PROYECTO DE:

VARIANTE LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 45kV PARA EVACUACIÓN DE SIETE PARQUES FOTOVOLTAICOS EN T.M. LA MUELA, BOTORRITA, MARÍA DE HUERVA Y ZARAGOZA (PROV. ZARAGOZA)

TITULAR: **CPC INFRAESTRUCTURAS LA MUELA, A.I.E. (V10858165)**

Agosto 2025

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH2MWVUXMWEQL
21/8/2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Firmado por ESPINOSA FERNANDEZ SERGIO - ***0641** el día 20/08/2025 con un certificado emitido por AC FNMT Usuarios

El Ingeniero Técnico Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER Insights S.L.

MAGISTER
INGENIERÍA
C/Predicadores, 17, local. 50.003, Zaragoza.
Tfn: 976 96 79 06
ingenieria@magistersl.com

Sergio Espinosa Fernández
Colegiado nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I..... MEMORIA

DOCUMENTO II..... ANEJOS

DOCUMENTO III ..... PRESUPUESTO

DOCUMENTO IV .....PLANOS

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

DOCUMENTO I

MEMORIA

ÍNDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES 1

1. RESUMEN DEL ANTEPROYECTO 1
2. ANTECEDENTES 2
3. OBJETO DEL PROYECTO 3
4. PETICIONARIO 3
5. COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA 3
6. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES 3
7. PLAZO DE EJECUCION 3
8. NORMATIVA APLICABLE 4

CAPITULO II: LINEA AEREA 45 KV 5

1. CATEGORIA DE LA LINEA Y ZONA 5
2. POTENCIA A TRANSPORTAR 5
3. TRAZADO DE LA LINEA AEREA 45 KV 5
4. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION 7

4.1.- ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS 7
4.2.- APOYOS 7
4.3.- CONDUCTORES 10
4.4.- CADENAS DE AISLAMIENTO 11
4.5.- HERRAJES Y ACCESORIOS 12
4.6.- EMPALMES Y CONEXIONES 12
4.7.- CIMENTACIONES 13
4.8.- PUESTAS A TIERRA 13
4.9.- SEÑALIZACION 14
4.10.- PROTECCIONES 14
4.11.- MEDIDAS DE PROTECCION AMBIENTAL 14

CAPITULO III: RED SUBTERRANEA 45 KV 16

1. DESCRIPCIÓN GENERAL 16
2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN 16

2.1.- ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS 16
2.2.- CONDUCTOR 17
2.3.- TERMINALES 17
2.4.- AUTOVÁLVULAS-PARARRAYOS 18
2.5.- ESQUEMA DE CONEXIÓN 18
2.6.- CONVERSIÓN DE LÍNEA AÉREA A SUBTERRÁNEA 18
2.7.- LONGITUD DEL CABLE DE A.T. 19

3. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA 19

3.1.- SISTEMAS DE INSTALACIÓN 19
3.2.- ZANJAS 19
3.3.- ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO 21
3.4.- CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS. 21

3.4.1.- Puesta a tierra 21
3.4.2.- Protecciones contra sobreintensidades 21

CAPITULO IV: CONCLUSIONES 22

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. RESUMEN DEL ANTEPROYECTO

GENERALIDADES	
OBJETO	Evacuación 7 parques fotovoltaicos en La Muela
PETICIONARIO	CPC INFRAESTRUCTURAS LA MUELA, A.I.E. (V10858165)
INSTALACIONES	LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN
TENSIÓN	45 KV
POTENCIA	35 MW
VARIANTE L.A.S.A.T. S.E.T. PLAZA - NUEVA S.E.T. "ORTILLÉS" EVACUACIÓN	
CONDUCTOR	*AÉREO* 337-AL 1/44-ST 1A (LA-380) doble circuito *SUBTERRANEO* AL RHZ1+2OL 3x1x400 mm^2 Al 26/45 kV + H50 unipolar bajo tubo doble circuito
ORIGEN	NUEVA SET "ORTILLÉS" (EVACUACIÓN)(Objeto otro proyecto)
FIN	SET "PLAZA" (E-DISTRIBUCIÓN)
LONGITUD	6.555 m SUBTERRANEO (4.200 m de subterráneo nuevo para evitar afectar a la Alondra Ricoti) 13.098 m AEREO (la modificación se trata de 4.124,58 m desde el apoyo nº30 hasta el apoyo nº49
CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS	L.A.A.T. 220 kV / L.A.A.T. 132 kV / L.A.A.T. 45 kV / L.A.M.T 15 kV / R.S.M.T. 15 kV / Barrancos / Autovía A-2 / ADIF.
PRESUPUESTO	
Red Subterránea 45kV	1.971.950,83 €
Red Aérea 45kV	628.815,53 €
TOTAL	**2.600.766,36 €**

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2. ANTECEDENTES

Un conjunto de sociedades proyecta la construcción de siete parques fotovoltaicos con una potencia de 5MW cada uno en el término municipal de La Muela.

Con fecha 29 de octubre de 2021 se ha solicitado la Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada al Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) de cada uno de ellos.

En fecha 30 de noviembre de 2021, se presentó ante el Servicio Provincial de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial de Zaragoza la garantía económica correspondiente en base al artículo 23 del RD 1183/2020 de una potencia de 5.000kW para cada uno de los parques.

Con esa misma fecha, se presentaron los resguardos acreditativos de su constitución ante la Dirección General de Energía y Minas quedando adecuadamente constituidas las garantías económicas.

En julio de 2023, se redactó el proyecto LINEA AEREO-SUBTERRÁNEA 45kV PARA EVACUACIÓN DE SIETE PARQUES FOTOVOLTAICOS EN T.M. LA MUELA, BOTORRITA, MARÍA DE HUERVA Y ZARAGOZA (PROV. ZARAGOZA), por el Ingeniero Técnico Industrial D. Sergio Espinosa Fernández, a petición de CPC INFRAESTRUCTURAS LA MUELA, A.I.E., con CIF V10858165 y visado en el Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Aragón el 18/07/2022 con Visado NºVIZA226335.

Con toda la documentación necesaria se solicitaron condiciones de suministro a la empresa distribuidora, e-Distribución Redes Digitales, S.L.U. Tras análisis de la petición del punto de conexión solicitado por el Departamento de Planificación, se conceden las condiciones técnico-económicas en barras de SET Plaza 45kV en conjunto para los siete parques del complejo y por el total de la potencia de generación solicitada. Se recibe la respuesta el día 3 de febrero de 2022, cuyo documento se encuentra en el anejo que acompaña la presente memoria.

Con fecha 29 de marzo de 2023, se recibe escrito por parte del Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial del Servicio Provincial de Zaragoza notificando de la afección de la Línea aérea de evacuación "SET ORTILES-SET PLAZA" con la infraestructura del Parque Eólico "El Campillo" propiedad de Energías Renovables de Redux S.L., por lo que se realiza la variante de la L.A.S.A.T. "SET ORTILES-SET PLAZA" desde el apoyo nº40 hasta el apoyo nº49.

Se recibe escrito por parte del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental notificando afección de la Línea aérea de evacuación "SET ORTILES-SET PLAZA" con el hábitat de la Alondra Ricoti, por lo que se realiza la variante de la L.A.S.A.T. "SET ORTILES-SET PLAZA" desde el apoyo nº30 hasta el apoyo nº49 y eliminando los apoyos del nº64 hasta el nº 84, realizando dicho trazado en subterráneo.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragone-visado.net/Validar/CSV.aspx?CSV=C5JH3MWVUAMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

3. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto se trata de una modificación a la anterior variante, con nº visado VIZA2311324 con fecha 21 de diciembre de 2023, y tiene como objeto evitar la afección al Área con Alondra Ricoti, para ellos se realiza esta modificación de la línea aérea desde el apoyo nº30 hasta el apoyo nº49, y eliminando el tramo aéreo desde el apoyo nº64 hasta el final, realizando este tramo en subterráneo.

Asimismo, es objeto del presente proyecto el servir de base a todos los trámites oficiales o privados que sean precisos para obtener la autorización necesaria para llevar a cabo dicha 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.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO
https://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL

4. PETICIONARIO

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

- Promotor y C.I.F.:.....**CPC INFRAESTRUCTURAS LA MUELA, A.I.E. (V10858165)**
- Dirección:..... Calle Juan Hurtado de Mendoza, 16, 28036, Madrid

Las instalaciones objeto de este proyecto quedarán de titularidad de los promotores a la finalización de las obras.

5. COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

La compañía ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U. es propietaria de la subestación "PLAZA" a la que evacuarán las instalaciones que se describen en el presente proyecto.

6. EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La variante de red aérea-subterránea, parte su tramo aéreo desde el apoyo nº30 de coordenadas UTM aproximadas ETRS89 Huso 30: X: 664.785 Y: 4.600.237 hasta el apoyo nº49 de coordenadas UTM aproximadas en ETRS89 Huso 30: X:666.852, Y: 4.603.472 y su tramo subterráneo desde el apoyo nº64 de coordenadas UTM aproximadas en ETRS89 Huso 30: X:667.876, Y: 4.606.293.

7. PLAZO DE EJECUCION

Se estima un plazo de ejecución de 2 meses para el proyecto completo, una vez conseguidos los permisos particulares y oficiales de paso de la línea aérea, así como la autorización administrativa para su construcción.

8. NORMATIVA APLICABLE

En la confección del presente proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presente las especificaciones contenidas en:

- Reglamento Técnico de Líneas de Alta Tensión (Decreto 223/08 del 15 de febrero), así como las Normas y Disposiciones publicadas posteriormente y relacionadas con el citado decreto.
- 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.
- Ley del Sector Eléctrico 54/1997 de 27 de noviembre de 1997.
- Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de trasporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones técnicas complementarias, Decreto 842/2002 de agosto.
- Ley de ordenación de la edificación.
- Normas básicas de la edificación.
- Instrucción del hormigón estructural EHE.
- Normas tecnológicas de la edificación que sean de aplicación.
- Normas relativas a la seguridad y salud en el trabajo, construcción y protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de alta y baja tensión.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de SEGURIDAD Y SALUD.
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora de Energía, Endesa Distribución Eléctrica S. L.
- Normalización Nacional (Normas UNE)
- Recomendaciones UNESA.
- Ordenanzas, regulaciones y códigos nacionales, autonómicos y locales, que sean de aplicación.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragone-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CAPITULO II: LINEA AEREA 45 kV

1. CATEGORIA DE LA LINEA Y ZONA

Según se indica en los artículos 3 del Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

Por su nivel de tensión NOMINAL:

45 kV.....SEGUNDA categoría.

Según se indica el punto 3.1.3 de la ITC-LAT-07:

Por su altitud: .....Zona A (A <500 m) sobre nivel del mar.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2. POTENCIA A TRANSPORTAR

La línea de 45kV se diseña para un transporte de energía de 35 MW, procedentes de la evacuación conjunta de los siete parques fotovoltaicos:

PSFV Dehesa Ortillés	5 MW
PSFV Acampo Ortillés	5 MW
PSFV Mudéjar	5 MW
PSFV La Huerva	5 MW
PSFV El Espartal	5 MW
PSFV Dehesa de la Muela	5 MW
PSFV Valdelitera	5 MW

3. TRAZADO DE LA LINEA AEREA 45 kV

El trazado de la Línea Aérea se divide en tres tramos:

- El origen del primer tramo de la línea aérea será el apoyo a instalar nº 1 de conversión aéreo subterránea a la salida de la SET “ORTILLÉS” de evacuación conjunta, y a través de 8 alineaciones y 16 apoyos se llegará con una longitud de 3.285 m al apoyo nº16 a instalar de conversión aéreo subterránea para atravesar una zona de parcelas con construcciones y cruce con LAMT 15kV con tramo en subterráneo. No hay modificación respecto al proyecto original.

- El origen del segundo tramo de la línea aérea será el apoyo a instalar nº 17 de conversión aéreo-subterránea tras pasar las parcelas construidas, y a través de 2 alineaciones y 4 apoyos se llegará con una longitud de 682 m al apoyo nº 20 a instalar de conversión aéreo subterránea para realizar el cruce por debajo de la LAAT 132kV en subterráneo en la parcela 1 del polígono 3 de Botorrita. No hay modificación respecto al proyecto original.

- El origen del tercer tramo de la línea aérea será el apoyo a instalar nº 21 de conversión aéreo-subterránea tras pasar la parcela 1 del polígono 3 de Botorrita, y a través de 17 alineaciones y 4 apoyos se llegará con una longitud de 9.130 m al apoyo nº 64 a instalar de conversión aéreo subterránea en la parcela 108 del polígono 2 de Zaragoza en las inmediaciones de la Plataforma Logística de Plaza. Desde ese punto, la traza será en subterráneo hasta el punto de entrega de energía en SET existente "PLAZA", este tramo será el motivo de la variante desde el apoyo nº30 hasta el apoyo nº49 la línea se desplazará hacia el Noroeste con el fin de no afectar al hábitat de la Alondra Ricoti, y desde el apoyo nº64 hasta el apoyo nº84 se elimina el trazado aéreo, pasando este a subterráneo con el mismo objetivo de no afectar al Área de la Alondra Ricoti.

Las coordenadas en HUSO 30 y sistema ETRS 89 de los apoyos que compondrán la línea son las siguientes:

COORDENADAS U.T.M.ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
1	660.802	4.596.778
2	660.958	4.596.686
3	661.092	4.596.541
4	661.247	4.596.419
5	661.463	4.596.418
6	661.681	4.596.418
7	661.890	4.596.417
8	662.109	4.596.519
9	662.292	4.596.608
10	662.468	4.596.753
11	662.663	4.596.817
12	662.857	4.596.880
13	663.001	4.597.151
14	663.126	4.597.384
15	663.258	4.597.635
16	663.320	4.597.748
17	663.603	4.597.931
18	663.677	4.598.092
19	663.779	4.598.315
20	663.978	4.598.483
21	664.031	4.598.560
22	664.169	4.598.765
23	664.285	4.598.937
24	664.334	4.599.063
25	664.416	4.599.278
26	664.497	4.599.488
27	664.576	4.599.695
28	664.643	4.599.868
29	664.711	4.600.046

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.es/visado.pdf/ValidarCSV.aspx?CSV=CEJH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

30	***664.785***	***4.600.237***
31	***665.020***	***4.600.386***
32	***665.166***	***4.600.478***
33	***665.327***	***4.600.685***
34	***665.475***	***4.600.876***
35	***665.633***	***4.601.080***
36	***665.762***	***4.601.245***
37	***665.914***	***4.601.504***
38	***665.968***	***4.601.775***
39	***666.019***	***4.602.033***
40	***666.144***	***4.602.190***
41	***666.266***	***4.602.344***
42	***666.393***	***4.602.503***
43	***666.355***	***4.602.782***
44	***666.330***	***4.602.974***
45	***666.376***	***4.603.215***
46	***666.544***	***4.603.306***
47	***666.698***	***4.603.389***
49	***666.852***	***4.603.472***
50	666.913	4.603.658
51	667.032	4.603.788
52	667.127	4.603.894
53	667.278	4.604.060
54	667.441	4.604.240
55	667.517	4.604.444
56	667.598	4.604.658
57	667.660	4.604.821
58	667.722	4.604.986
59	667.801	4.605.198
60	667.885	4.605.419
61	667.876	4.605.646
62	667.866	4.605.886
63	667.775	4.606.108
64	***667.876***	***4.606.293***

4. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION

4.1.- ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS

La Línea Aérea de Alta Tensión proyectada se ubica en los polígonos 38 y 39 del Término Municipal de La Muela, los polígonos 1, 2 y 3 de Botorrita, los polígonos 1, 5, 7 y 8 de María de Huerva y en los polígonos 114, 112, 111, 110, 108, 106 y 119 del Término Municipal de Zaragoza (Provincia de Zaragoza).

En el apartado de anexos se detalla la relación de los polígonos y parcelas afectadas por el paso de la línea aérea, así como de las afecciones producidas, ubicación de apoyos y/o vuelo de conductores.

Del mismo modo en la documentación gráfica adjunta se observa el trazado completo de la línea y los organismos afectados para los cuales se confeccionan las correspondientes separatas.

4.2.- APOYOS

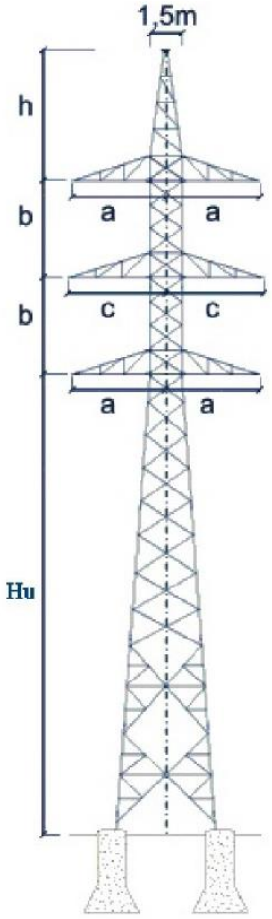
COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea serán del tipo Metálicos de Celosía, de las series Cóndor, Halcón, Halcón Real, Águila y Águila Real del fabricante IMEDEXSA, o similar, tanto en serie como en fabricante.

Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos tronco piramidales cuadrados, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Los apoyos dispondrán de una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica por encima de los circuitos de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.

En la siguiente tabla se indican el tipo de apoyo, así como la función y tipo de armado:



Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO	ARMADOS	CABEZA (m) "b"	CRUCETA (m) "a"	CRUCETA (m) "c"	CUPULA (m) "h"
1	FL	CO-27000-15	N1111	3,3	3	3	4,3
2	ANG-AMA	AGR-12000-18	N2111	2,5	2	2	3,7
3	ANG-ANC	AG-12000-14	N1111	2	2	2	3,7
4	ANG-ANC	AGR-21000-20	N1441	2	2,5	2,5	3,7
5	ALI-SUS	HAR-2500-22	N1111	2	2	2	3
6	ALI-SUS	HA-2500-16	N2221	2	1,75	1,75	2,7
7	ANG-ANC	AGR-18000-12	N1331	2	2,4	2,4	3,7
8	ALI-SUS	HAR-2500-22	N2111	2,5	2	2	3
9	ANG-ANC	AGR-12000-14	N1221	2	2,1	2,1	3,7
10	ANG-AMA	AGR-12000-20	N3111	3	2	2	3,7
11	ALI-SUS	HAR-2500-22	N1111	2	2	2	3
12	ANG-ANC	AGR-21000-14	N2221	2,5	2,1	2,1	3,7
13	ALI-SUS	HA-3000-16	N3221	2,7	1,75	1,75	2,7
14	ALI-SUS	HAR-2500-22	N2111	2,5	2	2	3
15	ALI-SUS	HAR-7000-13	N2111	2,5	2	2	3
16	FL	CO-27000-12	N1111	3,3	3	3	4,3

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO	ARMADOS	CABEZA (m) "b"	CRUCETA (m) "a"	CRUCETA (m) "c"	CUPULA (m) "h"
17	FL	CO-27000-12	N1111	3,3	3	3	4,3
18	ALI-SUS	HA-2500-16	N3221	2,7	1,75	1,75	2,7
19	ANG-ANC	AGR-14000-18	N2111	2,5	2	2	3,7
20	FL	CO-27000-12	N1111	3,3	3	3	4,3
21	FL	CO-27000-15	N1111	3,3	3	3	4,3
22	ALI-SUS	HA-2500-21	N3331	2,7	2	2	2,7
23	ANG-ANC	AG-12000-12	N2111	2,5	2	2	3,7
24	AL-AM	HAR-7000-15	N2111	2,5	2	2	3
25	ALI-SUS	HA-2500-21	N3331	2,7	2	2	2,7
26	ALI-SUS	HA-3000-21	N3331	2,7	2	2	2,7
27	ALI-SUS	HA-3000-19	N3331	2,7	2	2	2,7
28	ALI-SUS	HA-2500-23	N3331	2,7	2	2	2,7
29	ALI-SUS	HA-2500-21	N3331	2,7	2	2	2,7
30	***AN-ANC***	***AGR-21000-18***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3,7***
31	***AL-SU***	***HAR-2500-20***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3***
32	***AN-ANC***	***AGR-14000-16***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3,7***
33	***AL-SU***	***HA-3500-19***	***N3221***	***2,7***	***1,75***	***1,75***	***2,7***
34	***AL-SU***	***HAR-2500-22***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3***
35	***AL-SU***	***HAR-2500-27***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3***
36	***AN-ANC***	***AG-12000-27***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3,7***
37	***AN-ANC***	***AGR-14000-25***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3,7***
38	***AL-AM***	***HAR-7000-34***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3***
39	***AN-ANC***	***AGR-18000-20***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3,7***
40	***AL-SU***	***HA-2000-30***	***N2111***	***2***	***1,5***	***1,5***	***2,7***
41	***AL-SU***	***HAR-2500-29***	***N1111***	***2***	***2***	***2***	***3***
42	***AN-ANC***	***AGR-21000-14***	***N2221***	***2,5***	***2,1***	***2,1***	***3,7***
43	***AL-SU***	***HAR-2500-20***	***N2111***	***2,5***	***2***	***2***	***3***
44	***AN-ANC***	***AGR-14000-16***	***N1331***	***2***	***2,4***	***2,4***	***3,7***
45	***AN-ANC***	***CO-27000-18***	***N1111***	***3,3***	***3***	***3***	***4,3***
46	***AL-AM***	***HAR-7000-13***	***N1111***	***2***	***2***	***2***	***3***
47	***AL-SU***	***HA-2000-16***	***N2111***	***2***	***1,5***	***1,5***	***2,7***
49	***AN-ANC***	***AGR-21000-14***	***N2221***	***2,5***	***2,1***	***2,1***	***3,7***
50	ANG-ANC	AGR-14000-18	N2111	2,5	2	2	3,7
51	ALI-SUS	HA-2500-21	N3331	2,7	2	2	2,7
52	ALI-SUS	HA-2500-16	N3331	2,7	2	2	2,7

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5...

Nº DE APOYO (SEGÚN PLANO)	FUNCIÓN DEL APOYO	TIPO DE APOYO	ARMADOS	CABEZA (m) "b"	CRUCETA (m) "a"	CRUCETA (m) "c"	CUPULA (m) "h"
53	AL-AM	HAR-7000-13	N2111	2,5	2	2	3
54	ANG-AMA	AGR-12000-16	N3111	3	2	2	3,7
55	ALI-SUS	HA-2500-21	N3331	2,7	2	2	2,7
56	ALI-SUS	HA-2500-26	N3331	2,7	2	2	2,7
57	AL-AM	HAR-7000-22	N2111	2,5	2	2	3
58	AL-AM	HAR-7000-22	N2111	2,5	2	2	3
59	AL-AM	HAR-7000-13	N2111	2,5	2	2	3
60	ANG-ANC	AGR-14000-18	N2111	2,5	2	2	3,7
61	ALI-SUS	HA-2500-28	N3331	2,7	2	2	2,7
62	ANG-AMA	AGR-12000-18	N2111	2,5	2	2	3,7
63	ANG-ANC	CO-27000-18	N1111	3,3	3	3	4,3
64	***FL***	***AGR-21000-14***	***N1111***	***3,3***	***3***	***3***	***4,3***

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMQVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4.3.- CONDUCTORES

El conductor a instalar es del tipo aluminio–acero LA–380 (337-AL1/44-ST1A), contemplado en la Norma UNE-EN 50182, cuyas características principales se exponen a continuación:

Composición .....(54 + 7)
Sección total ..... 381 mm²
Diámetro total .....25,38 mm
Peso del cable..... 1,275 Kg/m
Módulo de elasticidad .....6.900 Kg/mm²
Coeficiente de dilatación lineal .....19,3·10-6 ºC-1
Carga de rotura.....10.650 Kg
Resistencia eléctrica a 20ºC..... 0,086 Ω/Km
Densidad de corriente máxima ..... 1,89 Amp/mm²
Intensidad admisible .....720 A

Se instalará un cable compuesto tierra-óptico OPGW, de las siguientes características:

Denominación ..... OPGW 48
Sección total ..... 180 mm²
Diámetro total .....17 mm
Peso del cable..... 0,624 Kg/m
Módulo de elasticidad..... 12.000 daN/mm²
Coeficiente de dilatación lineal ..... 15 x 10-6 ºC-1
Carga de rotura.....8.000 Kg

4.4.- CADENAS DE AISLAMIENTO

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

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

Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos: ▪

1º Aisladores de vidrio templado o material polimérico cuyas características y denominación están fijadas en las Normas UNE en vigor.

2º Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador). ▪

3º Grapas (en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar).

▪ 4º Accesorios (varillas helicoidales preformadas para protección o retención terminal, etc.).

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC 07 del R.L.A.T. El aislador elegido, y sus características, es:

Material: ..... Polimérico
Línea de fuga (mm): 1.040
Carga de rotura (kN): 70
Longitud (mm): 870
Peso (kg): 2,5
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco (kV): 205
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV): . 130
Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): 300

La longitud de la cadena de suspensión sencilla resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): 1,154

Las cadenas de amarre serán dobles.

