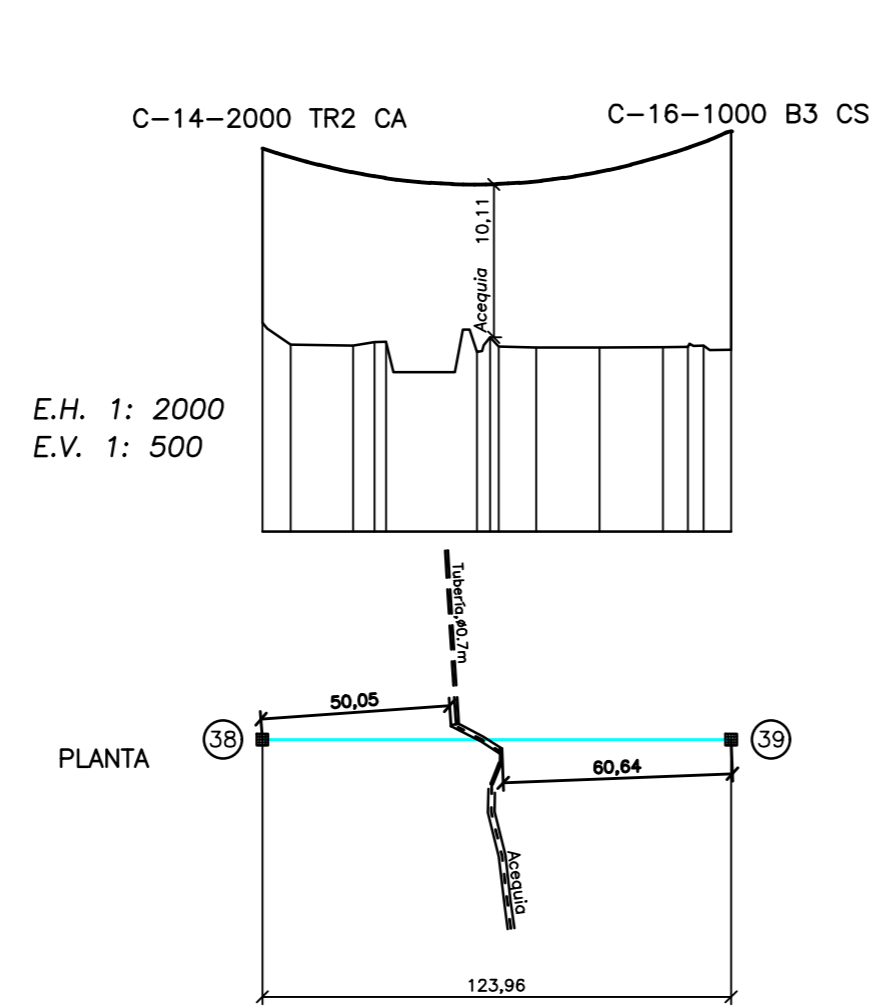
CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



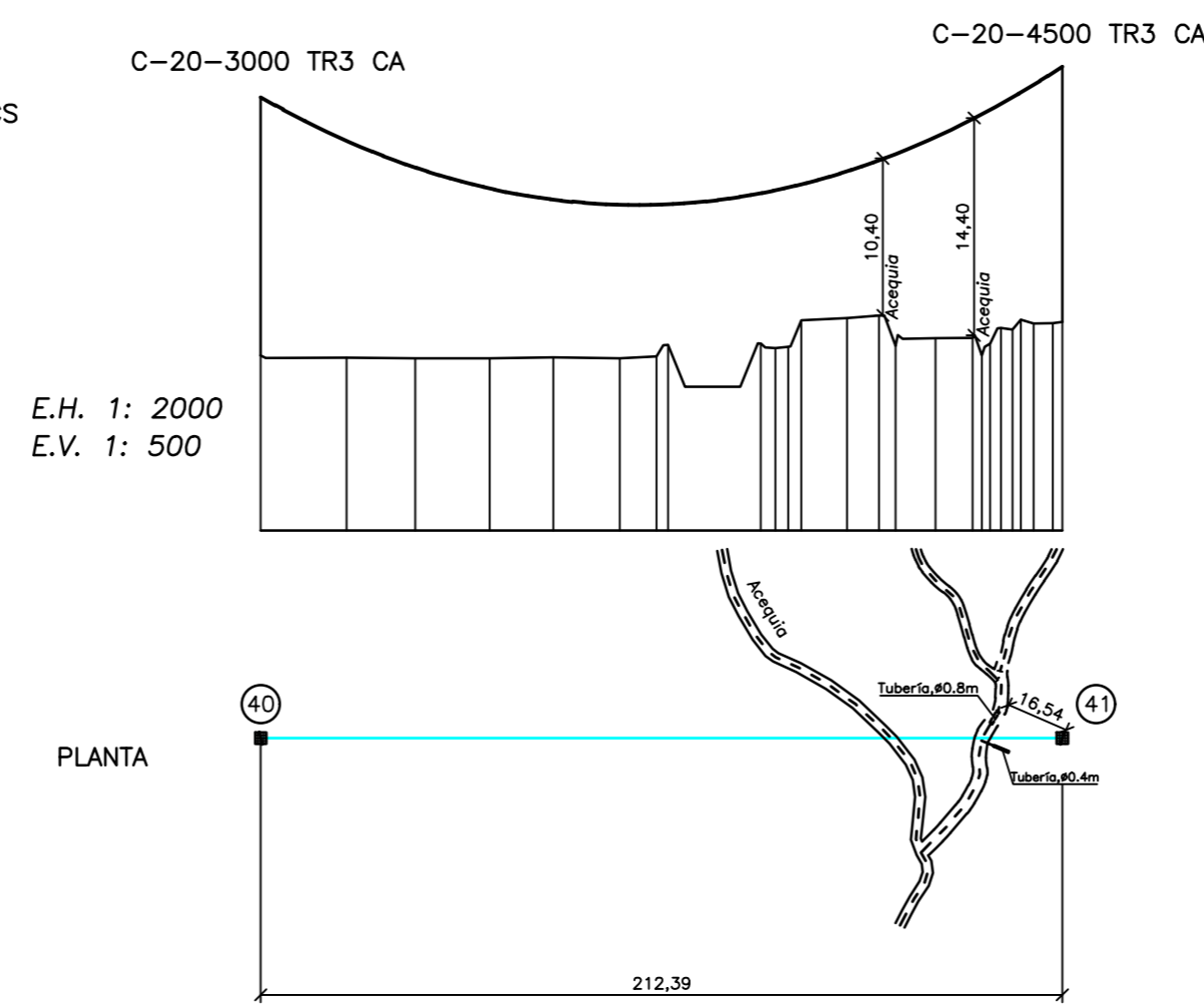
CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



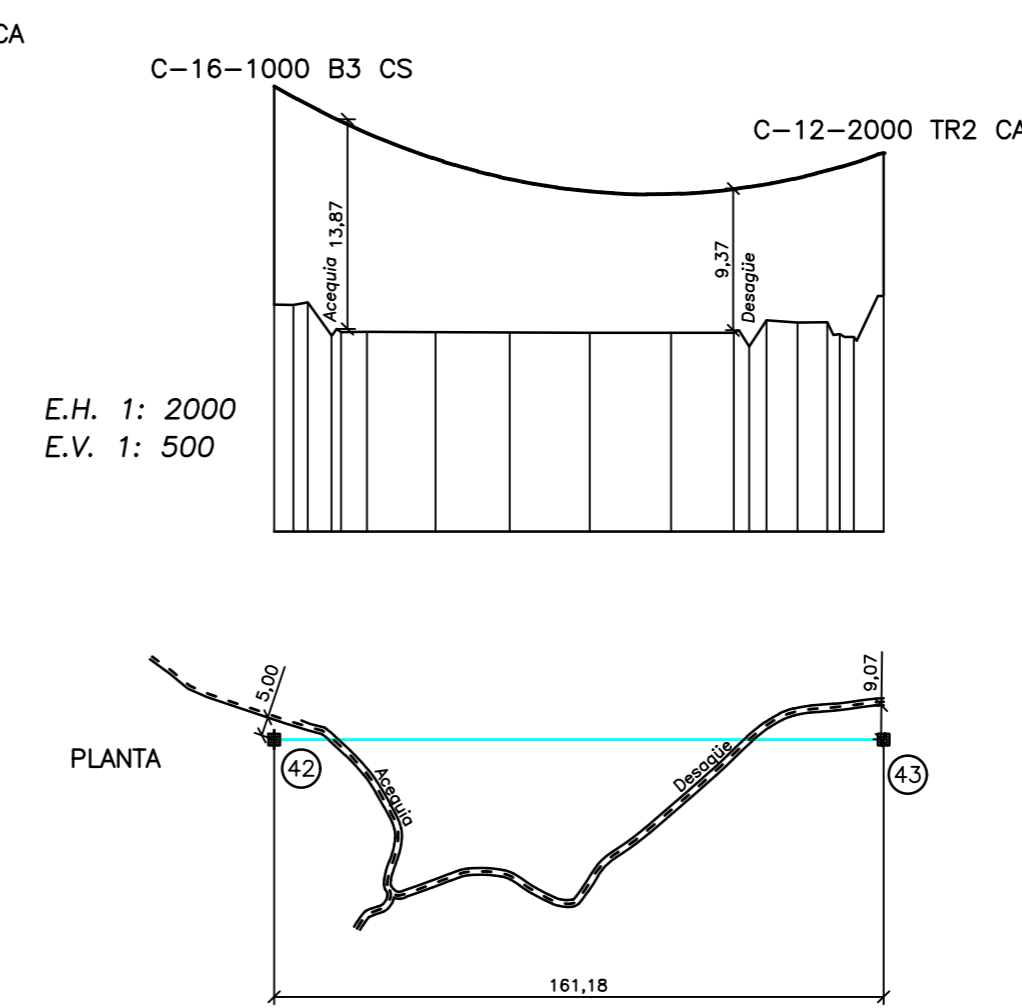
CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



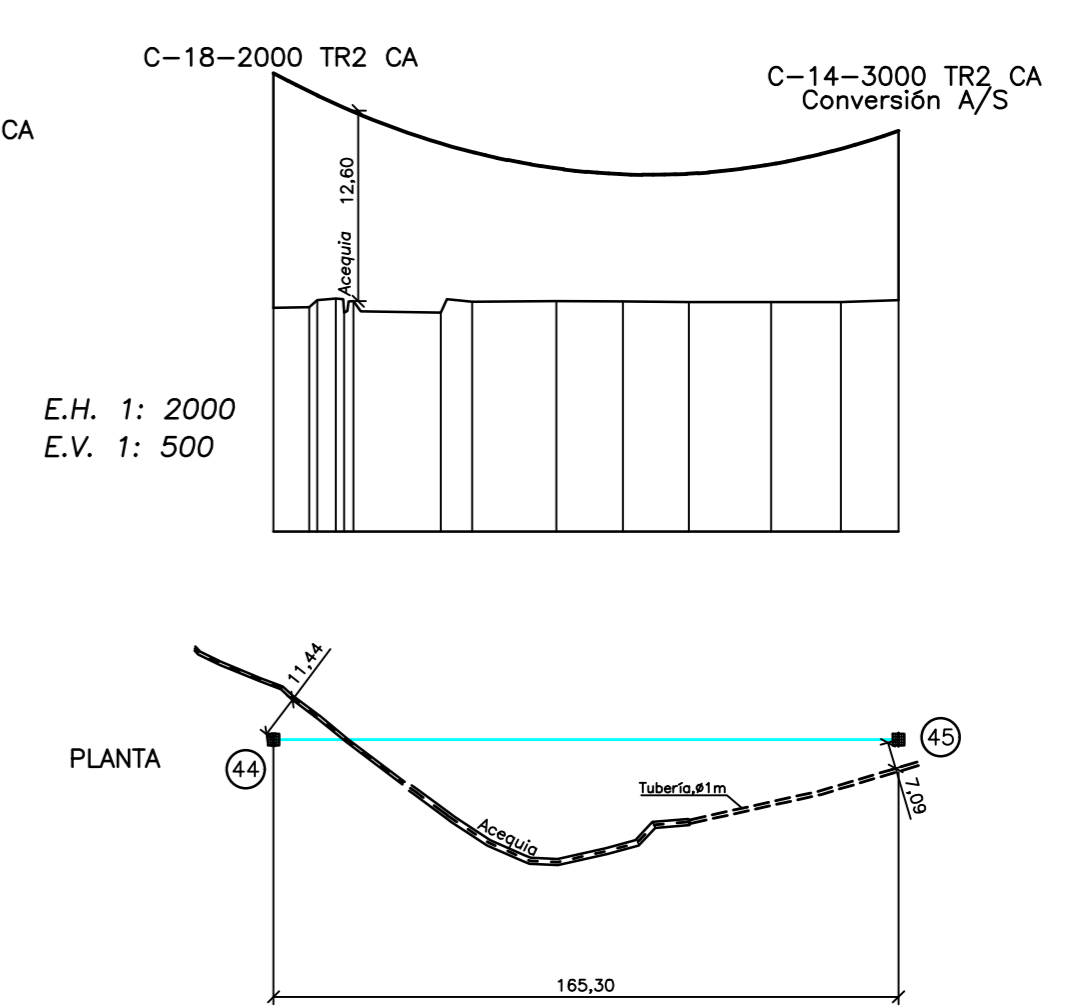
CRUZAMIENTOS CON ACEQUIAS  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



CRUZAMIENTOS CON ACEQUIA Y DESAGÜE  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES



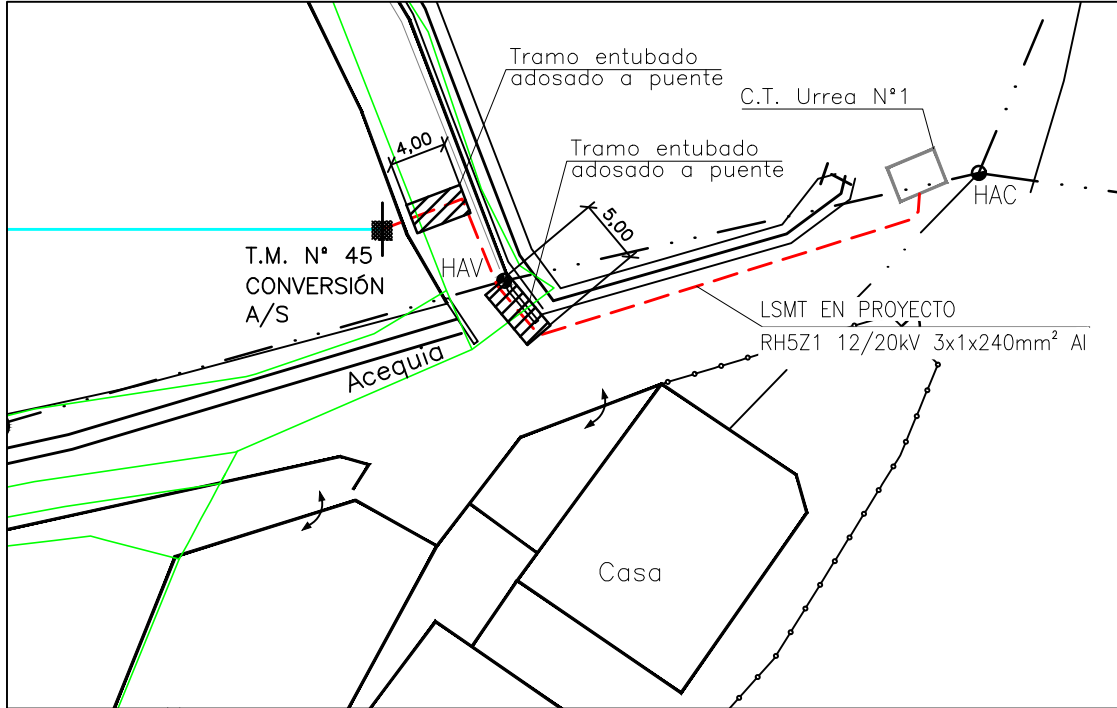
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
Nº APOYO	X	Y
34	645.237	4.614.660
35	645.356	4.614.593
36	645.469	4.614.530
38	645.741	4.614.496
39	645.864	4.614.481
40	645.996	4.614.465
41	646.199	4.614.530
42	646.344	4.614.489
43	646.499	4.614.445
44	646.604	4.614.365
45	646.764	4.614.325

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Título AFECCIÓN HDAD. URREA DE JALÓN			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano Nº 04 - 06.1



**CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE LA HERMANDAD DE URREA DE JALON,  
PLASENCIA DE JALON, BARDALLUR Y BARBOLES**

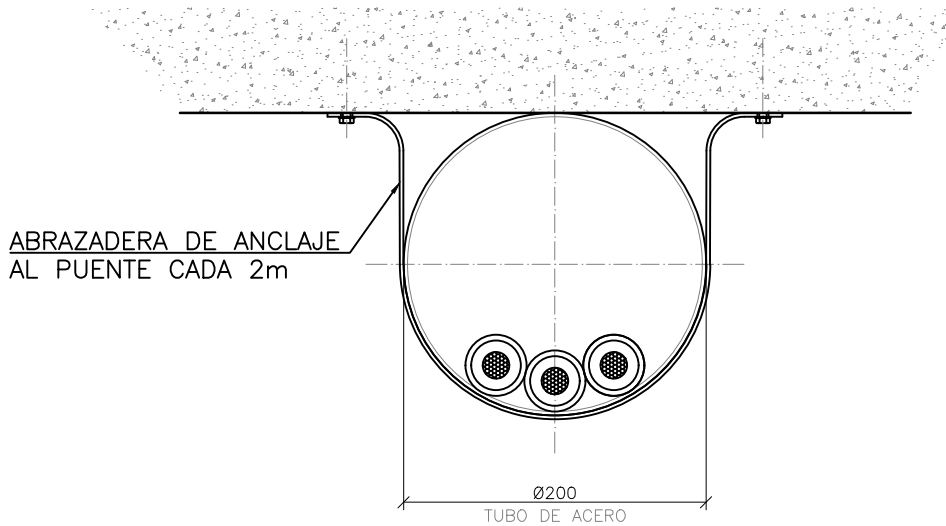
DATUM: ETRS89 HUSO 30	
COORDENADA X	COORDENADA Y
646.772	4.614.318




PLANTA DE LSMT  
ESCALA 1:250

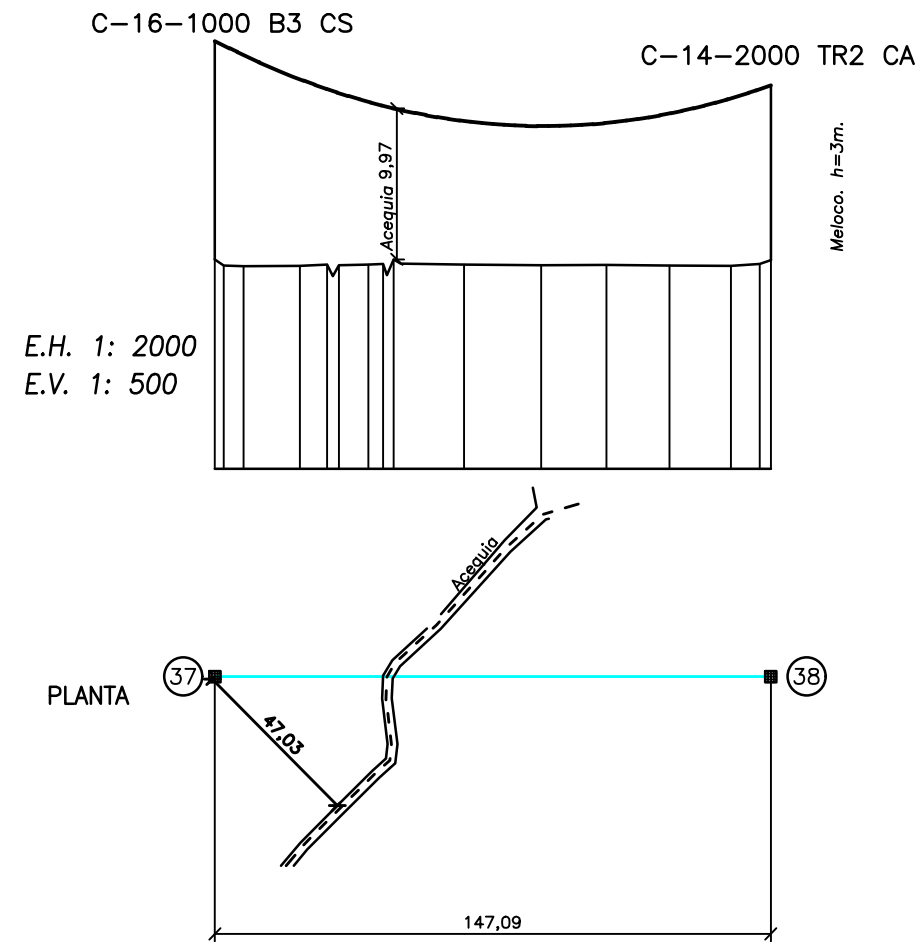
CANALIZACIÓN PARA 1 TERNA DE M.T.  
CRUCE CON ACEQUIA  
CONDUCTOR ENTUBADO EN TUBO DE ACERO

ESCALA 1:5

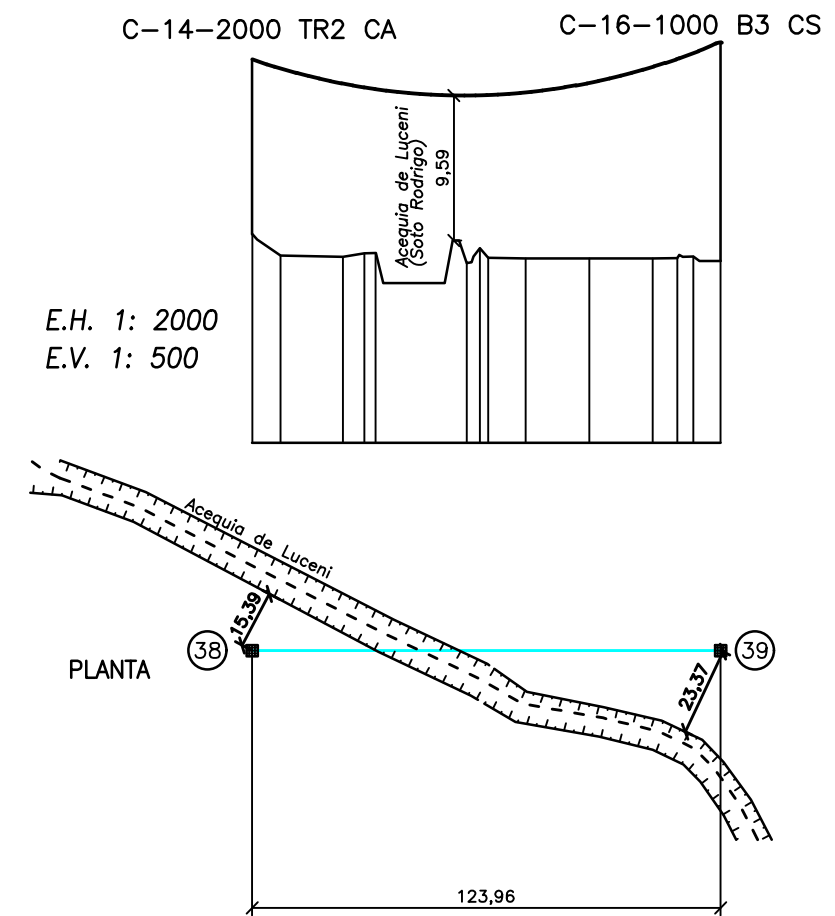


	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	
<i>Dibujado</i>	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>		
<i>Comprobado</i>					
<i>Escala INDICADAS</i>	<i>Titulo</i>	<b>AFECCIÓN HDAD. URREA DE JALÓN</b>		<i>NIA</i>	721007
	<i>Proyecto</i>	<b>SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN</b>		<i>Curso</i>	2020/2021
				<i>Plano N°</i>	04 - 06.2

CRUZAMIENTO CON ACEQUIA  
DE SINDICATO DE RIEGOS DE LA REAL ACEQUIA DE LUCENI

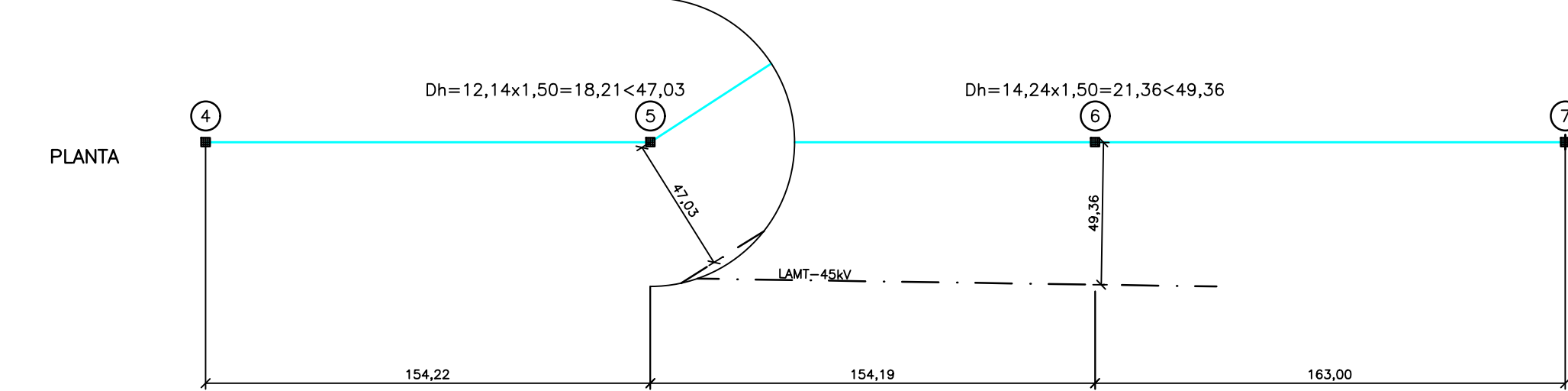
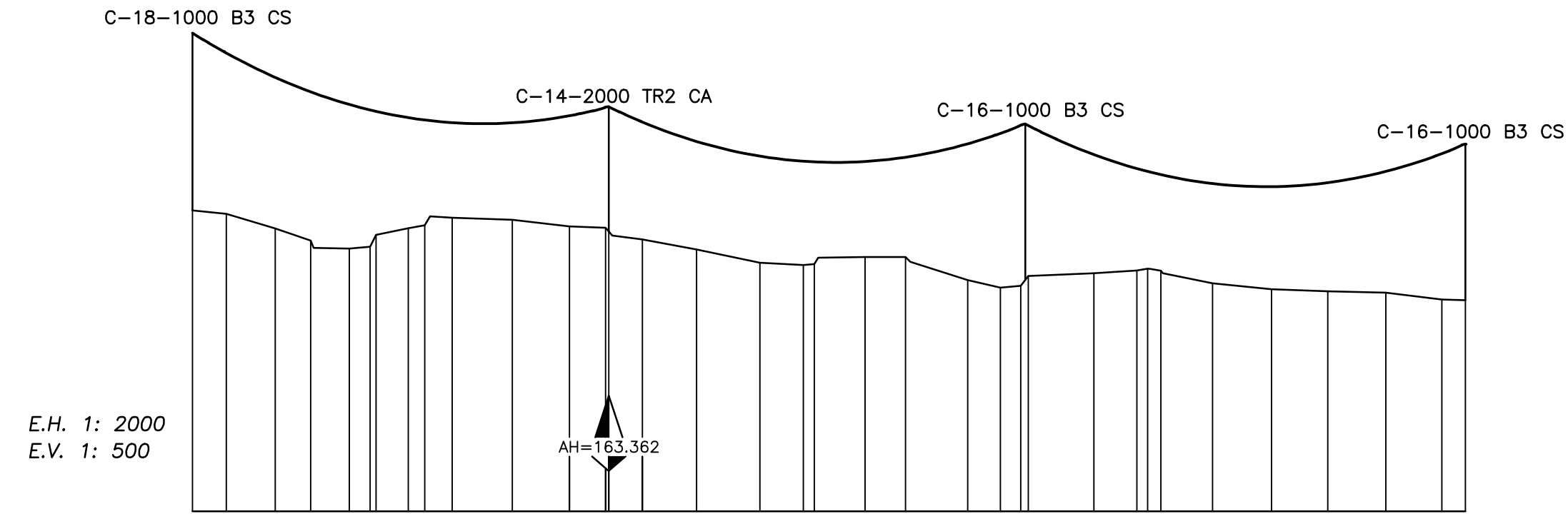


CRUZAMIENTO CON ACEQUIA DE LUCENI  
DE SINDICATO DE RIEGOS DE LA REAL ACEQUIA DE LUCENI



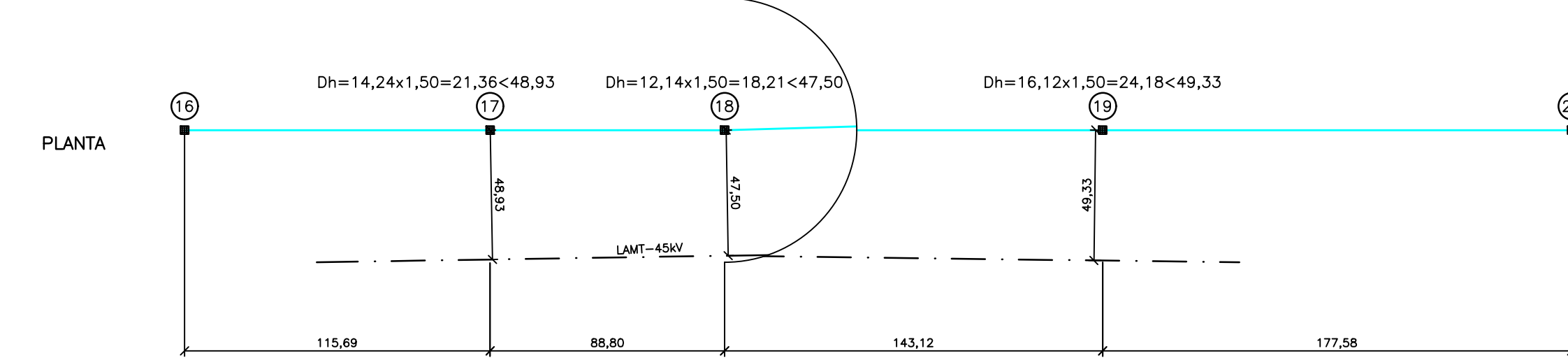
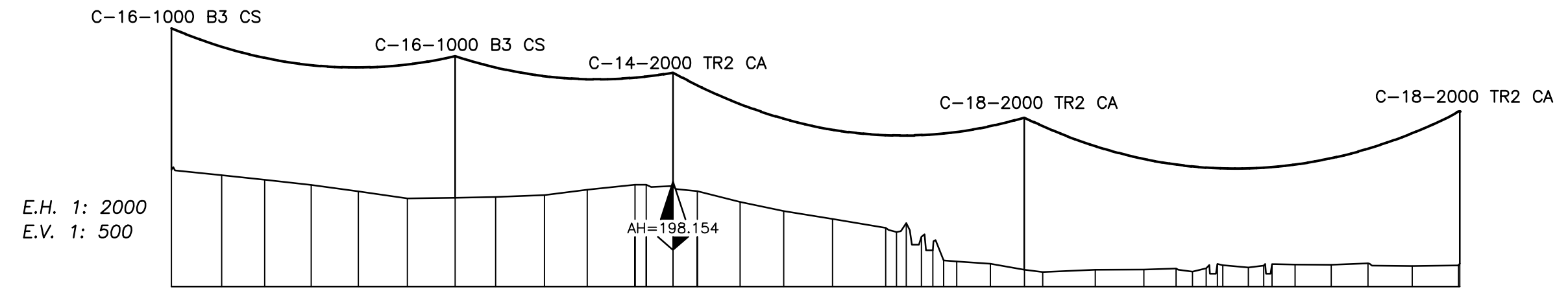
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo AFECCIÓN RIEGOS R. ACEQUIA LUCENI			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano Nº 04 - 07

PARALELISMO CON LAMT 45kV  
SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE APOYOS N°12 Y N°15  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN



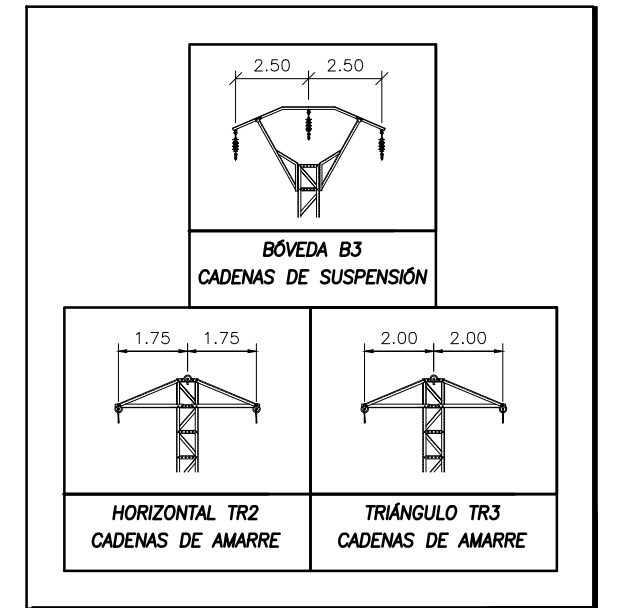
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
N° APOYO	X	Y
4	641.980	4.612.002
5	642.129	4.612.039
6	642.235	4.612.152
7	642.346	4.612.271

PARALELISMO CON LAMT 45kV  
SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE APOYOS N°24 Y N°28  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN



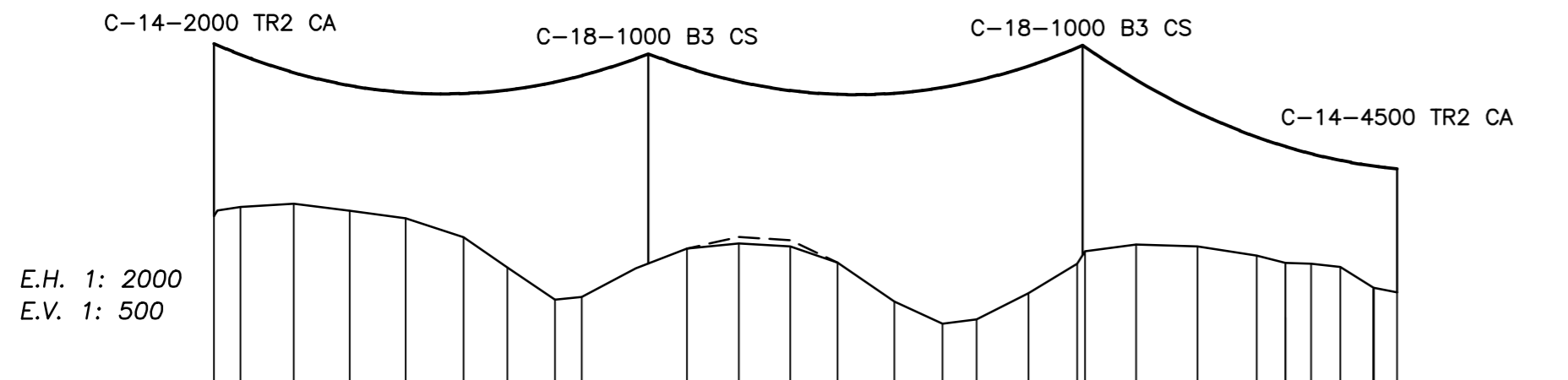
COORDENADAS UTM		
ETRS89 H30		
N° APOYO	X	Y
16	643.332	4.613.290
17	643.413	4.613.372
18	643.476	4.613.435
19	643.574	4.613.539
20	643.696	4.613.668