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 1,152
- Altura del puente en apoyos de amarre (m): 1,00
- Ángulo de oscilación del puente (º): 20

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C[illegible]UXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4.5.- HERRAJES Y ACCESORIOS

- **Herrajes** de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.

- **Grapas de amarre** del tipo compresión compuestas por un manguito que se comprime contra el cable, y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.

- **Grapas de suspensión** 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.

- **Antivibradores:** Para evitar los daños ocasionados en los conductores debido a las vibraciones de pequeña amplitud, se ha previsto instalar amortiguadores en los cables de fase, uno por conductor y vano hasta 500 m y dos por conductor y vano en los mayores de 500 m. Para el cable de tierra (OPGW) se instalarán dos por vano.

- **Contrapesos:** En el caso, qué por desniveles en los vanos, se produzcan importantes pérdidas de peso del gravivano, se colocarán los contrapesos necesarios para compensar y limitar los desvíos de cadena correspondiente.

- **Salvapájaros:** Se instalarán en aquellas zonas que así lo considere necesario el órgano competente de la comunidad autónoma, colocados en el cable de tierra (OPGW) cada 10 metros.

4.6.- EMPALMES Y CONEXIONES

CABLES DE FASE

En la presente línea aérea se evitará la realización de empalmes al ser una línea de nueva construcción. Las longitudes de cable de las bobinas se solicitarán a la hora de realizar el montaje de acuerdo a la longitud de los cantones.

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 95% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

La conexión sólo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor. Se utilizarán uniones de compresión o de tipo mecánico (con tornillo).

Las conexiones, que se realizarán mediante conectores de apriete por cuña de presión o petacas con apriete por tornillo, asegurarán continuidad eléctrica del conductor, con una resistencia mecánica reducida.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://colaragon.es/visado/pet/ValidarCSV.aspx?CSV=C3JH3TMWVUXMWEQ
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CABLES DE COMUNICACION

Las cajas de distribución proporcionan una conexión y un acceso fácil al enlace óptico, teniendo en consideración el cuidado de la fibra y el cable.

La caja de empalme de rápido acceso proporciona una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea aérea.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

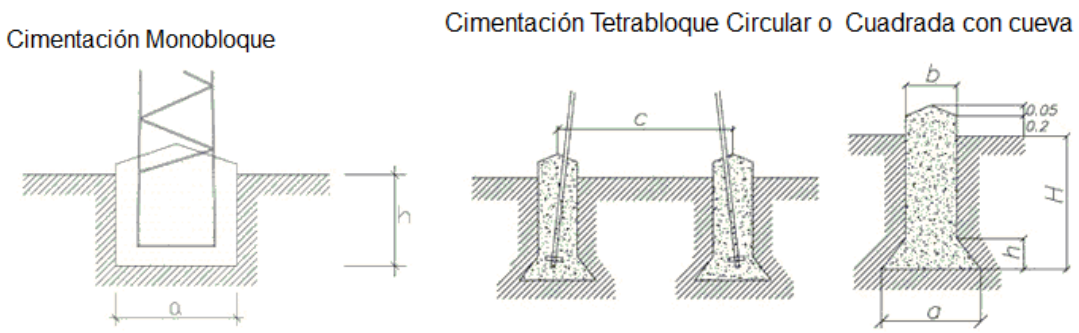
4.7.- CIMENTACIONES

Las cimentaciones se realizarán teniendo presente lo que se especifica en el apartado 3.6 de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008 y será del tipo monobloque o fraccionada, según el tipo de apoyo prismática de sección cuadrada.

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa, de una dosificación de HM-20 (dosificación de 200 Kg/m^3 y una resistencia mecánica de 20 N/mm$^{2)}$, y deberán cumplir lo especificado en la instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 (R.D. 1247/2008 de 18 de Julio.)

El bloque o bloques de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 15 cm, formando un zócalo, con 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 efectuarán unos pequeños planos inclinados a tal efecto.

Las dimensiones de las cimentaciones variarán en función del coeficiente de compresibilidad del terreno (K) y serán facilitadas por el fabricante. Los valores de los coeficientes de compresibilidad se deducen de estudios de suelos o se adoptan los de la Tabla 10 de la ITC-LAT-07.



En el anexo de cálculos se adjunta tabla con la medida de las cimentaciones para cada uno de los apoyos.

4.8.- PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra de apoyos se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

Todos los apoyos que componen la red son metálicos, al ser material conductor deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- Electrodo de difusión:

Se dispondrán en dos patas de las torres situadas en una misma diagonal picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro unidas con grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo, con objeto de conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.

- Anillo difusor:

Cuando se trate de un apoyo frecuentado 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.

4.9.- SEÑALIZACION

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea (45 kV) y símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa, este último a nivel opcional.

4.10.- PROTECCIONES

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la Línea Aérea en proyecto.

4.11.- MEDIDAS DE PROTECCION AMBIENTAL

A la hora de plantear el trazado y características de estas infraestructuras eléctricas, con el fin de minimizar al máximo posible el riesgo de colisión y electrocución de la avifauna, se ha prestado una especial atención al cumplimiento del Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón.

De este modo, para el diseño de este tendido eléctrico se han aplicado las características constructivas y las medidas anticolisión y antielectrocución para las aves en los apoyos y cables eléctricos que se relacionan a continuación.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVGXMWFEQ
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Prescripciones genéricas

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos no aislados por encima de travesaños o cabecera de los apoyos.
- No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.

Medidas preventivas para evitar riesgos de colisión

La prescripción técnica prevista para este objetivo es la señalización de los vanos que atraviesan cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación, mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en "X", dispuestas en los conductores de fase y/ó de tierra, de radio aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo.

No se prevé la colocación de balizas salvapájaros para protección avifauna por no existir afección. Esta medida quedará condicionada al informe que el INAGA presente con respecto a este proyecto.

Medidas preventivas para evitar riesgos de electrocución

Como medidas preventivas para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado los siguientes criterios de diseño:

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 TR3.La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,50 m.

Apoyos de alineación (suspensión)

La fijación de las cadenas de aisladores en las crucetas se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre punto de posada y conductor en tensión.

Apoyos de ángulo y anclaje (amarre)

La fijación de los conductores a la cruceta se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m, (1.00 m en espacios naturales protegidos ya declarados o dotados de instrumentos de planificación de recursos naturales específicos), entre el punto de posada y el conductor en tensión.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JB8TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CAPITULO III: RED SUBTERRANEA 45 KV

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Basándose en criterios económicos, técnicos, estéticos y explotación de la red, se ha elegido el trazado que viene reflejado en los planos adjuntos.

Se realizarán cuatro tramos de red subterránea de 45kV:

El primer tramo partirá desde la celda de línea de 45kV en el Edificio de Control de la Subestación, hasta llegar al apoyo nº 1 a instalar de conversión aéreo-subterránea ubicado en las coordenadas: (X=660.802; Y=4.596.778). Este tramo de línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 50 m y está constituido por 2 circuitos, con cable de 400 mm² de aluminio.

El segundo tramo partirá desde el apoyo nº 16 de conversión aéreo-subterránea a instalar en coordenadas :(X=663.322; Y=4.597.748), dicho trazado discurrirá por el lateral del camino existente hasta llegar al apoyo nº17 a instalar de conversión aéreo-subterránea ubicado en las coordenadas: (X=663.603; Y=4.597.931). Este tramo de línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 592 m y está constituido por 2 circuitos, con cable de 400 mm² de aluminio.

El tercer tramo partirá desde el apoyo a instalar de conversión aéreo subterráneo nº 20 de coordenadas :(X=663.603; Y=4.597.931), desde ahí discurrirá por la parcela 1 del polígono 3 para realizar el cruce bajo la LAAT de 132kV existente, hasta llegar al apoyo nº 21 a instalar de conversión aéreo-subterránea ubicado en las coordenadas: (X=664.031; Y=4.598.560). Este tramo de línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 114 m y está constituido por 2 circuitos, con cable de 400 mm² de aluminio.