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E

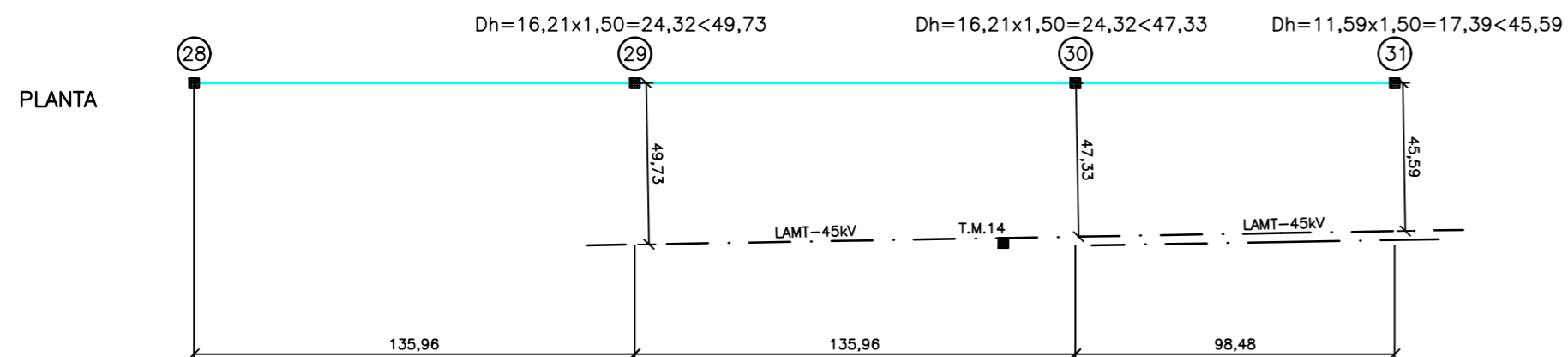


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>[Signature]</i>	
Comprobado				
Escales	Titulo	AFECCIÓN ENDESA DISTRIBUCIÓN		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano N° 04 - 08.1

PARALELISMO CON LAMT 45kV  
SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE APOYOS N°36 Y N°39  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN



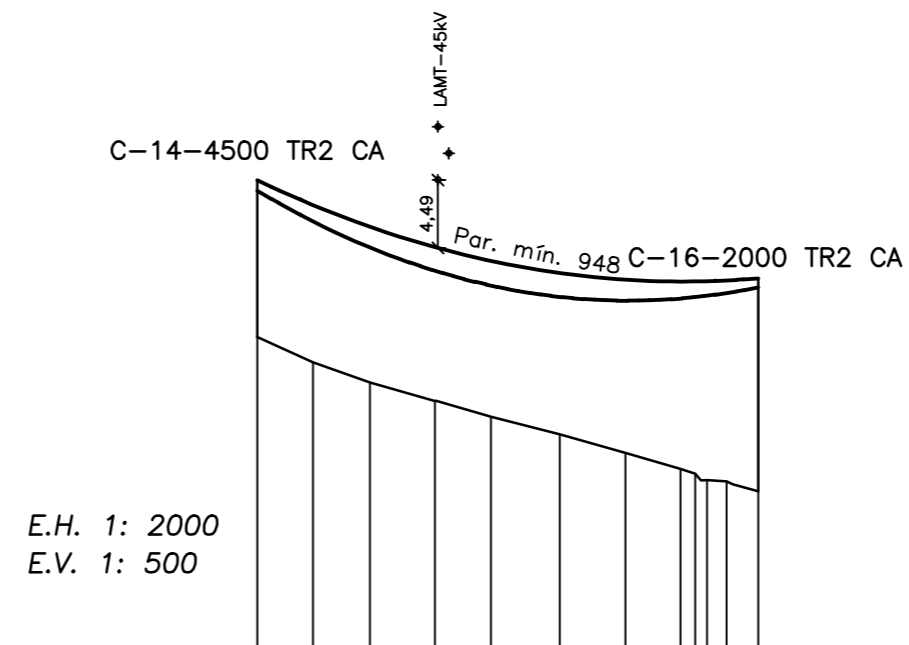
E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500



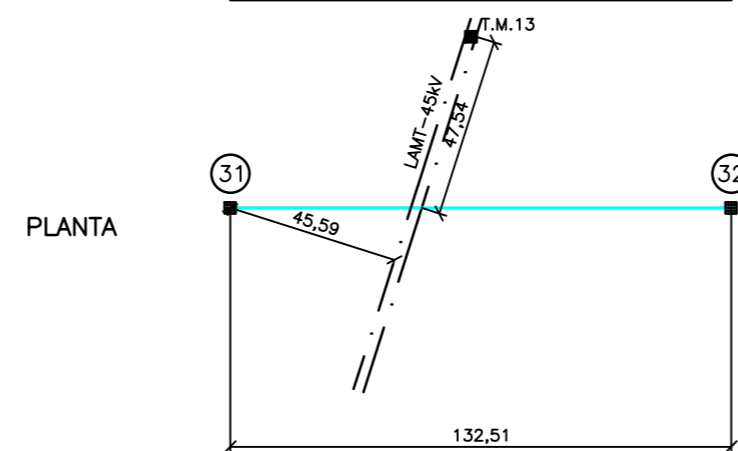
COORDENADAS UTM ETRS89 H30		
N° APOYO	X	Y
28	644.558	4.614.585
29	644.651	4.614.684
30	644.744	4.614.783
31	644.812	4.614.855

CRUZAMIENTO LA 45kV SE RUEDA DE JALÓN-SE RENFE PLASENCIA  
ENTRE SUS APOYOS N°13 Y N°14  
DE ENDESA DISTRIBUCIÓN

$$Dv=2,50+0,70=3,20<4,49$$

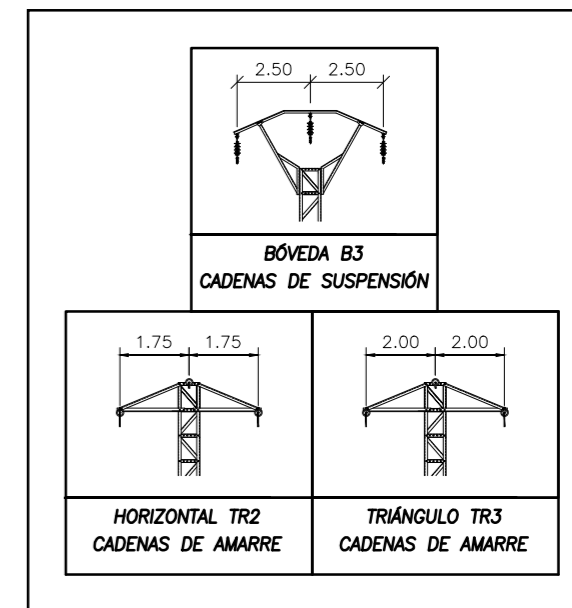


E.H. 1: 2000  
E.V. 1: 500

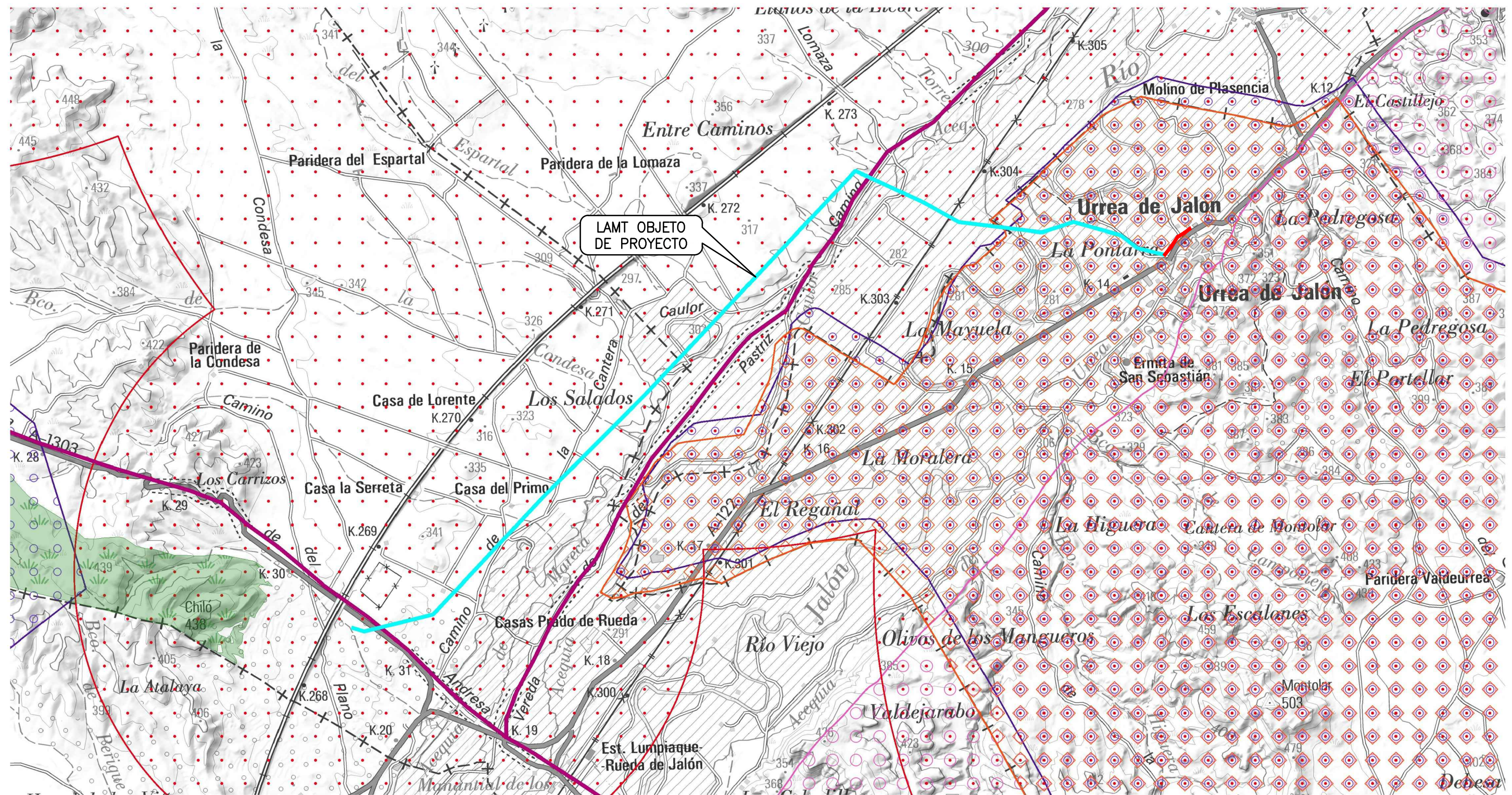


COORDENADAS UTM ETRS89 H30		
N° APOYO	X	Y
31	644.812	4.614.855
32	644.932	4.614.799

DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Título <b>AFECCIÓN ENDESA DISTRIBUCIÓN</b>			NIA 721007
INDICADAS	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano N° 04 - 08.2

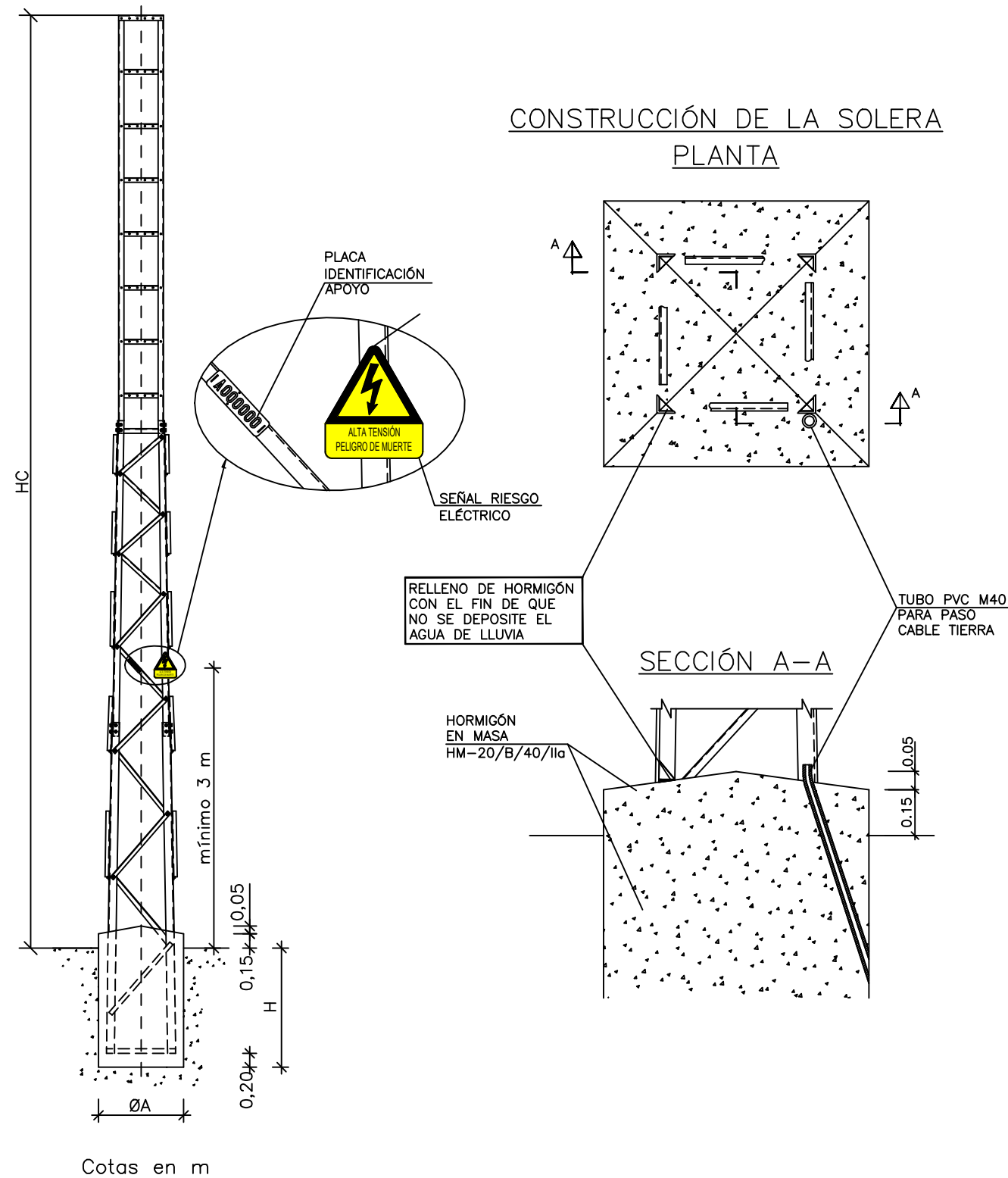


**Leyenda**

- VÍAS PECUARIAS
- ÁMBITO DE PROTECCIÓN CERNÍCALO PRIMILLA
- ÁREA CRÍTICA CERNÍCALO PRIMILLA
- RED NATURA
- ZONAS PROTECCIÓN RD 1432/2008
- RMA\_MONTES\_RECINTOS



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Título		NIA	
1:25.000	AFECCIONES MEDIO AMBIENTE		721007	
	Proyecto		Curso	
	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		2020/2021	
			Plano Nº	
			05	

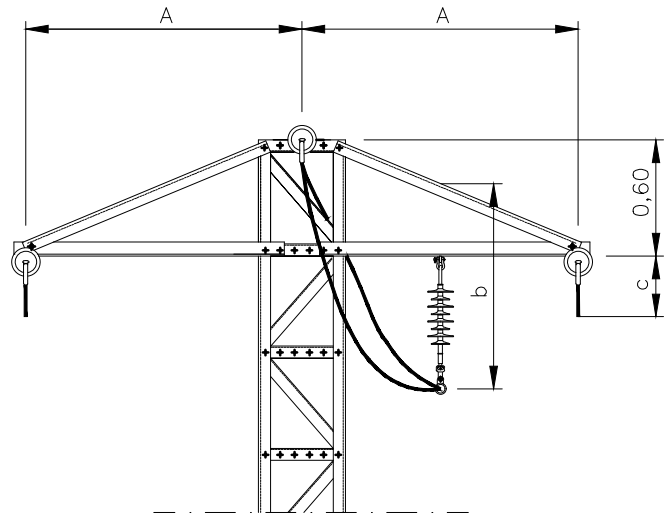


TIPO CELOSÍA	ALTURA ÚTIL (1) m.	CIMENTACIÓN (EXCAVACIÓN)		
		ØA (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )
C-1000-14	12,28	1,01	1,72	1,75
C-1000-16	14,24	1,07	1,76	2,02
C-1000-18	16,21	1,15	1,79	2,37
C-1000-20	18,20	1,22	1,82	2,71
C-2000-12	10,04	0,97	1,96	1,84
C-2000-14	12,14	1,05	2,01	2,22
C-2000-16	14,09	1,13	2,05	2,62
C-2000-18	16,12	1,22	2,08	3,10
C-3000-14	11,80	1,06	2,20	2,47
C-3000-16	13,86	1,16	2,24	3,01
C-3000-20	17,71	1,33	2,29	4,05
C-4500-14	11,59	1,09	2,41	2,86
C-4500-20	17,50	1,38	2,50	4,76

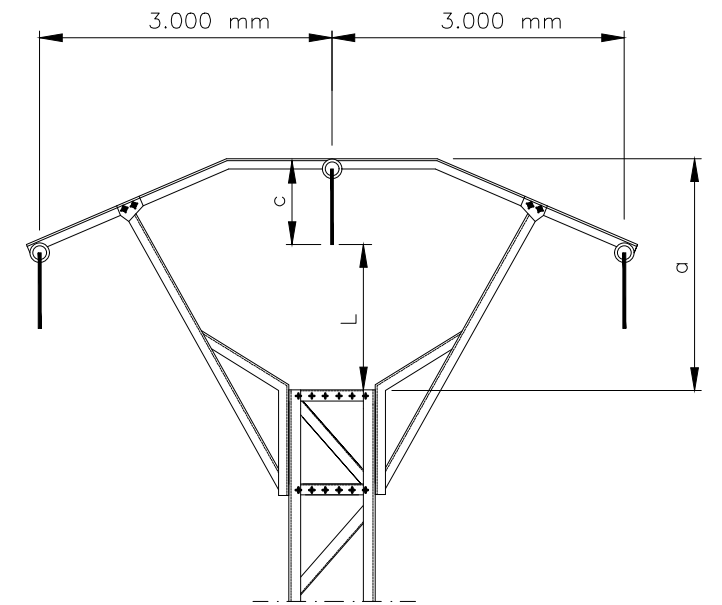
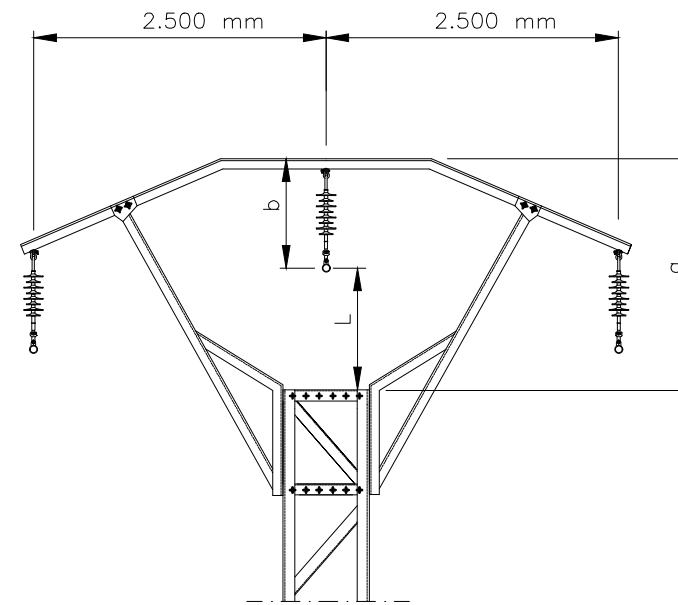
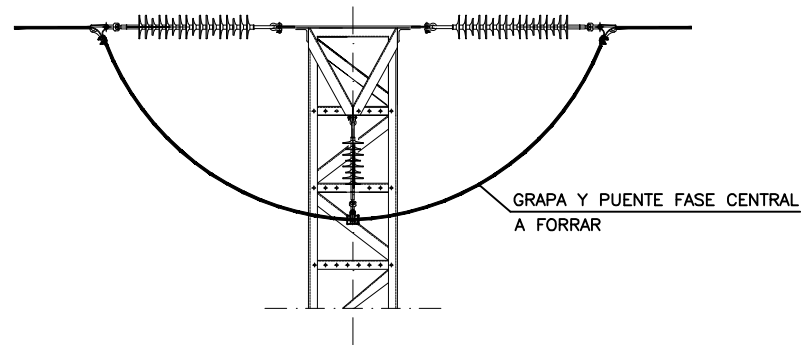
(1) LA ALTURA UTIL HC MEDIDA ENTRE LA COGOLLA Y EL SUELO

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo <b>APOYOS Y CIMENTACIONES</b>			NIA 721007
S/E	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN			Curso 2020/2021
				Plano N° 06

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y CONDUCTOR  
APOYOS TIPO METALICO CELOSIA CON ARMADO HORIZONTAL Y BÓVEDA



DETALLE PUENTE FASE CENTRAL

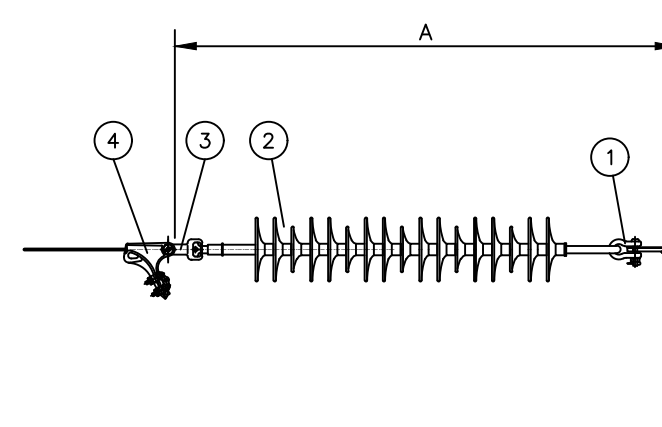
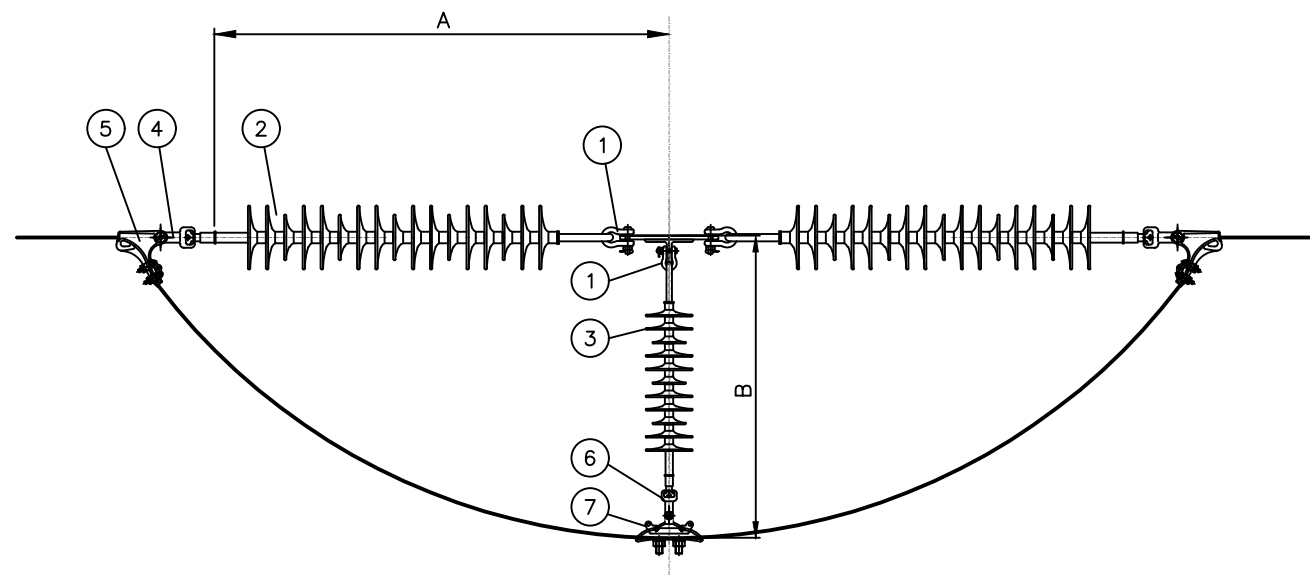


ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD (a-b) ó (a-c)
	a	b	c	
B3	> 1.700 mm	780 mm	-	L > 880 mm
B4	> 1.700 mm	-	300 mm	L > 880 mm

ARMADO	DISTANCIA ALCANZADA			DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
	A	b	c	
TR2	1.750 mm	760 mm	760 mm	FORRAR GRAPA Y PUENTE FASE CENTRAL
TR3	2.000 mm	760 mm	760 mm	
T2	2.400 mm	760 mm	760 mm	

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo	CRUCETAS		NIA 721007
S/E	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 07

$d$ =DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y GRAPA DE AMARRE



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERIC CS70AB 170/1125 CS70AB 125/455	A = 1150 mm B = 760 mm	A > 700 mm A > 1.000 mm (ZONAS DE PROTECCION)

MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA CON GRAPA DE AMARRE  
TIPO GA PARA U = 25 KV

7	1+1	GRAPA DE SUSPENSION GS-1
6	1+1	ROTULA CORTA R16
5	1+1	GRAPA DE AMARRE GA-1
4	1+1	ROTULA LARGA R16P
3	1+1	AISLADOR POLIMERIC C2470EBA 468mm (HASTA 24 kV)
2	1+1	AISLADOR POLIMERIC CS70AB 170/1125 1150mm (HASTA 36 KV)
1	1+1	GRILLETE NORMAL GN
MARCA	Nº PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

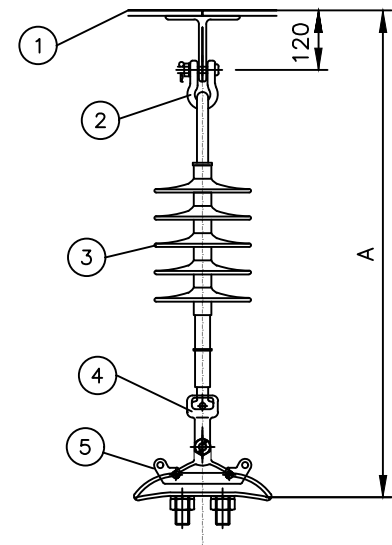
MONTAJE CADENA DE AMARRE SIMPLE CON GRAPA DE AMARRE  
TIPO GA PARA U = 25 KV

4	1	GRAPA DE AMARRE GA-1
3	1	ROTULA R16A 64mm
2	1	AISLADOR POLIMERIC CS70AB 170/1125 1150mm (HASTA 36 KV)
1	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm
MARCA	Nº PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado				
Escala	Titulo	CADENAS POLIMÉRICAS		NIA 721007
S/E	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 08 - 01



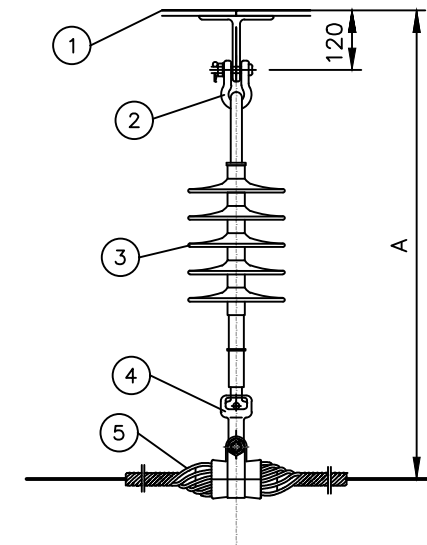
**DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA  
Y PUNTO EN TENSION  
MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN PARA U < 25 KV**



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455	A = 758 mm A = 763 mm A = 769 mm	> 700 mm

1	1	ZONA DE POSADA
2	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm
3	1	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455 468mm (HASTA 24 kV)
4	1	ROTULA CORTA R16A 64mm
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1
MARCA	Nº PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

**DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA  
Y PUNTO EN TENSION  
MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN PARA U < 25 KV**



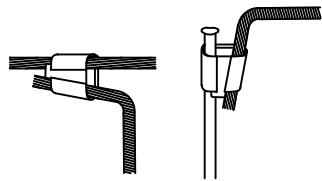
FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA	DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD
AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455	A = 757 mm A = 764 mm A = 768 mm	> 700 mm

1	1	ZONA DE POSADA
2	1	GRILLETE NORMAL GN 65mm
3	1	AISLADOR POLIMERICO CS70AB 125/455 468mm (HASTA 24 kV)
4	1	ROTULA CORTA R16A 64mm
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA GSA-1
MARCA	Nº PIEZAS	D E N O M I N A C I O N

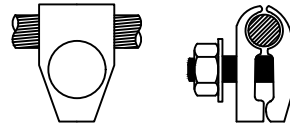
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo	CADENAS POLIMÉRICAS		NIA 721007
S/E	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 08 - 02

## APOYO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

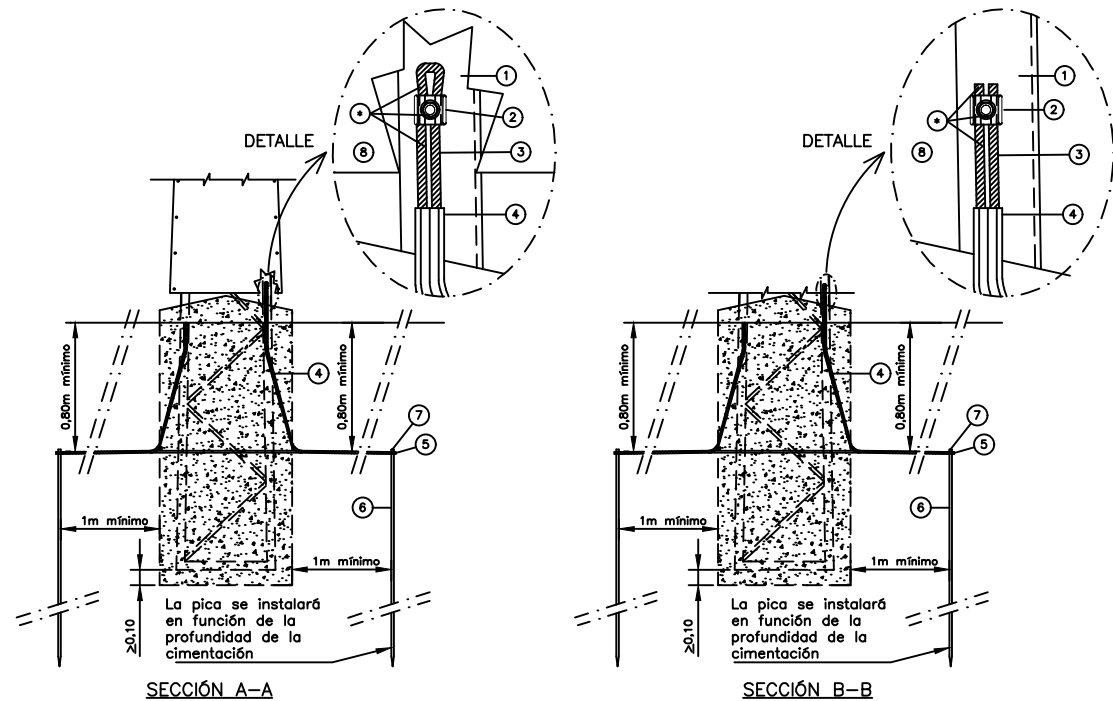


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO

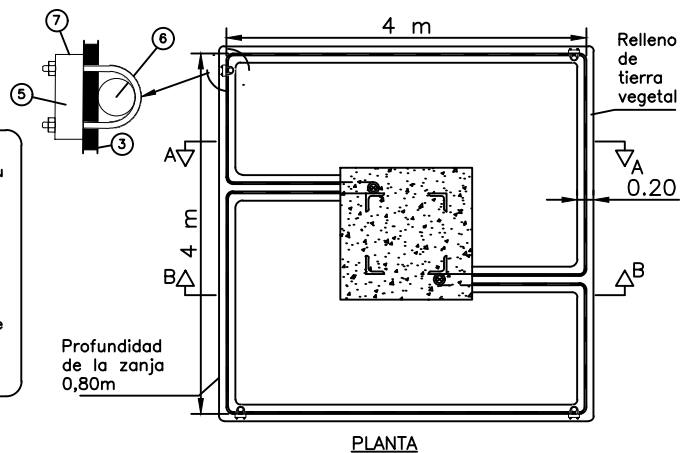


**NOTA**

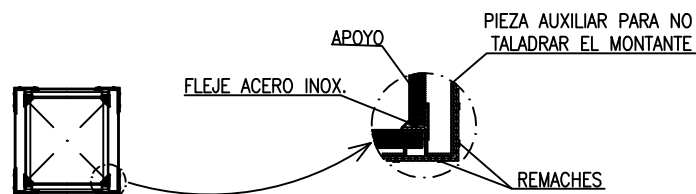
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



- 1 Apoyo
  - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
  - 3 Cable desnudo de 35mm<sup>2</sup>
  - 4 Tubo PVC m=40
  - 5 Grapa de conexión para pica
  - 6 Pica de toma a tierra 14,6mm $\phi$
  - 7 Cinta protección anticorrosiva
  - 8 Antiescalo con placas aislantes
- \* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