El cuarto tramo partirá desde el apoyo a instalar de conversión aéreo subterráneo nº 64 de coordenadas:(X=667.876; Y=4.606.293), en la Parcela 2 del Polígono 108, desde ahí discurrirá bordeando las parcelas existentes hasta llegar a las inmediaciones de la Plataforma Logística Plaza y realizar una perforación horizontal dirigida cruzando bajo la vía del ADIF y la autovía A-2, hasta entrar a la posición de entrega de energía en la SET "PLAZA", propiedad de E-distribución Redes Digitales. Este tramo de línea subterránea a ejecutar tiene una longitud de 5.872 m y está constituido por 2 circuitos, con cable de 400 mm² de aluminio.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.- ENTIDADES Y ORGANISMOS AFECTADOS

El primer tramo de la traza de la Red Subterránea de Alta Tensión se ubica en el polígono 38 de La Muela, el segundo tramo se ubica en los polígonos 2 y 3 del Término Municipal de Botorrita, el tercer tramo de la red subterránea se ubica en el polígono 3 del Término Municipal de Botorrita y el cuarto tramo de la red se ubica en el polígono 118 y 119 del Término Municipal de Zaragoza.

En el apartado de anexos se detalla la relación de los polígonos y parcelas afectadas por el paso de la línea subterránea, así como de las afecciones producidas y servidumbres generadas.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/validar/CSV.aspx?CSV=C5...
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Del mismo modo en la documentación gráfica adjunta se observa el trazado completo de la línea y los organismos afectados para los cuales se confeccionan las correspondientes separatas.

2.2.- CONDUCTOR

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán del tipo RHZ1+2OL 1x400 mm^2 Al 26/45 kV + H50, de sección 400 mm² de las siguientes características:

Tipo de Cable	RHZ1
Sección	400 mm²
Circuitos	2
Tensión	26/45 kV
Conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado XLPE
Pantalla metálica	Pantalla de Cables de Cobre

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

Acompañando al cable de la línea subterránea se dispondrá de un cable de fibra óptica compuestos por 48 fibras en 4 tubos de 12 fibras cada uno.

2.3.- TERMINALES

Se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento integral en SF6 y en las conversiones aéreo-subterráneas.

Terminales de exterior de composite

Los terminales de exterior serán de composite y para la tensión nominal que se requiera. Estos terminales tienen el aislador de composite cementada a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica (torre). En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

La conexión de los conductores a su conector se hace por manguitos de conexión a presión. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

Terminales GIS o de SF_6

Serán requeridos para la conexión en las cámaras GIS de SF_6 de la SET, y deben estar diseñados para que la interfase termina-interruptor sea de acuerdo con la Norma IEC-60859.

Los terminales son encapsulados en resina, con cono deflector preformado. La conexión del conductor se hace por medio de un conector tipo bayoneta.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Los sistemas de estanqueidad deben asegurar que no debe haber posibilidad de contaminación por penetración del gas SF_6 en el interior del terminal.

Los terminales GIS serán de diseño "seco", no necesitando estar rellenos de aceite de silicona y no requiriendo la monitorización alguna de los niveles de aceite durante su servicio.

El nivel de aislamiento exigido para los terminales será el indicado en la tabla:

Tensión nominal de la red (kV)	Tensión nominal del cable Uo/U (kV)	Tensión más elevada en el cable y sus accesorios Um (kV)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)
45	26/45	72,5	250

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cot.aragon.es/visadoNetValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2.4.- 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.

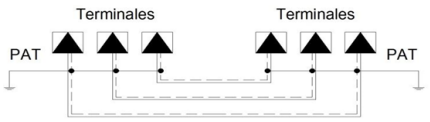
Los pararrayos se ajustarán a norma UNE-EN 60099. Las características serán las siguientes:

Un (kV)	Ur (kV)	Uc (kV)	Ures (kV) máximo	Sistema de neutro red
45	52	52	72,5	Aislado

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

2.5.- 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 la SET nueva y el apoyo nº1 y entre el apoyo nº64 y la SET Existente.



2.6.- CONVERSIÓN DE LÍNEA AÉREA A SUBTERRÁNEA

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.

2.7.- LONGITUD DEL CABLE DE A.T.

Se justifica la longitud del conductor siguiendo los siguientes criterios:

Longitud de tramo subterráneo:

Zanja ..... 6.555 m

Conversiones 120m

Entrada a la SET "Ortillés" ..... 20 m

Coca en SET PLAZA (trabajos EDE)..... 100 m

TOTAL..... 6.795 m

3. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

3.1.- 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.

- *En canalizaciones entubadas.*

Las canalizaciones entubadas estarán constituidas por tubos material sintético y amagnético, hormigonados ó no, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en zanja.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a 200 mm, debiendo permitir la sustitución de un cable averiado. Se instalará un conductor por tubo. Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

A lo largo del trazado de la línea subterránea se realizará la señalización exterior de la canalización, colocando hitos a lo largo del tendido a una distancia máxima de 50 metros entre ellos y teniendo la precaución que desde cualquiera se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalizarán los cambios de sentido.

3.2.- ZANJAS

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. Se estima una longitud total de zanjas de aproximadamente 6.555 m.

El cableado irá en todos los trazados bajo tubo de 200mm de diámetro. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

En los tramos de tubo seco se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena o tierra cribada hasta una profundidad de 50cm bajo cota de calle.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico.

En el caso de tubo hormigonado (cruces) la arena de río lavada se sustituye por dado de hormigón en masa y no es necesaria la placa de protección mecánica.

- *Zanja tipo A-A', en tierra con conductor entubado:*

El cable ira alojado en una zanja de 0,95 x 0,50 m, previéndose la instalación de dos tubos de 200mm de diámetro enterrados bajo tubo seco. Se instalará un circuito por tubo tal y como se indica en el apartado canalizaciones entubadas.

- *Zanja tipo B-B', en tierra para cruces con conductor entubado y hormigonado:*

El cable ira alojado en una zanja de 1,20 x 0,50 m, previéndose la instalación de tubo de reserva, debidamente enterrados y hormigonados. Se instalará un conductor por tubo tal y como se indica en el apartado canalizaciones entubadas.

- *Zanja tipo C-C', perforación horizontal dirigida para cruce con Autovía A-2:*

La perforación horizontal dirigida se realizará en tres diferentes fases.

La primera fase consistirá en la realización de una perforación guía de pequeño diámetro que seguirá la trayectoria teórica proyectada. Para poder detectar la posición del cabezal perforador, se emplea el sistema de guiado.

Una vez realizada la perforación guía, se desmontará el cabezal de perforación y en su lugar se montará un cono escariador para aumentar el diámetro del túnel de la perforación. Este proceso se realizará en sentido inverso (por tracción de la máquina). La repetición sucesiva de esta operación de escariado, se realizará aumentando progresivamente el diámetro hasta alcanzar 560mm de diámetro. Una vez alcanzado los 560mm de diámetro del túnel, se procederá a la introducción de la tubería, previamente soldada en su longitud total.

La tubería se alineará con la perforación y se conectará al varillaje de perforación, previamente introducido en el túnel. Finalmente, la perforadora tirará de la tubería a través del varillaje, introduciéndola en el túnel progresivamente.

Se instalará tubería de acero 560mm diámetro exterior, en interior de esta tubería, se alojarán 5 tubos de polietileno de diámetro exterior 200mm y se rellenará tubería con hormigón HM-20.

Se realizará cata de entrada para iniciar la perforación horizontal dirigida en su primera fase, perforación guía. Esta cata será de unas dimensiones adecuadas para la correcta realización de los trabajos. Posteriormente a las obras, se realizará reposición del pavimento afectado con el mismo material existente previa apertura de la zanja.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
https://cotiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQ
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

3.3.- ARQUETAS DE AYUDA AL TENDIDO

Al tratarse de una instalación en la que los cables van entubados en todo su recorrido, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido de cable. Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor.

Una vez se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las arquetas y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

Finalmente se rellenará la arqueta con tierras compactadas, y se repondrá el pavimento en caso de ser necesario a su estado original.

3.4.- CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Los cables subterráneos cumplirán, 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 señalizarán los servicios que coincidan con el trazado de los cables y se realizarán catas para confirmar ó rectificar el trazado.

- *Cruzamientos.*

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

- *Paralelismos.*

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

3.4.1.- Puesta a tierra

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra en sus cajas de terminales.

3.4.2.- Protecciones contra sobreintensidades

Contra sobre intensidades se utilizarán protección con seccionador tripolar colocado 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.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JHSTMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CAPITULO IV: **CONCLUSIONES**

Con lo expuesto y con los anexos y planos que se adjuntan, se considera suficientemente descrita la instalación a realizar, solicitando las autorizaciones administrativas previstas en la legislación vigente para su instalación y puesta en servicio.