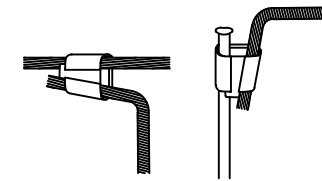


### DETALLE PLANTA ANTIESCALO AISLADO CON PLACAS AISLANTES

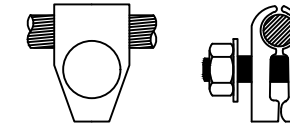


## APOYO NO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

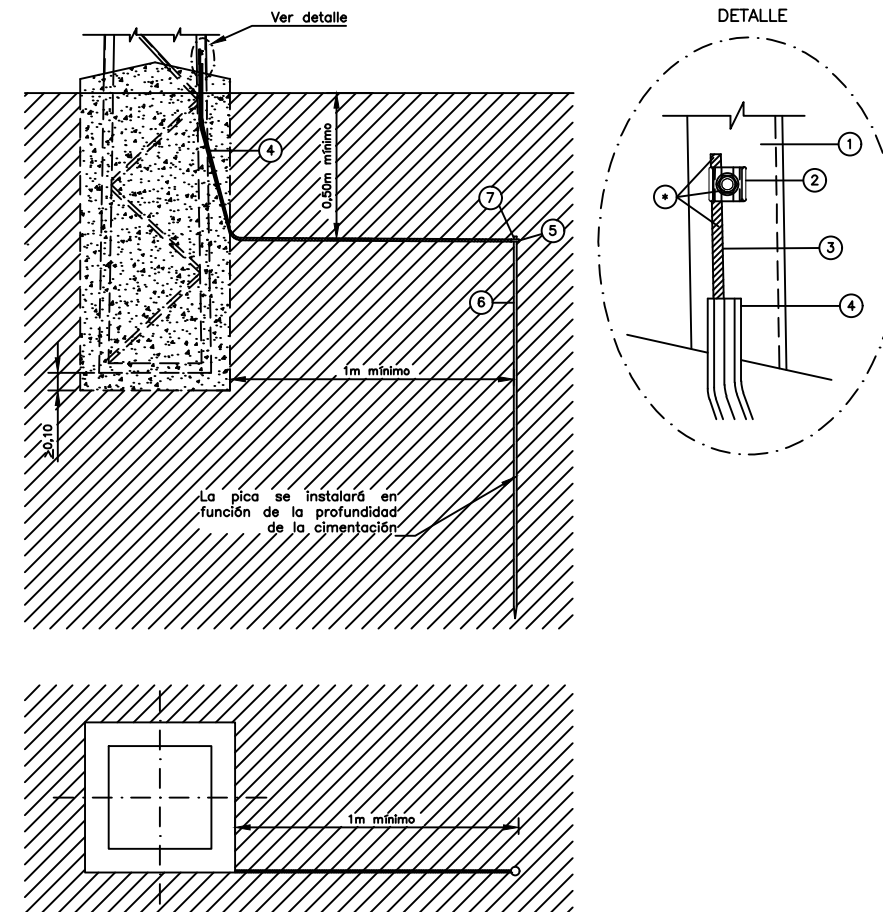


GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



**NOTA**

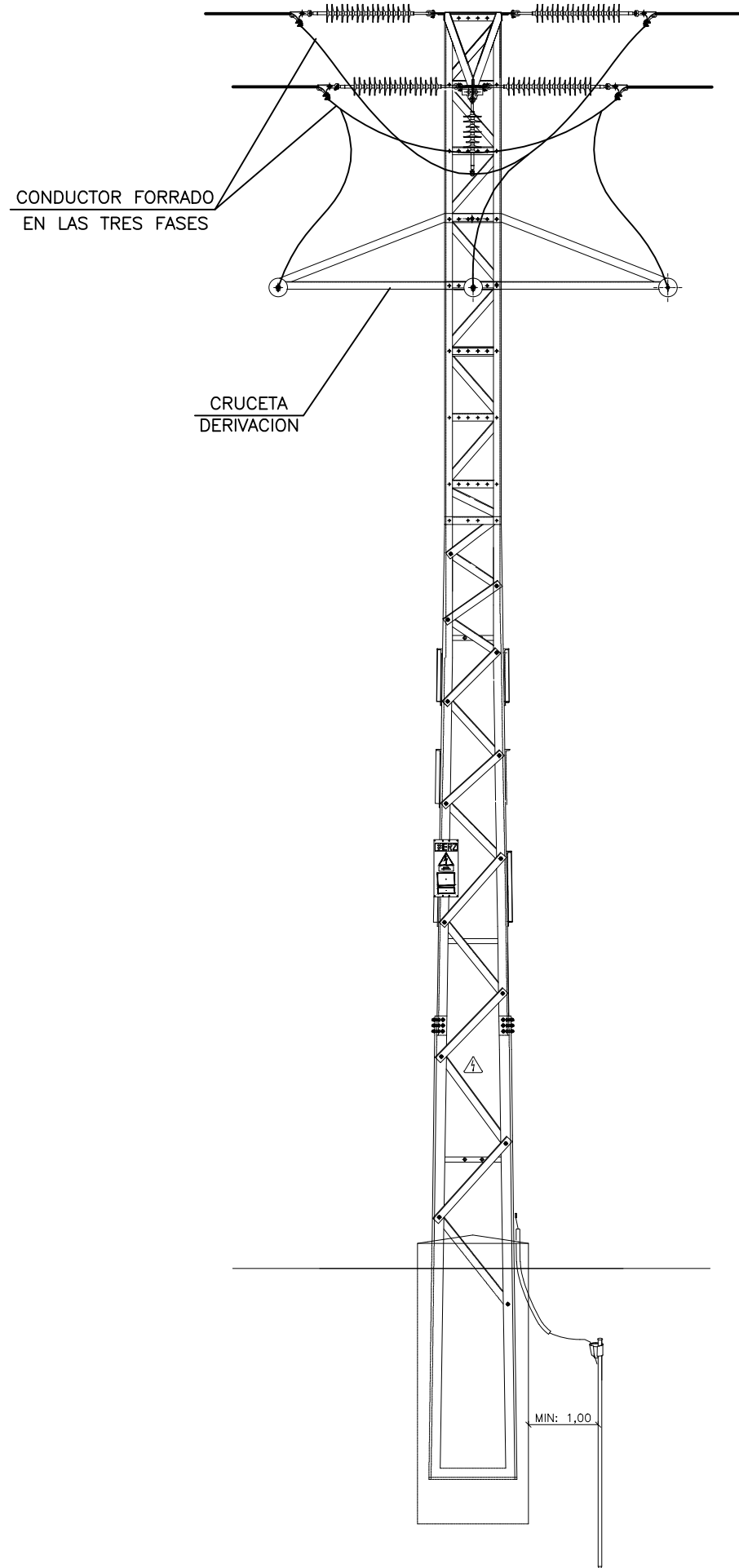
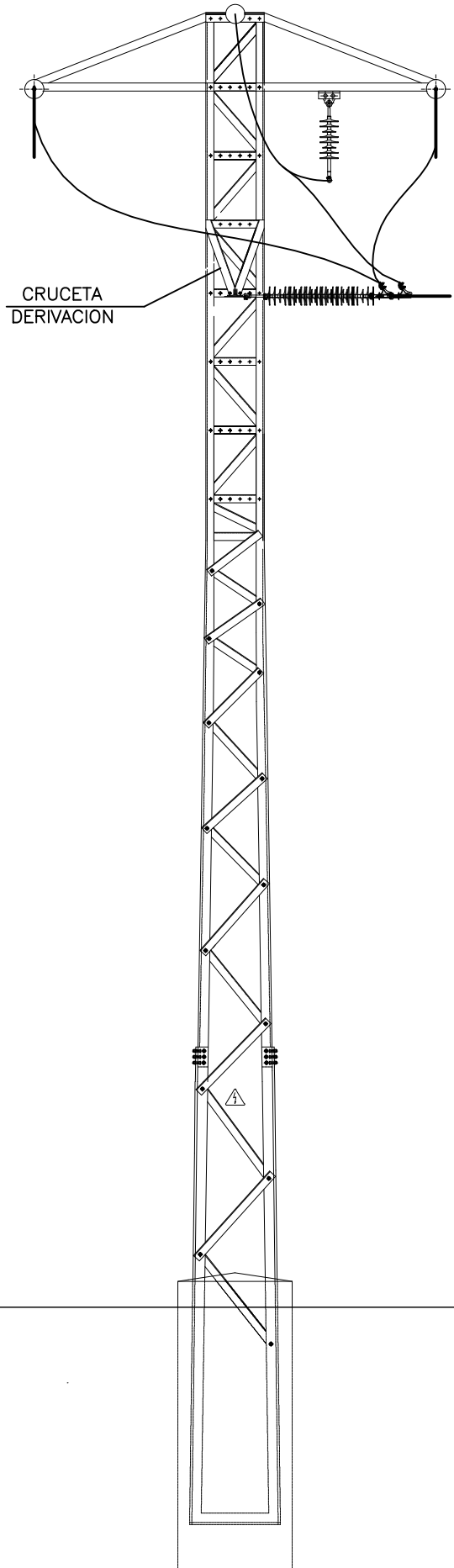
- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica



- 1 Apoyo
  - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
  - 3 Cable desnudo de 50mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad de 0,5m
  - 4 Tubo PVC M=40
  - 5 Conector ampact o grapa
  - 6 Pica de acero cobreado de 2m  $\phi$ 14,6 mm
  - 7 Cinta protección anticorrosiva
- \* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

**NOTA:** La disposición de las picas de puesta a tierra es en función de la resistividad del terreno tomada en proyecto y que si dicha resistividad variara podrá variar el número de picas instaladas.

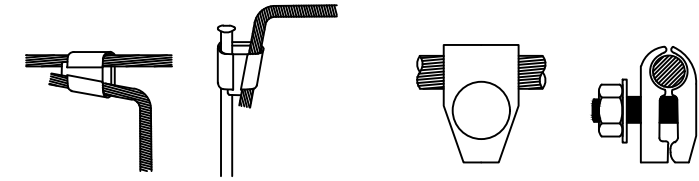
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo	RED DE TIERRA APOYOS		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano N° 09



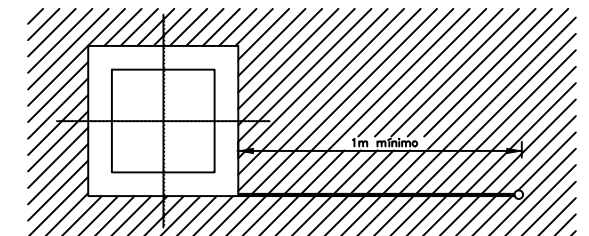
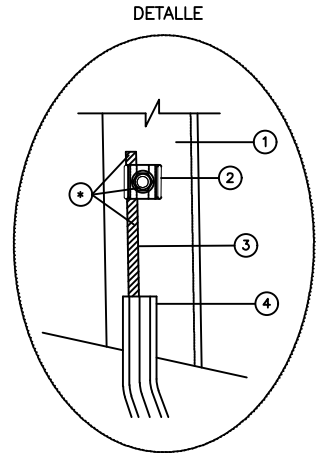
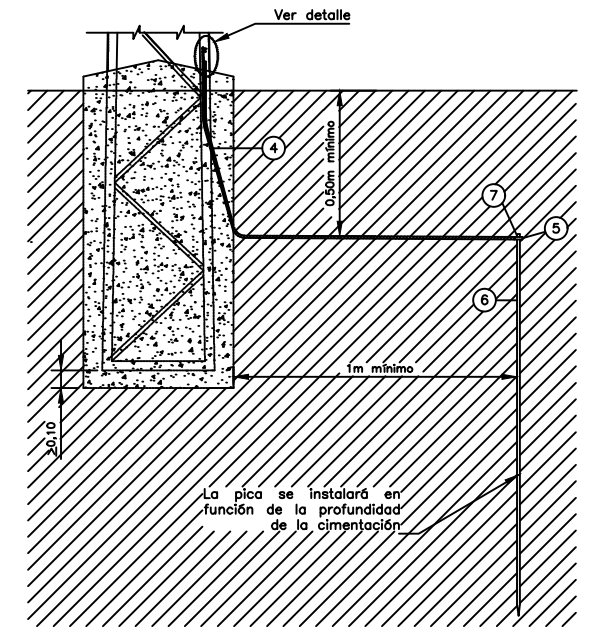
RED DE TIERRA APOYO NO FRECUENTADO

CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



NOTA  
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión  
 - Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica



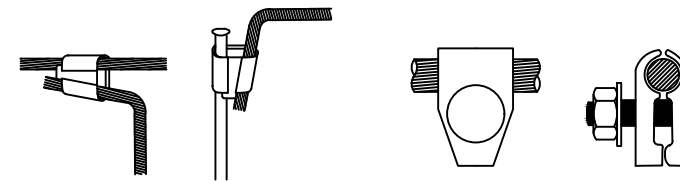
- 1 Apoyo
  - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
  - 3 Cable desnudo de 50mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad de 0,5m
  - 4 Tubo PVC M-40
  - 5 Conector ampact o grapa
  - 6 Pica de acero cobreado de 2m Ø14,6 mm
  - 7 Cinta protección anticorrosiva
- \* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC
- NOTA:  
 La disposición de la picas de puesta a tierra es en función de la resistividad del terreno tomada en proyecto y que si dicha resistividad variara podrá variar el número de picas instaladas.

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo	APOYO DERIVACIÓN		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 10

# RED DE TIERRA APOYO FRECUENTADO

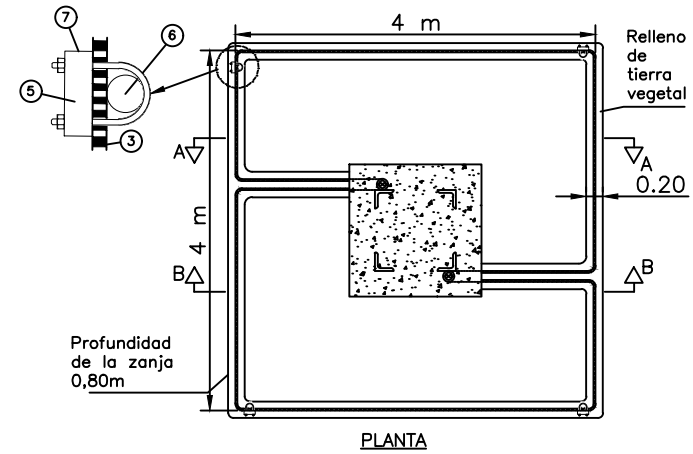
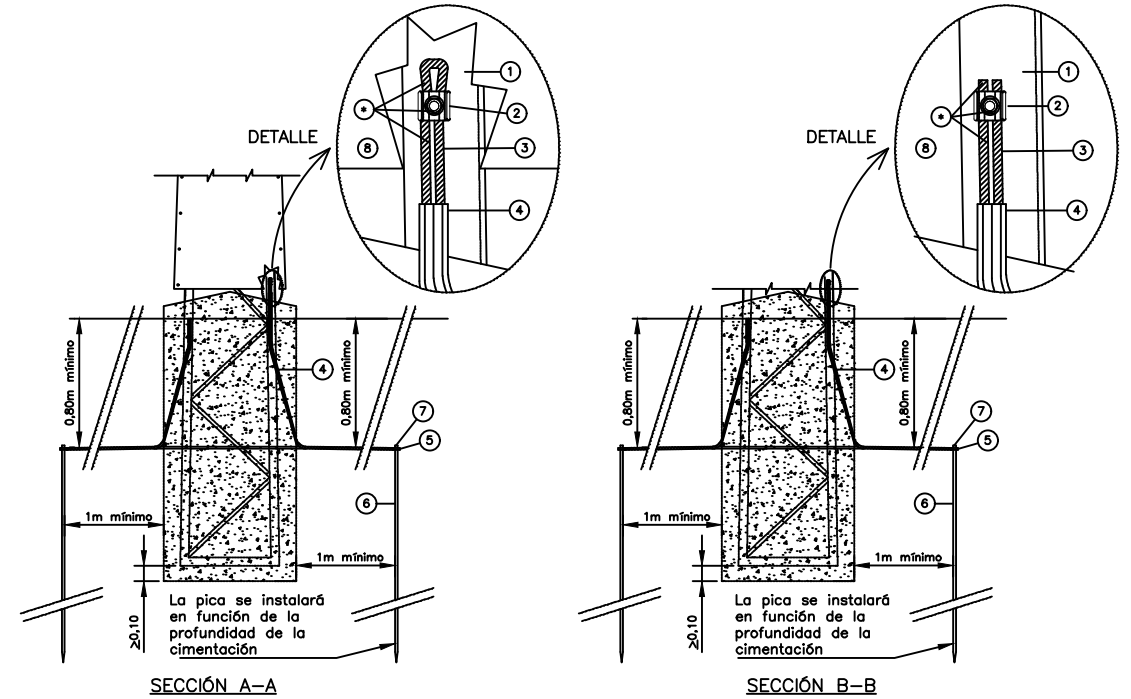
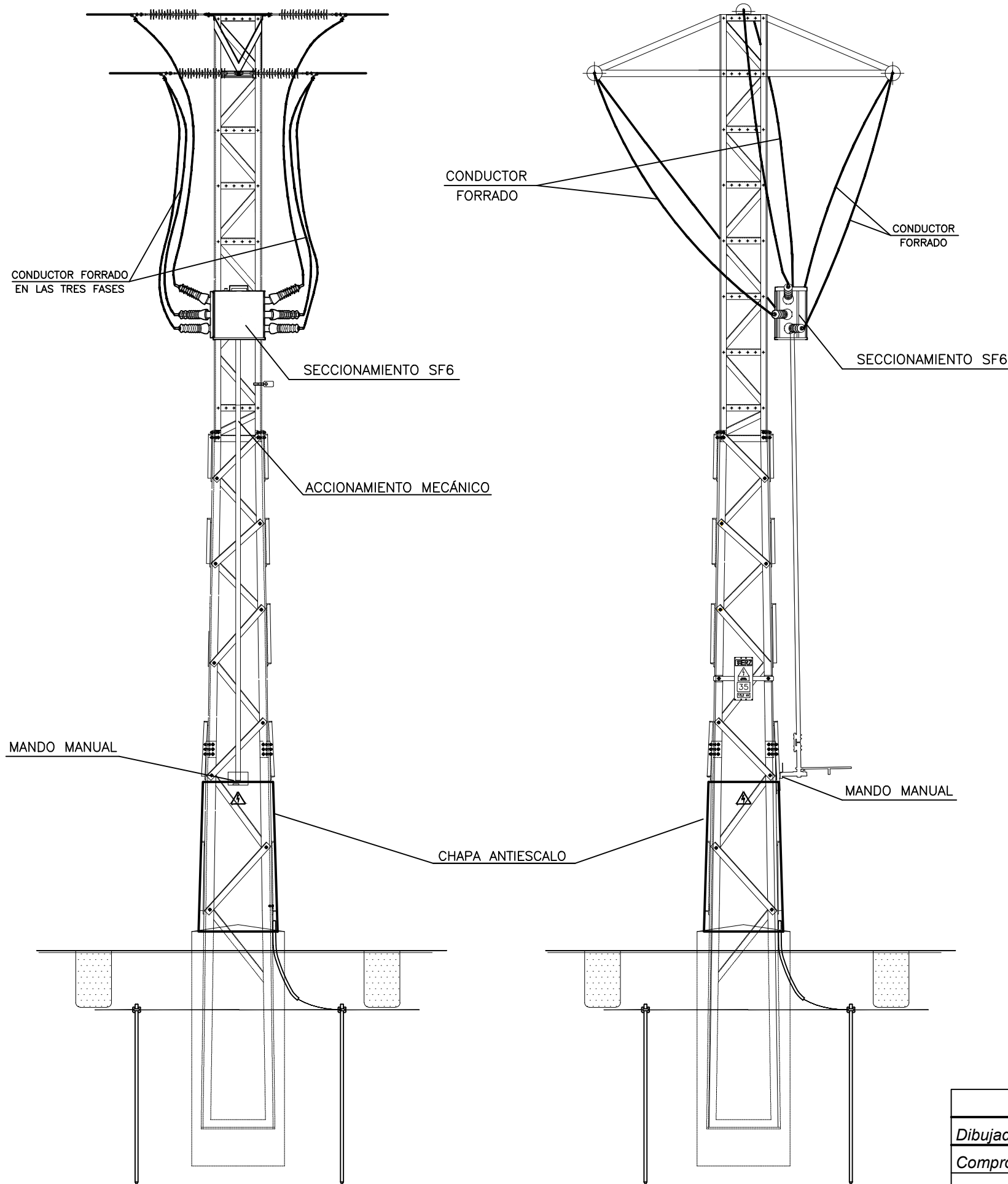
CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



**NOTA**

- Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
- Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas
- Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante



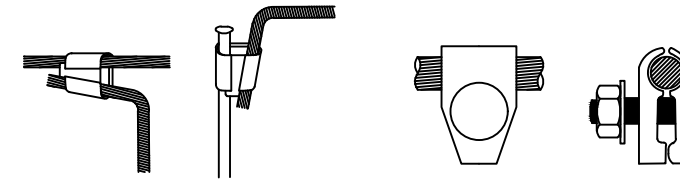
- 1 Apoyo
  - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
  - 3 Cable desnudo de 35mm<sup>2</sup>
  - 4 Tubo PVC m=40
  - 5 Grapa de conexión para pica
  - 6 Pica de toma a tierra 14,6mm $\phi$
  - 7 Cinta protección anticorrosiva
  - 8 Antiescalo con placas aislantes
- \* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo	APOYO SECCIONAMIENTO		NIA 721007
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 11

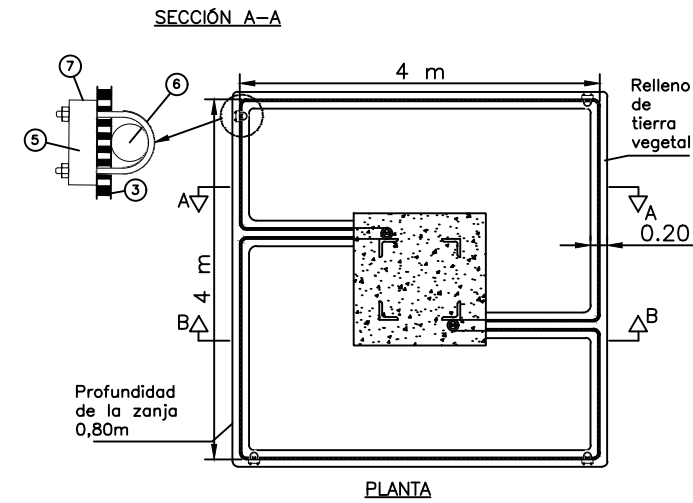
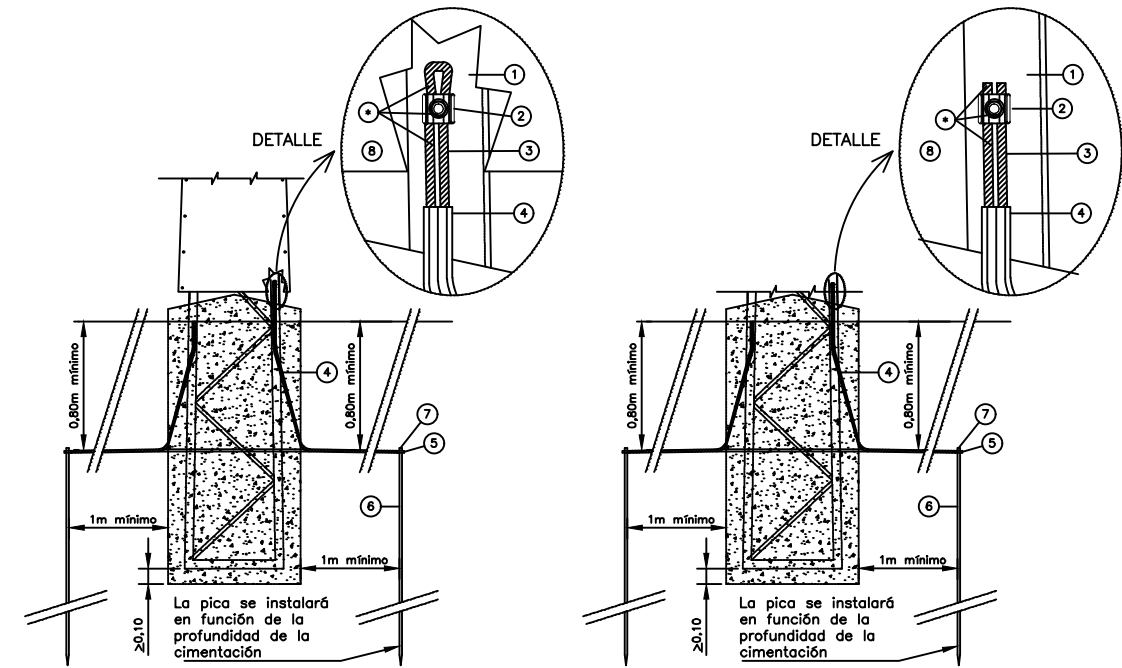
## RED DE TIERRA APOYO FRECUENTADO

**CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA**

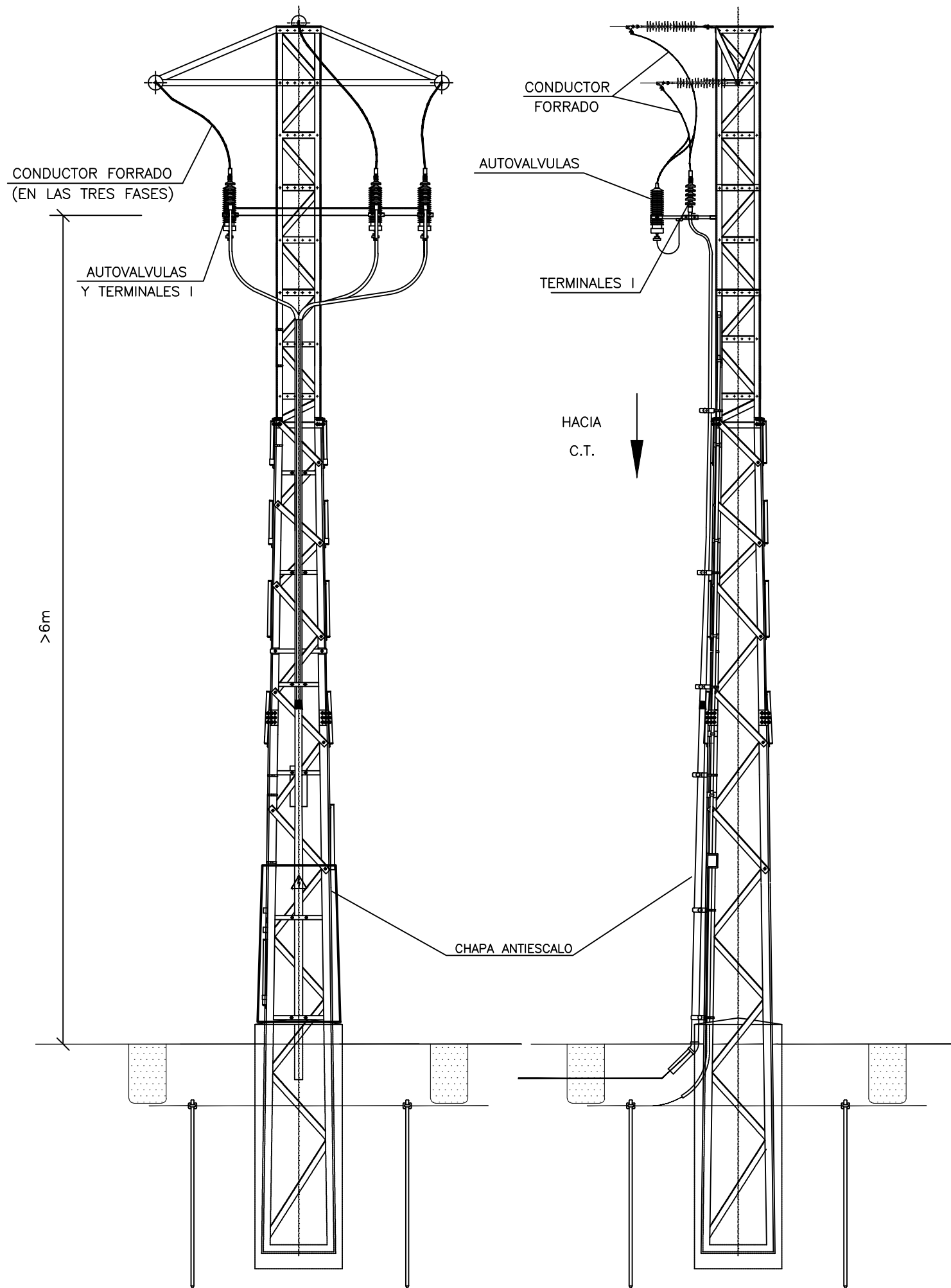
**GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO**



**NOTA**  
 - Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión  
 - Cada Apoyo llevará mínimo 4 picas  
 - Desde el anillo cerrado se realizaran 2 conexiones a la estructura del apoyo, uno por montante

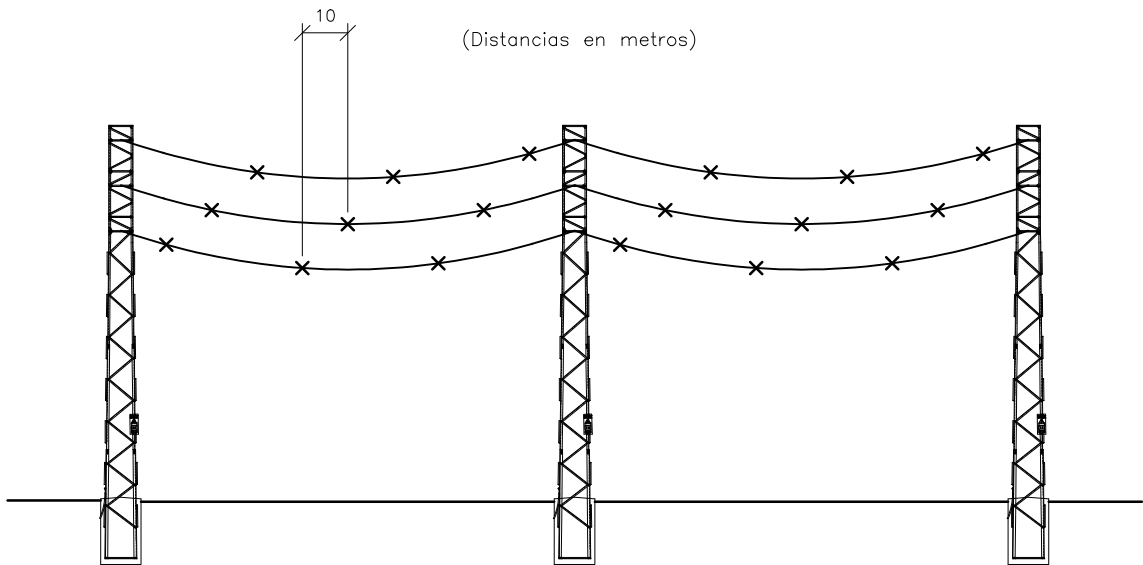


- 1 Apoyo
  - 2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm<sup>2</sup>
  - 3 Cable desnudo de 35mm<sup>2</sup>
  - 4 Tubo PVC m-40
  - 5 Pica de toma a tierra 14,6mm $\phi$
  - 6 Cinta protección anticorrosiva
  - 7 Antiescalo con placas aislantes
  - 8 Antiescalo con placas aislantes
- \* El conector y el conductor de cobre visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable y segundo con la cinta adhesiva de PVC

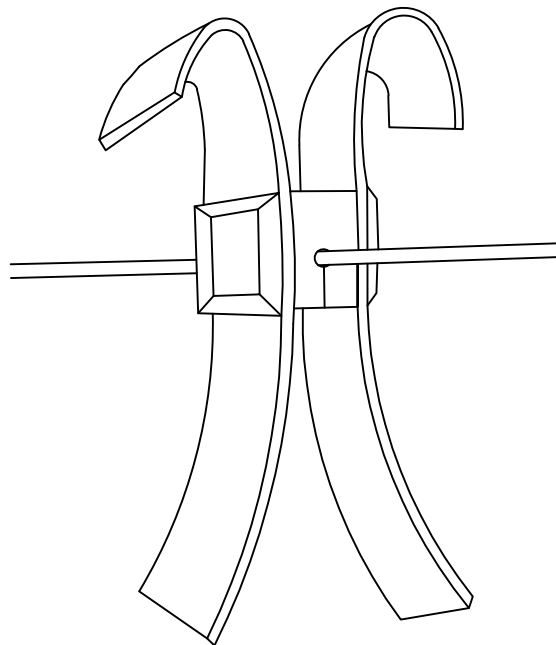


	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				NIA 721007
Escala	Titulo	APOYO CONVERSIÓN A/S		Curso 2020/2021
INDICADAS	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Plano Nº 12

## INSTALACION DE SALVAPAJAROS EN CONDUCTORES DE FASE



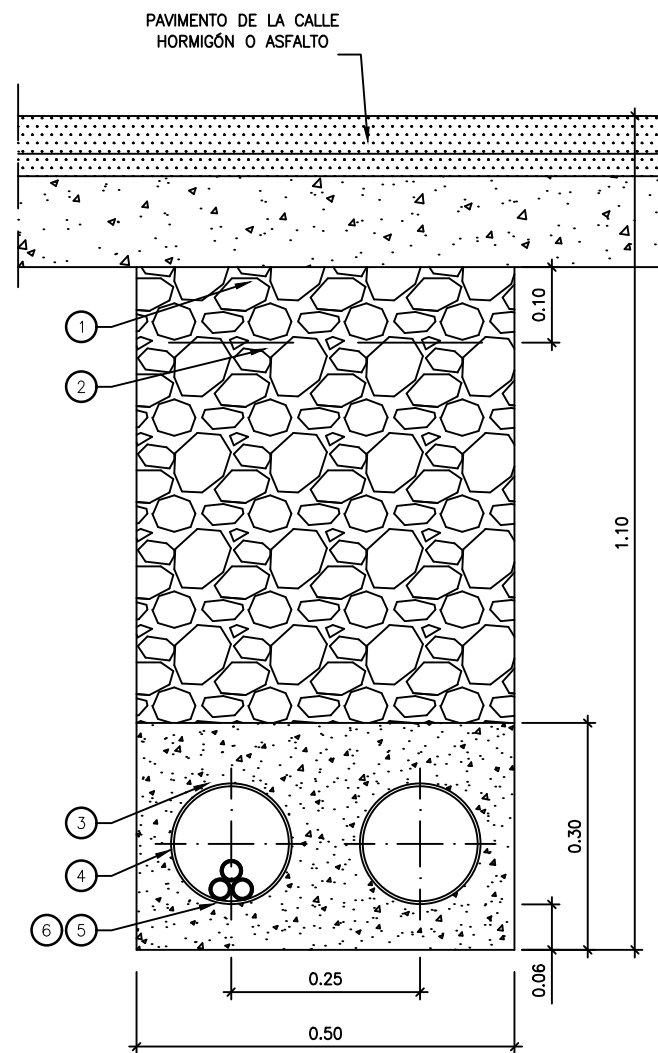
### DETALLE DE SALVAPAJAROS



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
<i>Dibujado</i>	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
<i>Comprobado</i>				
<b>S/E</b>	<i>Escala</i>	<b>SALVAPAJAROS</b>		<i>NIA</i> 721007
	<i>Proyecto</i>	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		<i>Curso</i> 2020/2021
				<i>Plano N°</i> 13

ZANJA TIPO CRUCE CALZADA UN CIRCUITO CON TUBO HORMIGONADO,  
CON SEÑALIZACIÓN PARA CABLES DE MEDIA TENSIÓN

ESCALA 1:10



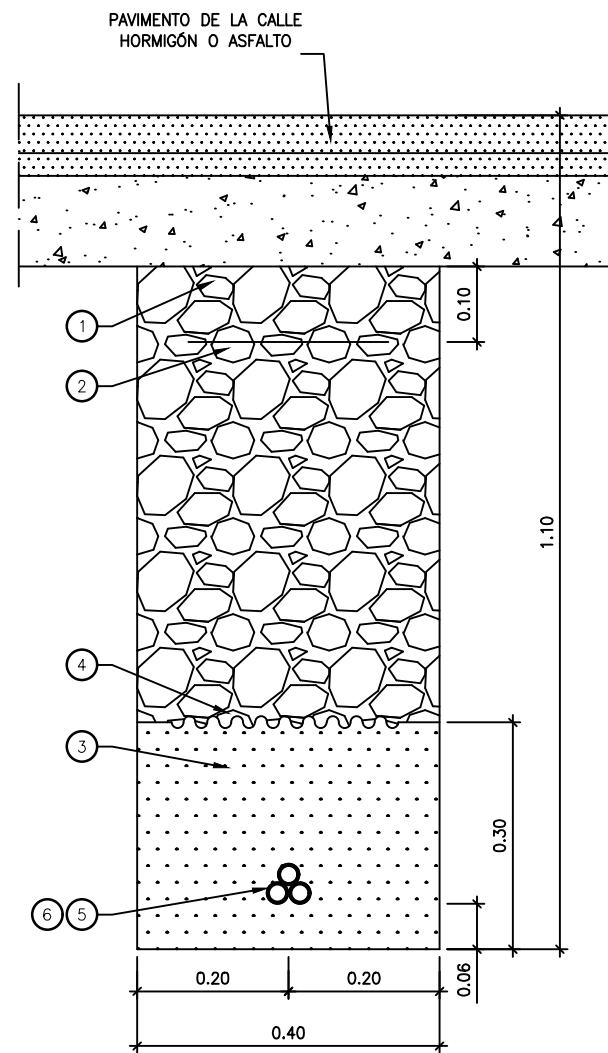
OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES
- LOS EXTREMOS DE LOS TUBOS, EN LOS CRUCES DE CALZADA, SOBREPASARÁN LA LÍNEA DE BORDILLO EN 0.50-0.80m.