Zaragoza, agosto de 2025

El Ingeniero T. Industrial
Al servicio de la empresa
MAGISTER Ingeniería

Sergio Espinosa Fernández
Colegiado nº 5516 C.O.G.I.T.I.A.R.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

DOCUMENTO II

ANEJOS

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8
2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

ANEJO I:

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

Í N D I C E

CAPITULO I: LÍNEA AÉREA 45kV

1. CÁLCULO ELÉCTRICO 1
2. CÁLCULOS MECÁNICOS 1
   2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES 1
      2.1.1 Cargas permanentes 1
      2.1.2 Carga de viento 1
      2.1.3 Carga de hielo 2
      2.1.4 Hipótesis de tracciones máximas 2
      2.1.5 Hipótesis de flechas máximas 2
      2.1.6 Determinación de la tracción en los conductores 2
      2.1.7 Determinación de las flechas 2
   2.2 CÁLCULO DE APOYOS 7
   2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES 13
      2.3.1 Aisladores 13
3. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES 13
4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD 15
   4.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO 15
   4.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES 15
   4.3 DISTANCIA A MASA 15
   4.4 DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y PASO POR ZONAS. 15
5. PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS 19
   5.1 DATOS INICIALES 19
   5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS 20
      5.2.1 Apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados 20
      5.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad. 21
      5.2.3 Tiempo de eliminación del defecto 23
      5.2.4 Resistencia de tierra de los electrodos 23
      5.2.5 Cálculo de tierras en apoyos no frecuentados 25
      5.2.6 Cálculo de tierras en apoyos frecuentados 25
   5.3 RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS 28
      5.3.1 Apoyos No Frecuentados 28

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

CAPITULO I: LÍNEA AÉREA 45kV

1. CÁLCULO ELÉCTRICO

No hay modificaciones con respecto al proyecto inicial ya que las longitudes no sufren variaciones.

2. CÁLCULOS MECÁNICOS

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

2.1 CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES

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

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

Denominación	LA – 380	OPGW 48
Sección	381 mm^2	180 mm^2
Diámetro	25,38 mm	17 mm
Peso	1,275 kg/m	0,624 kg/m
Modulo elástico	6.900 daN/mm^2	12.000 daN/mm^2
Coef. dilatación lineal	19,3 10^{-6} ºC^{-1}	15 10^{-6} ºC^{-1}
Carga de Rotura	10.650 Kg	8.000 Kg

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:

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

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

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

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

Siendo:

d = diámetro del conductor en m.

q = presión del viento.

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

Denominación conductor *Denominación antigua*	***Diámetro conductor (mm)***	***P_v para viento de 120 km/h (daN/m)***
337-AL1/44-ST1A (LA-380)	25,38	1,27

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2.1.3 Carga de hielo

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

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

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 discurra la línea, considerando una velocidad el viento de 120 km/h. Las sobrecargas que les son aplicables son las siguientes:

ZONA A, Altitud inferior a 500 m			
Hipótesis	***Temperatura (ºC)***	***Sobrecarga de Viento***	***Sobre carga de hielo***
Tracción máxima de viento	*-5*	*Según apartado 2.1.2 y 3.1.2 ITC-LAT 07*	*No se aplica*

En caso de que se prevea la aparición en la zona de un viento excepcional, se considerarán los conductores, a la temperatura de -5ºC en zona A, -10ºC en zona B y -15 ºC 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 +15ºC, con una velocidad de 120 km/h.

b) **Hipótesis de temperatura**: Sometidos a la acción de su peso propio a la temperatura de +50ºC.

c) **Hipótesis de hielo**: Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de hielo según zona, según apartado 3.1.3 ITC-LAT 07, a la temperatura de 0ºC.
La sobrecarga de hielo será, según zona:

- No se considera para zona A.

Siendo "d" el diámetro del cable en milímetros.

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:

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

Donde:

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

2.1.7 Determinación de las flechas

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

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

f = Máxima flecha del conductor.
a = Vano en m.
T_2 = Tenses en daN en los estados inicial y final.
p_2 = Peso del conductor en los estados inicial y final en daN/m.

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:

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

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- **TABLAS DE CALCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES**

LA-380 (EDS20%):

					-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores	Vano Reg. (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
30-31	A	278	-1,52	243	2637	4,69	2523	4,9	2416	5,12	2318	5,34	2227	5,55	2143	5,77	2065	5,99	1993	6,21	1926	6,42	1864	6,64	1806	6,85	1753	7,06
31-32	A	173	2,74	243	2637	1,81	2523	1,89	2416	1,97	2318	2,06	2227	2,14	2143	2,22	2065	2,31	1993	2,39	1926	2,48	1864	2,56	1806	2,64	1753	2,72
32-33	A	262	-9,51	245	2632	4,15	2519	4,33	2414	4,52	2317	4,71	2227	4,9	2144	5,1	2066	5,29	1995	5,48	1929	5,66	1867	5,85	1810	6,03	1757	6,22
33-34	A	241	-5,3	245	2632	3,53	2519	3,69	2414	3,85	2317	4,02	2227	4,18	2144	4,34	2066	4,5	1995	4,66	1929	4,82	1867	4,98	1810	5,14	1757	5,3
34-35	A	259	-3,08	245	2632	4,05	2519	4,23	2414	4,42	2317	4,6	2227	4,79	2144	4,98	2066	5,16	1995	5,35	1929	5,53	1867	5,71	1810	5,89	1757	6,07
35-36	A	210	7,73	245	2632	2,67	2519	2,79	2414	2,91	2317	3,03	2227	3,16	2144	3,28	2066	3,4	1995	3,52	1929	3,64	1867	3,76	1810	3,88	1757	4
36-37	A	300	17,07	300	2525	5,71	2443	5,9	2366	6,1	2294	6,29	2227	6,48	2164	6,67	2105	6,85	2050	7,04	1997	7,22	1948	7,4	1902	7,58	1859	7,76
37-38	A	276	-8,85	276	2567	4,75	2473	4,93	2385	5,11	2303	5,29	2227	5,47	2156	5,65	2090	5,83	2028	6,01	1970	6,19	1916	6,36	1866	6,53	1818	6,7
38-39	A	263	16,95	263	2594	4,26	2492	4,44	2397	4,61	2309	4,79	2227	4,97	2151	5,14	2080	5,32	2015	5,49	1953	5,66	1896	5,83	1843	6	1793	6,17
39-40	A	201	1,59	200	2752	2,34	2605	2,47	2469	2,61	2343	2,75	2227	2,89	2120	3,04	2023	3,19	1933	3,33	1851	3,48	1776	3,63	1708	3,77	1645	3,92
40-41	A	196	-25,54	200	2752	2,25	2605	2,37	2469	2,5	2343	2,64	2227	2,78	2120	2,92	2023	3,06	1933	3,2	1851	3,34	1776	3,48	1708	3,62	1645	3,76
41-42	A	204	-18,53	200	2752	2,42	2605	2,55	2469	2,69	2343	2,84	2227	2,99	2120	3,14	2023	3,29	1933	3,44	1851	3,59	1776	3,74	1708	3,89	1645	4,04
42-43	A	281	20,37	249	2623	4,83	2513	5,04	2410	5,25	2315	5,47	2227	5,69	2145	5,9	2070	6,12	2000	6,33	1935	6,55	1874	6,76	1818	6,97	1765	7,17
43-44	A	194	19,94	249	2623	2,29	2513	2,39	2410	2,49	2315	2,6	2227	2,7	2145	2,8	2070	2,9	2000	3,01	1935	3,11	1874	3,21	1818	3,31	1765	3,4
44-45	A	246	3,64	246	2631	3,67	2518	3,84	2414	4	2317	4,17	2227	4,34	2144	4,51	2067	4,68	1996	4,84	1930	5,01	1869	5,17	1812	5,34	1759	5,5
45-46	A	191	-43,95	191	2781	2,14	2627	2,27	2483	2,4	2350	2,53	2227	2,67	2114	2,82	2011	2,96	1917	3,11	1832	3,25	1753	3,4	1682	3,54	1616	3,68
46-47	A	175	16,09	175	2831	1,73	2664	1,84	2507	1,95	2361	2,07	2227	2,2	2104	2,33	1992	2,46	1889	2,59	1796	2,73	1712	2,86	1636	2,99	1566	3,13
47-49	A	175	-10,64	175	2831	1,73	2664	1,84	2507	1,95	2361	2,08	2227	2,2	2104	2,33	1992	2,46	1889	2,59	1796	2,73	1712	2,86	1636	3	1566	3,13

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

OPGW48 (EDS15%):

					-5ºC		0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC		50ºC	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
30-31	A	278	-1,52	243	1352	4,48	1294	4,68	1240	4,88	1191	5,08	1147	5,28	1105	5,47	1067	5,67	1032	5,86	999	6,06	969	6,24	941	6,43	915	6,62
31-32	A	173	2,74	243	1352	1,72	1294	1,8	1240	1,88	1191	1,96	1147	2,03	1105	2,11	1067	2,19	1032	2,26	999	2,33	969	2,41	941	2,48	915	2,55
32-33	A	262	-9,51	245	1348	3,96	1291	4,14	1239	4,31	1190	4,49	1146	4,66	1105	4,83	1067	5	1033	5,17	1000	5,34	970	5,5	943	5,67	917	5,83
33-34	A	241	-5,3	245	1348	3,37	1291	3,52	1239	3,67	1190	3,82	1146	3,97	1105	4,12	1067	4,26	1033	4,41	1000	4,55	970	4,69	943	4,83	917	4,96
34-35	A	259	-3,08	245	1348	3,87	1291	4,04	1239	4,21	1190	4,38	1146	4,55	1105	4,72	1067	4,89	1033	5,05	1000	5,21	970	5,38	943	5,53	917	5,69
35-36	A	210	7,73	245	1348	2,55	1291	2,66	1239	2,77	1190	2,89	1146	3	1105	3,11	1067	3,22	1033	3,33	1000	3,44	970	3,54	943	3,65	917	3,75
36-37	A	300	17,07	300	1276	5,53	1237	5,7	1201	5,87	1168	6,04	1136	6,21	1107	6,38	1079	6,54	1053	6,7	1028	6,86	1005	7,02	983	7,17	963	7,33
37-38	A	276	-8,85	276	1303	4,57	1258	4,74	1216	4,9	1176	5,07	1140	5,23	1106	5,39	1074	5,55	1045	5,7	1017	5,86	992	6,01	967	6,16	945	6,31
38-39	A	263	16,95	263	1321	4,09	1271	4,26	1225	4,42	1182	4,58	1142	4,74	1106	4,89	1072	5,05	1040	5,2	1011	5,35	983	5,5	957	5,65	933	5,8
39-40	A	201	1,59	200	1438	2,19	1359	2,32	1286	2,45	1219	2,58	1159	2,72	1104	2,85	1054	2,99	1008	3,12	967	3,26	929	3,39	895	3,52	863	3,65
40-41	A	196	-25,54	200	1438	2,1	1359	2,23	1286	2,35	1219	2,48	1159	2,61	1104	2,74	1054	2,87	1008	3	967	3,13	929	3,25	895	3,38	863	3,5
41-42	A	204	-18,53	200	1438	2,26	1359	2,39	1286	2,53	1219	2,67	1159	2,81	1104	2,95	1054	3,09	1008	3,22	967	3,36	929	3,5	895	3,63	863	3,77
42-43	A	281	20,37	249	1342	4,61	1286	4,81	1235	5,01	1188	5,21	1145	5,41	1105	5,6	1068	5,8	1034	5,99	1003	6,18	973	6,36	946	6,55	921	6,73
43-44	A	194	19,94	249	1342	2,19	1286	2,28	1235	2,38	1188	2,47	1145	2,57	1105	2,66	1068	2,75	1034	2,84	1003	2,93	973	3,02	946	3,11	921	3,19
44-45	A	246	3,64	246	1347	3,51	1290	3,66	1238	3,82	1190	3,97	1146	4,13	1105	4,28	1068	4,43	1033	4,58	1001	4,72	971	4,87	943	5,01	917	5,15
45-46	A	191	-43,95	191	1462	1,99	1376	2,11	1298	2,24	1227	2,37	1162	2,51	1103	2,64	1050	2,77	1002	2,91	958	3,04	918	3,17	882	3,3	850	3,43
46-47	A	175	16,09	175	1504	1,59	1408	1,7	1321	1,81	1241	1,93	1168	2,05	1102	2,17	1043	2,3	990	2,42	942	2,54	899	2,66	860	2,78	825	2,9
47-49	A	175	-10,64	175	1504	1,59	1408	1,7	1321	1,81	1241	1,93	1168	2,05	1102	2,17	1043	2,3	990	2,42	942	2,54	899	2,67	860	2,79	825	2,91

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

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

- **TABLA DE REGULACIÓN**

- LA-380

						Zona A				Tens. (50ºC)		Tens.(15ºC+V)		Flechas	
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15ºC (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5ºC + 1/2V	Tensión (Kg) -5ºC+V	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)
30-31	A	278	-1,52	243	3209	20	23,68	2807	3209	1753	7,06	2814	6,26	4,69	7,06
31-32	A	173	2,74	243	3209	20	23,68	2807	3209	1753	2,72	2814	2,41	1,81	2,72
32-33	A	262	-9,51	245	3209	20	23,64	2804	3209	1757	6,22	2817	5,52	4,15	6,22
33-34	A	241	-5,3	245	3209	20	23,64	2804	3209	1757	5,3	2817	4,71	3,53	5,3
34-35	A	259	-3,08	245	3209	20	23,64	2804	3209	1757	6,07	2817	5,39	4,05	6,07
35-36	A	210	7,73	245	3209	20	23,64	2804	3209	1757	4	2817	3,55	2,67	4
36-37	A	300	17,07	300	3201	20	22,68	2727	3201	1859	7,76	2894	7,1	5,71	7,76
37-38	A	276	-8,85	276	3204	20	23,06	2757	3204	1818	6,7	2863	6,07	4,75	6,7
38-39	A	263	16,95	263	3206	20	23,29	2776	3206	1793	6,17	2845	5,54	4,26	6,17
39-40	A	201	1,59	200	3218	20	24,71	2888	3218	1645	3,92	2735	3,36	2,34	3,92
40-41	A	196	-25,54	200	3218	20	24,71	2888	3218	1645	3,76	2735	3,22	2,25	3,76
41-42	A	204	-18,53	200	3218	20	24,71	2888	3218	1645	4,04	2735	3,46	2,42	4,04
42-43	A	281	20,37	249	3208	20	23,56	2797	3208	1765	7,17	2824	6,39	4,83	7,17
43-44	A	194	19,94	249	3208	20	23,56	2797	3208	1765	3,4	2824	3,03	2,29	3,4
44-45	A	246	3,64	246	3209	20	23,63	2802	3209	1759	5,5	2819	4,89	3,67	5,5
45-46	A	191	-43,95	191	3220	20	24,98	2909	3220	1616	3,68	2714	3,13	2,14	3,68
46-47	A	175	16,09	175	3223	20	25,43	2944	3223	1566	3,13	2678	2,61	1,73	3,13
47-49	A	175	-10,64	175	3223	20	25,43	2944	3223	1566	3,13	2678	2,61	1,73	3,13

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- OPGW-48

						Zona A				Tens. (50ºC)		Tens.(15ºC+V)		Flechas	
Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	EDS 15ºC (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5ºC + 1/2V	Tensión (Kg) -5ºC+V	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)
29-30	A	205	4,59	205	1900	14,46	17,84	1580	1900	870	3,77	1647	3,41	2,3	3,77
30-31	A	278	-1,52	243	1900	14,33	16,89	1530	1900	915	6,62	1692	6,12	4,48	6,62
31-32	A	173	2,74	243	1900	14,33	16,89	1530	1900	915	2,55	1692	2,36	1,72	2,55
32-33	A	262	-9,51	245	1900	14,33	16,85	1528	1900	917	5,83	1694	5,4	3,96	5,83
33-34	A	241	-5,3	245	1900	14,33	16,85	1528	1900	917	4,96	1694	4,6	3,37	4,96
34-35	A	259	-3,08	245	1900	14,33	16,85	1528	1900	917	5,69	1694	5,27	3,87	5,69
35-36	A	210	7,73	245	1900	14,33	16,85	1528	1900	917	3,75	1694	3,47	2,55	3,75
36-37	A	300	17,07	300	1900	14,2	15,95	1478	1900	963	7,33	1741	6,94	5,53	7,33
37-38	A	276	-8,85	276	1900	14,25	16,29	1497	1900	945	6,31	1722	5,92	4,57	6,31
38-39	A	263	16,95	263	1900	14,28	16,52	1510	1900	933	5,8	1711	5,41	4,09	5,8
39-40	A	201	1,59	200	1900	14,48	17,98	1587	1900	863	3,65	1641	3,29	2,19	3,65
40-41	A	196	-25,54	200	1900	14,48	17,98	1587	1900	863	3,5	1641	3,15	2,1	3,5
41-42	A	204	-18,53	200	1900	14,48	17,98	1587	1900	863	3,77	1641	3,39	2,26	3,77
42-43	A	281	20,37	249	1900	14,31	16,77	1523	1900	921	6,73	1698	6,24	4,61	6,73
43-44	A	194	19,94	249	1900	14,31	16,77	1523	1900	921	3,19	1698	2,96	2,19	3,19
44-45	A	246	3,64	246	1900	14,32	16,84	1527	1900	917	5,15	1695	4,77	3,51	5,15
45-46	A	191	-43,95	191	1900	14,52	18,28	1602	1900	850	3,43	1627	3,06	1,99	3,43
46-47	A	175	16,09	175	1900	14,6	18,8	1629	1900	825	2,9	1604	2,56	1,59	2,9
47-49	A	175	-10,64	175	1900	14,6	18,8	1629	1900	825	2,91	1604	2,56	1,59	2,91

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 $U_n \geq 30kV$,
- La tensión de trabajo de los conductores a 15ºC, 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%.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

- 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.
    - 2ª hipótesis: hielo.
    - 3ª hipótesis: desequilibrio tracciones.
    - 4ª hipótesis: rotura de conductores.