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kv 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	TUBO P.E. ø160mm exterior
3	m3	HORMIGÓN HM-20
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

ZANJA TIPO POR CALZADA UN CIRCUITO PARALELO A LA ACERA CON  
SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN MECÁNICA CON PLACAS RÍGIDAS DE PVC PARA  
CABLES DE MEDIA TENSIÓN

ESCALA 1:10



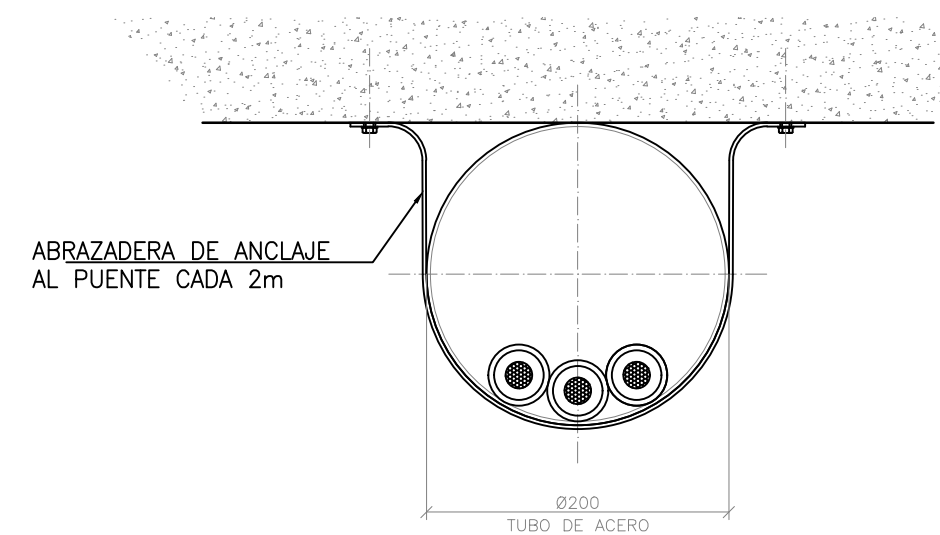
OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES

6	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
5	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kv 3x1x240mm <sup>2</sup> Al
4	ml.	PLACAS P.E.
3	m3	ARENA TAMIZADA ó LAVADA DE RIO SUELTA Y ASPERA
2	ml.	CINTA DE P.E.
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA

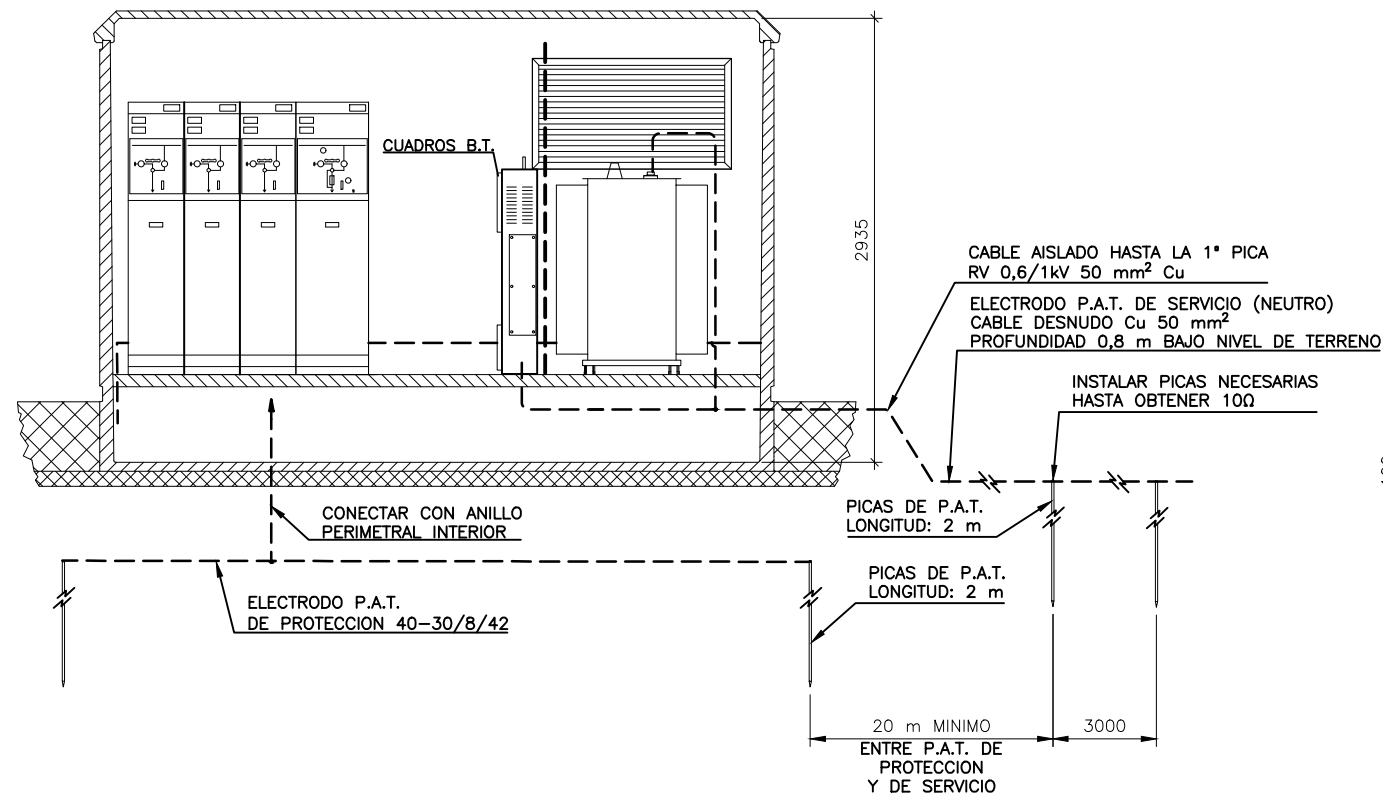
CANALIZACIÓN PARA 1 TERNA DE M.T.  
CRUCE CON ACEQUIA  
CONDUCTOR ENTUBADO EN TUBO DE ACERO

ESCALA 1:5

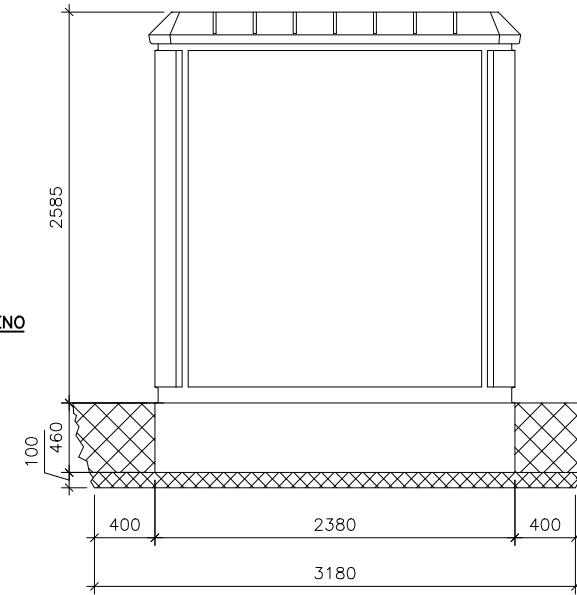


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				NIA 721007
Escala	Titulo	ZANJAS TIPO		Curso 2020/2021
S/E	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Plano Nº 14

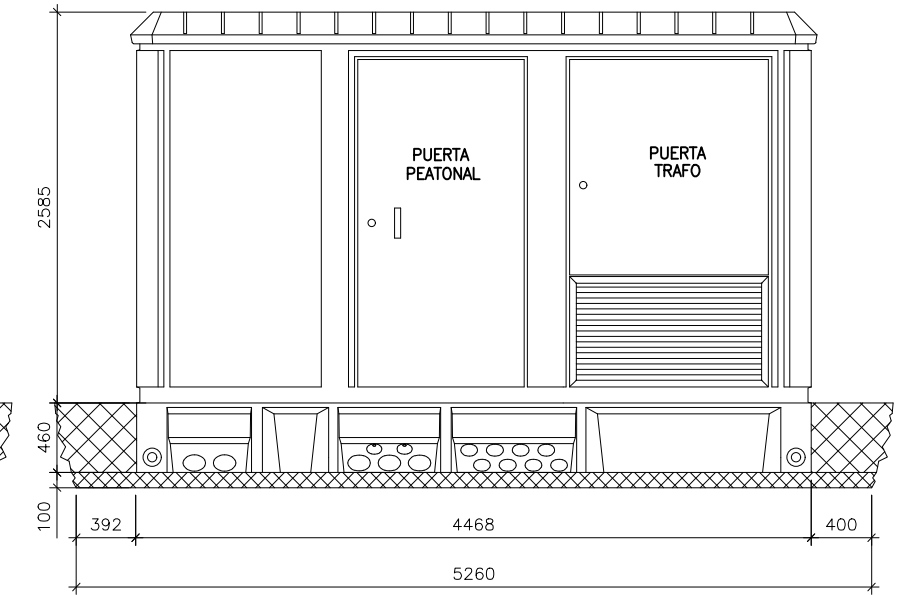
SECCIÓN



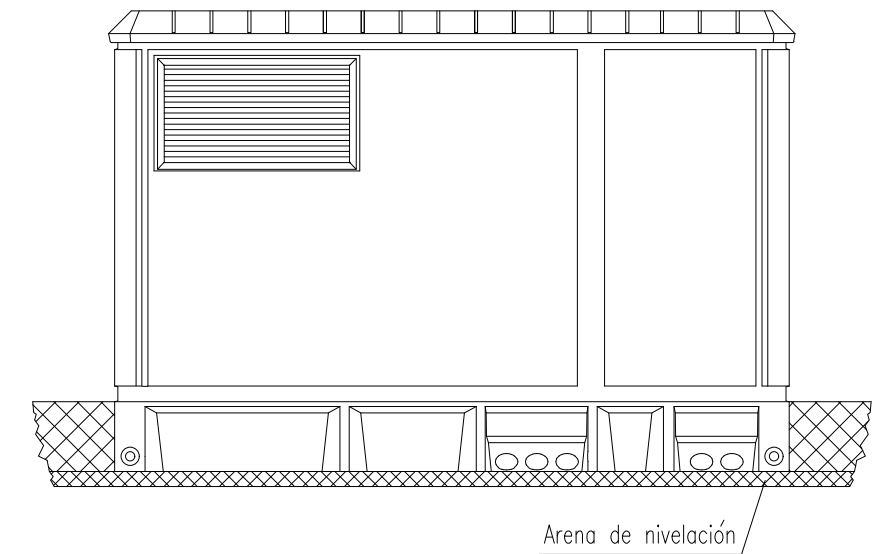
VISTA LATERAL



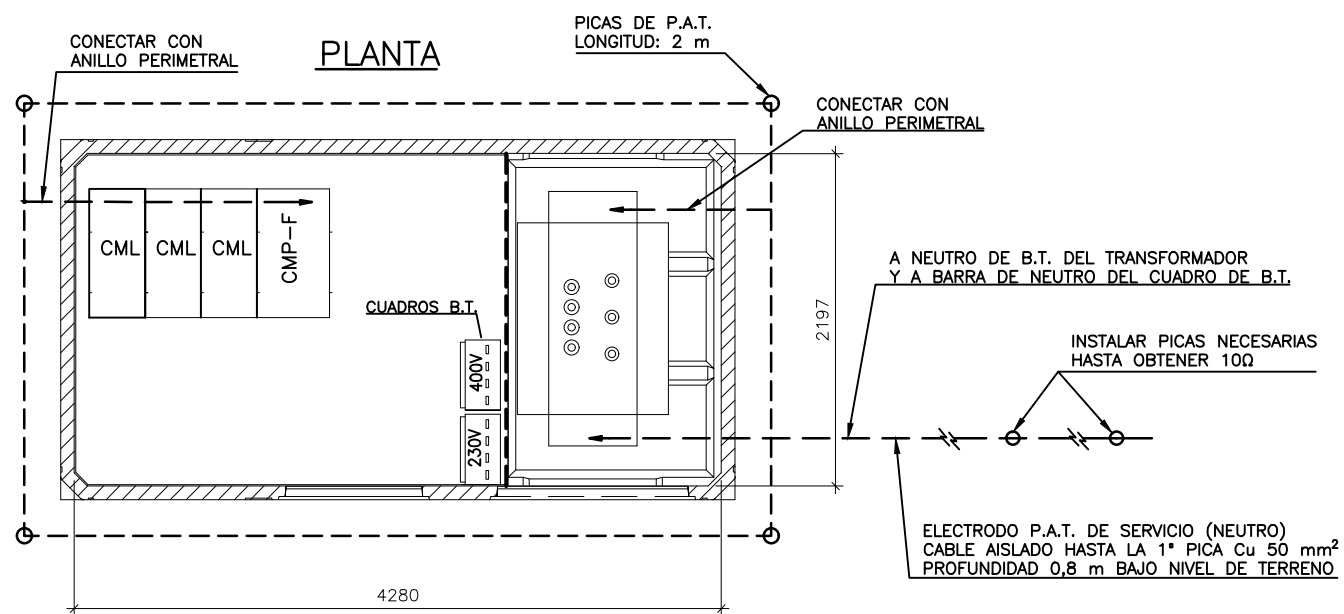
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



PLANTA



CMP-F	CELDA DE PROTECCION DE TRAF0 CON RUPTOFUSIBLE
CML	CELDA DE LINEA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

CT URREA N° 1

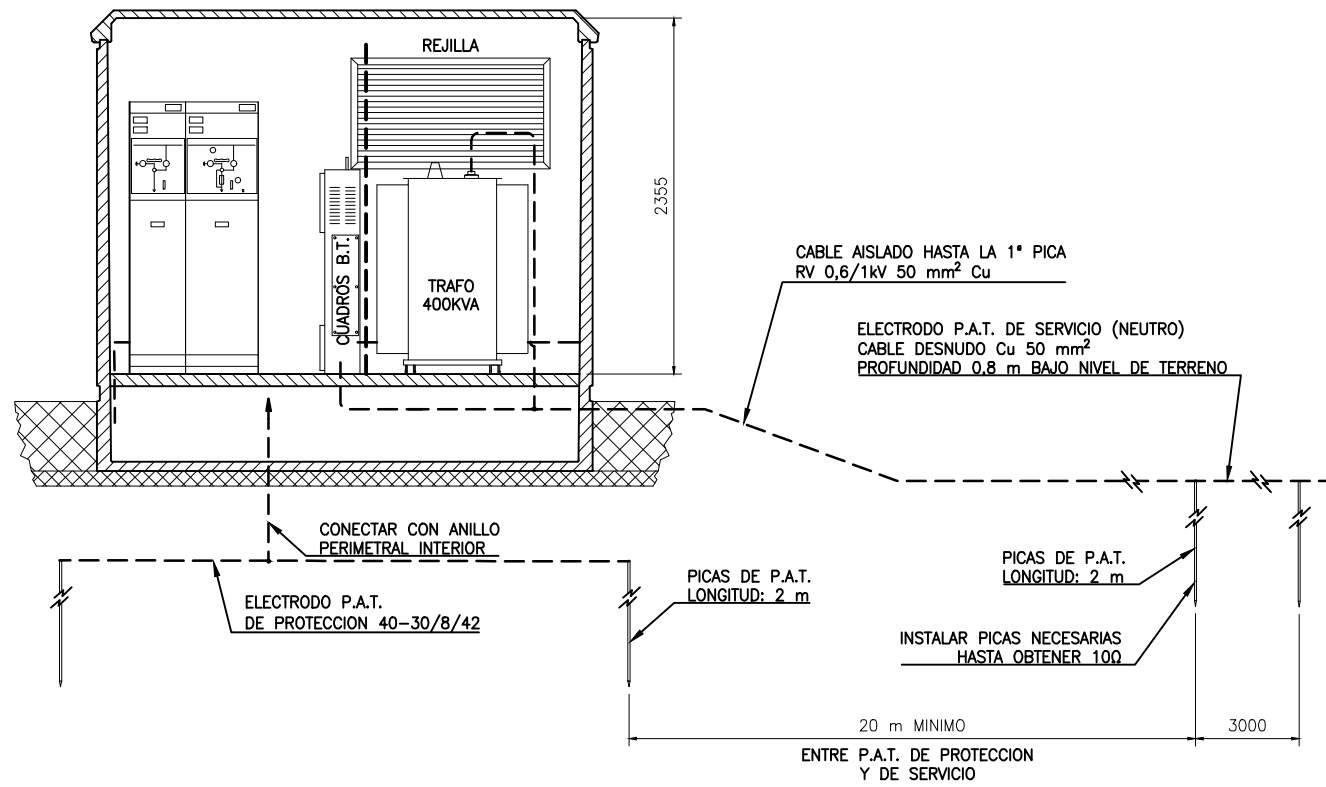
NOTAS

- \* SE CONECTARÁN A LA RED DE TIERRAS DEL ANILLO DE PROTECCIÓN DEL CENTRO:
  - ENVOLVENTES METÁLICAS DE LAS CELDAS DE M.T., DEL C.B.T. Y DEL TRANSFORMADOR
  - BARRERA DE DEFENSA DEL TRANSFORMADOR
  - HERRAJES
  - ENVOLTURA Y PANTALLAS DE LOS CABLES
  - ARMADURA DEL EDIFICIO PREFABRICADO
  - CUBA DEL TRANSFORMADOR
  - BORNAS DE TIERRA DE LOS DETECTORES DE TENSION
- \* AL OBJETO DE EVITAR LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO, SE CONECTARÁ EL MALLAZO EQUIPOTENCIAL AL ANILLO PERIMETRAL INTERIOR Y ÉSTE AL ELECTRODO DE P.A.T. DE PROTECCIÓN EN DOS PUNTOS OPUESTOS
- \* A LA P.A.T. DE SERVICIO (NEUTRO) SE CONECTARÁ LA BORNA DEL NEUTRO DE B.T. DEL TRANSFORMADOR Y LA PLETINA DEL NEUTRO DEL CUADRO DE B.T.

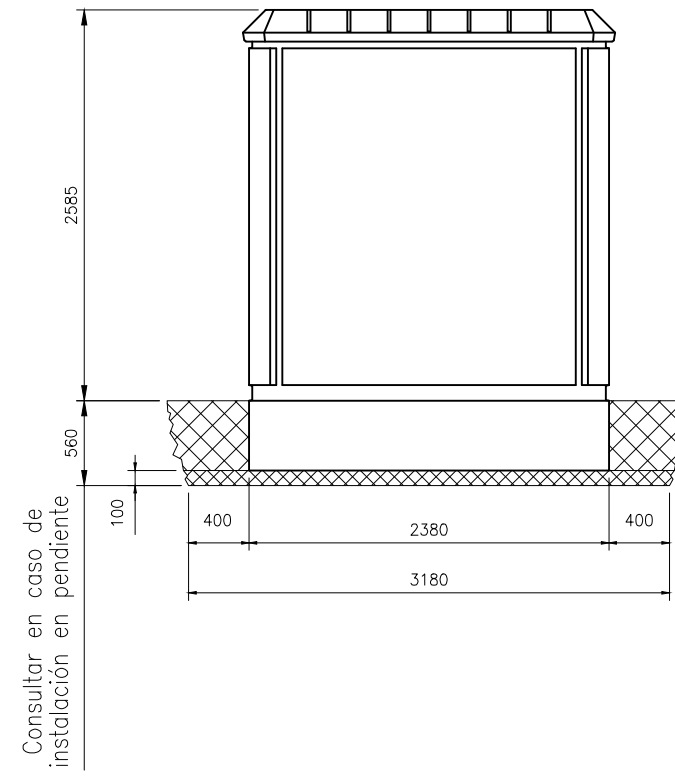
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-4		NIA	721007
S/E	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso	2020/2021
			Plano N°	15 - 01



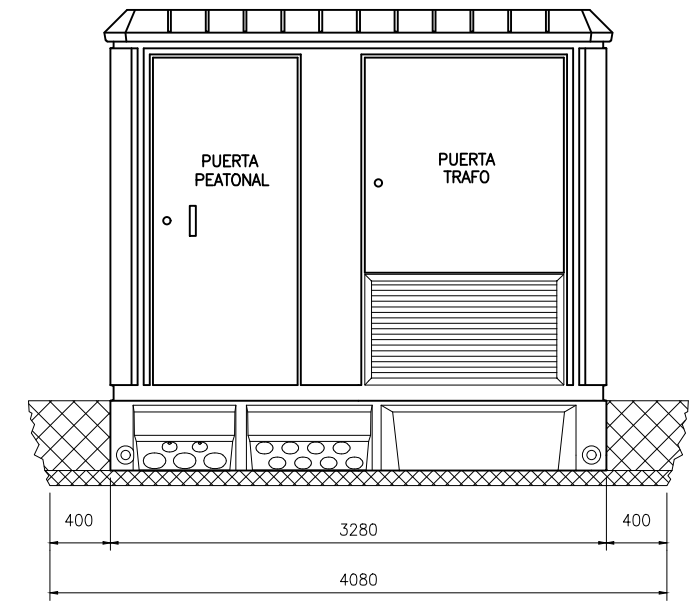
**SECCIÓN**



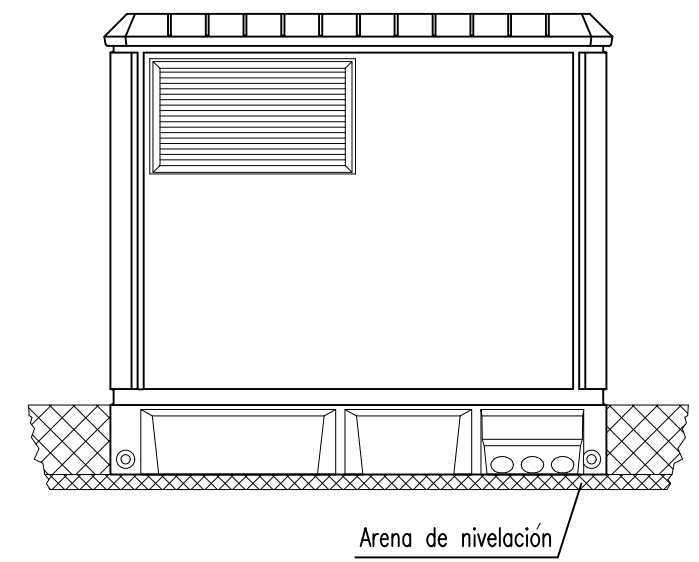
**VISTA LATERAL**



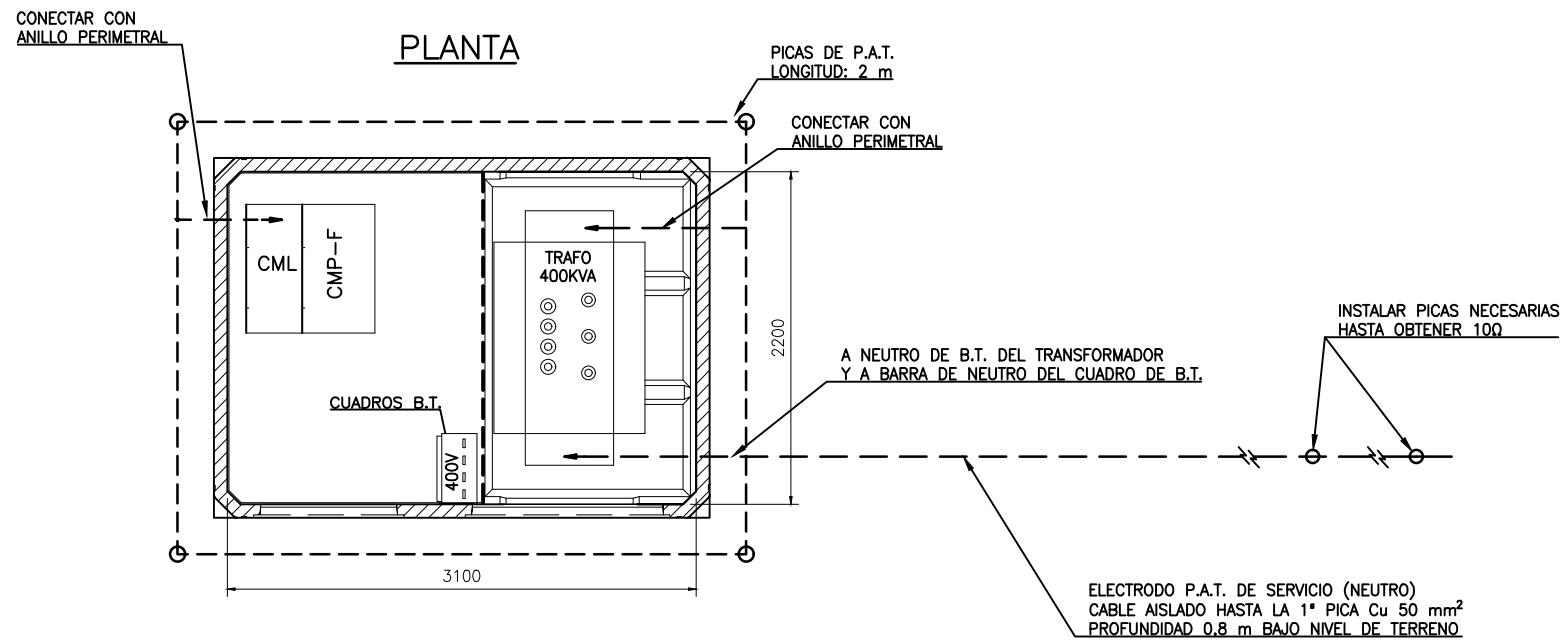
**VISTA FRONTAL**



**VISTA POSTERIOR**



**PLANTA**



CMP-F	CELDA DE PROTECCION DE TRAFO CON RUPTOFUSIBLE
CML	CELDA DE LINEA

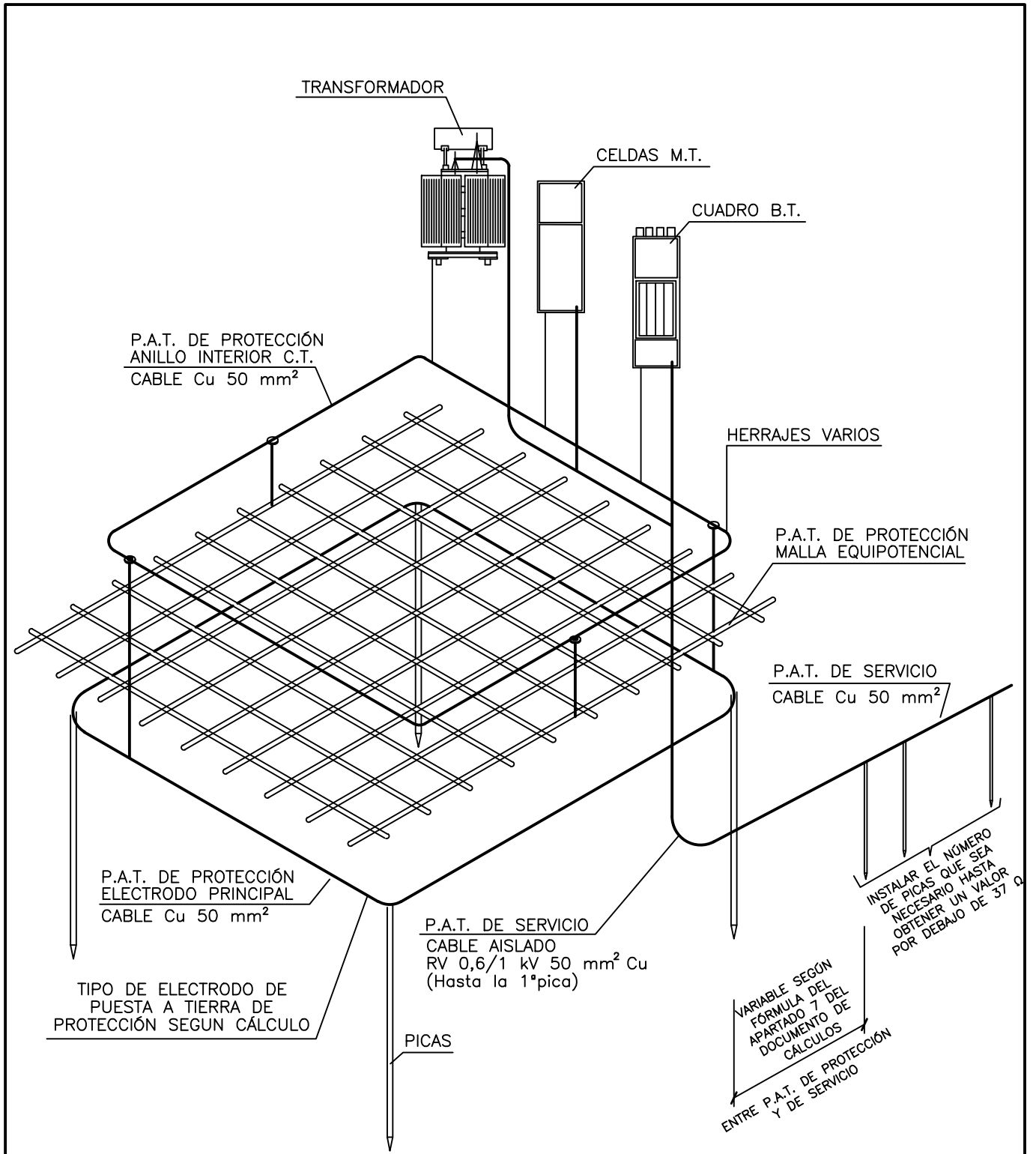
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
4.08 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

**CT URREA N° 2**

**NOTAS**

- \* SE CONECTARÁN A LA RED DE TIERRAS DEL ANILLO DE PROTECCIÓN DEL CENTRO:
  - ENVOLVENTES METÁLICAS DE LAS CELDAS DE M.T., DEL C.B.T. Y DEL TRANSFORMADOR
  - BARRERA DE DEFENSA DEL TRANSFORMADOR
  - HERRAJES
  - ENVOLTURA Y PANTALLAS DE LOS CABLES
  - ARMADURA DEL EDIFICIO PREFABRICADO
  - CUBA DEL TRANSFORMADOR
  - BORNAS DE TIERRA DE LOS DETECTORES DE TENSIÓN
- \* AL OBJETO DE EVITAR LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO, SE CONECTARÁ EL MALLAZO EQUIPOTENCIAL AL ANILLO PERIMETRAL INTERIOR Y ÉSTE AL ELECTRODO DE P.A.T. DE PROTECCIÓN EN DOS PUNTOS OPUESTOS
- \* A LA P.A.T. DE SERVICIO (NEUTRO) SE CONECTARÁ LA BORNA DEL NEUTRO DE B.T. DEL TRANSFORMADOR Y LA PLETINA DEL NEUTRO DEL CUADRO DE B.T.

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-3</b>		NIA	721007
S/E	Proyecto SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso	2020/2021
			Plano N°	15 - 02



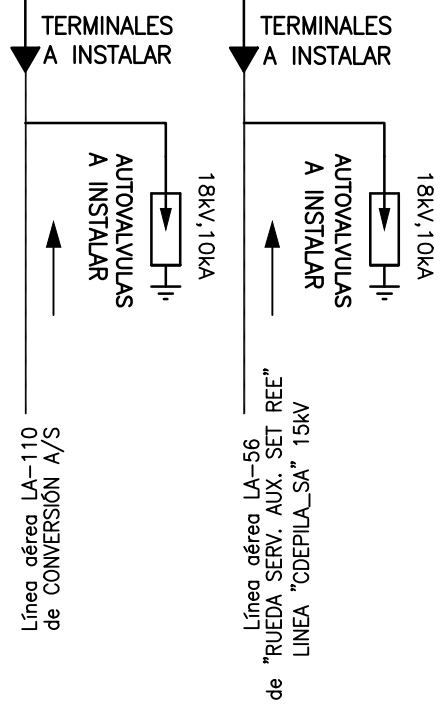
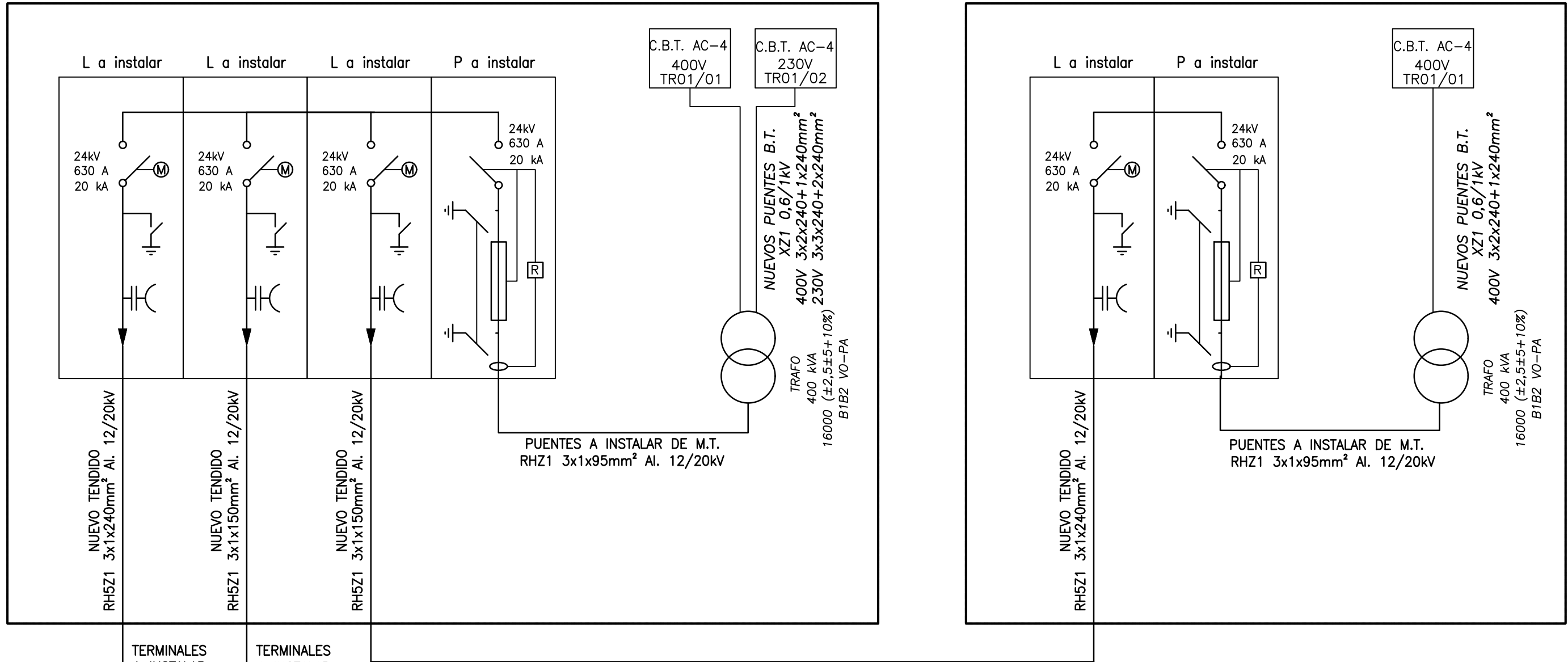
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura <b>Universidad Zaragoza</b>
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO	<i>Cristina</i>	
Comprobado				
Escala	Titulo	<b>RED DE TIERRAS</b>		NIA 721007
<b>S/E</b>	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano Nº 16

C.T. "URREA N°1"

EDIFICIO AISLADO TIPO PREFABRICADO

C.T. "URREA N°2"

EDIFICIO AISLADO TIPO PREFABRICADO



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	06 / 2021	CRISTINA GÓMEZ CASTILLO		
Comprobado				
Escala	Titulo	ESQUEMA UNIFILAR		NIA 721007
S/E	Proyecto	SUMINISTRO ELÉCTRICO EN M.T PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES DE LUMPIAQUE Y URREA DE JALÓN		Curso 2020/2021
				Plano N° 17