- En caso de cruces o paralelismos, según el apartado 5.3 ITC-LAT 07, el coeficiente de seguridad para los apoyos, crucetas y cimentaciones deberá ser un 25% superior a lo establecido para el caso de hipótesis normales 1H y 2H (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.

Los apoyos estarán sometidos a esfuerzos horizontales, longitudinales, verticales y de torsión que dependen de su situación y función en la línea y de la tensión mecánica transmitida por los conductores en las diferentes hipótesis de cálculo.

E = Esfuerzo útil requerido
T = Tense máximo (kg)
v = Sobrecarga de viento (kg/m^2)
d = Diámetro aparente del cable (m)
e_0 = Eolovano (semisuma de vanos concurrentes) (m)
n = Número de cables

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

RESUMEN CÁLCULO APOYOS

1ª HIPÓTESIS

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

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	
30	AN-ANC	N2111	AGR-21000	381	182	2470	2362	23	1398	10	15567	146	17012
31	AL-SU	N2111	HAR-2500	242	117	1572	301	0	196	0	2004	0	2174
32	AN-ANC	N2111	AGR-14000	506	242	3278	1786	12	1057	8	11771	83	12836
33	AL-SU	N3221	HA-3500	364	176	2359	419	0	273	0	2785	0	3137
34	AL-SU	N2111	HAR-2500	299	145	1938	333	0	217	0	2214	0	2403
35	AL-SU	N2111	HAR-2500	192	92	1242	313	0	203	0	2078	0	2255
36	AN-ANC	N2111	AG-12000	291	137	1885	773	12	462	2	5098	73	5598
37	AN-ANC	N2111	AGR-14000	578	279	3747	1481	6	885	2	9774	35	10625
38	AL-AM	N2111	HAR-7000	137	61	886	386	2	234	0	2551	12	2771
39	AN-ANC	N2111	AGR-18000	433	208	2809	1849	21	1095	6	12186	134	13337
40	AL-SU	N2111	HA-2000	569	278	3691	267	0	173	0	1776	0	1969
41	AL-SU	N1111	HAR-2500	170	82	1104	270	0	174	0	1792	0	1925
42	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-48	-30	-318	2847	29	1685	13	18766	186	20519
43	AL-SU	N2111	HAR-2500	238	115	1541	318	0	207	0	2113	0	2293
44	AN-ANC	N1331	AGR-14000	490	235	3174	1353	4	801	4	8919	30	9525
45	AN-ANC	N1111	CO-27000	846	410	5486	3046	24	1799	9	20076	153	22798
46	AL-AM	N1111	HAR-7000	-482	-242	-3135	277	3	161	0	1823	18	1968
47	AL-SU	N2111	HA-2000	572	279	3712	236	0	152	0	1571	0	1740
49	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-90	-50	-593	2633	9	1549	3	17347	55	18836
64	FL	N1111	AGR-21000	422	246	2779	157	2478	93	1900	1033	16768	19147

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cotiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

3ª HIPÓTESIS

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

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES						
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	
30	AN-ANC	N2111	AGR-21000	381	182	2470	1523	1526	899	901	10035	10058	21755
31	AL-SU	N2111	HAR-2500	242	117	1572	0	257	0	152	0	1692	1828
32	AN-ANC	N2111	AGR-14000	405	194	2623	836	1580	495	936	5512	10417	17248
33	AL-SU	N3221	HA-3500	291	141	1888	0	257	0	152	0	1692	1896
34	AL-SU	N2111	HAR-2500	299	145	1938	0	257	0	152	0	1692	1828
35	AL-SU	N2111	HAR-2500	192	92	1242	0	257	0	152	0	1692	1828
36	AN-ANC	N2111	AG-12000	291	137	1885	305	1601	181	948	2010	10556	13606
37	AN-ANC	N2111	AGR-14000	578	279	3747	808	1579	479	936	5325	10412	17042
38	AL-AM	N2111	HAR-7000	137	61	886	0	481	0	285	0	3170	3425
39	AN-ANC	N2111	AGR-18000	433	208	2809	1142	1563	674	923	7525	10302	19301
40	AL-SU	N2111	HA-2000	569	278	3691	0	257	0	152	0	1696	1873
41	AL-SU	N1111	HAR-2500	170	82	1104	0	257	0	152	0	1696	1816
42	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-48	-30	-318	1893	1480	1118	874	12477	9753	24067
43	AL-SU	N2111	HAR-2500	238	115	1541	0	257	0	152	0	1692	1828
44	AN-ANC	N1331	AGR-14000	490	235	3174	776	1583	460	938	5116	10438	16555
45	AN-ANC	N1111	CO-27000	846	410	5486	2067	1455	1220	859	13619	9589	26158
46	AL-AM	N1111	HAR-7000	-482	-242	-3135	0	483	0	285	0	3186	3410
47	AL-SU	N2111	HA-2000	572	279	3712	0	258	0	152	0	1699	1876
49	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-90	-50	-593	1781	1498	1050	883	11735	9873	23393
64	FL	N1111	AGR-21000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cotiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TNWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4ª HIPÓTESIS

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

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección(Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
30	AN-ANC	N2111	AGR-21000	381	182	2470	1015	3052	2030	0	1199	0	12365	3052	---	15418	16570	6104
31	AL-SU	N2111	HAR-2500	242	117	1572	0	1605	0	0	0	0	0	1605	1605	---	---	---
32	AN-ANC	N2111	AGR-14000	405	194	2623	557	3161	1115	0	660	0	6792	3161	---	9953	10647	6321
33	AL-SU	N3221	HA-3500	291	141	1888	0	1604	0	0	0	0	0	1604	1604	---	---	---
34	AL-SU	N2111	HAR-2500	299	145	1938	0	1604	0	0	0	0	0	1604	1604	---	---	---
35	AL-SU	N2111	HAR-2500	192	92	1242	0	1604	0	0	0	0	0	1604	1604	---	---	---
36	AN-ANC	N2111	AG-12000	291	137	1885	203	3203	407	0	241	0	2476	3203	---	5679	6061	6405
37	AN-ANC	N2111	AGR-14000	578	279	3747	538	3159	1077	0	639	0	6562	3159	---	9721	10397	6317
38	AL-AM	N2111	HAR-7000	137	61	886	0	3206	0	0	0	0	0	3206	3206	---	---	---
39	AN-ANC	N2111	AGR-18000	433	208	2809	761	3126	1522	0	899	0	9272	3126	---	12398	13295	6253
40	AL-SU	N2111	HA-2000	569	278	3691	0	1609	0	0	0	0	0	1609	1609	---	---	---
41	AL-SU	N1111	HAR-2500	170	82	1104	0	1609	0	0	0	0	0	1609	1609	---	---	---
42	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-48	-30	-318	1262	2960	2524	0	1491	0	15373	2960	---	18333	19751	6215
43	AL-SU	N2111	HAR-2500	238	115	1541	0	1604	0	0	0	0	0	1604	1604	---	---	---
44	AN-ANC	N1331	AGR-14000	490	235	3174	517	3167	1035	0	613	0	6304	3167	---	9471	10012	7600
45	AN-ANC	N1111	CO-27000	846	410	5486	1378	2910	2755	0	1626	0	16781	2910	---	19691	22094	8730
46	AL-AM	N1111	HAR-7000	-482	-242	-3135	0	3223	0	0	0	0	0	3223	3223	---	---	---
47	AL-SU	N2111	HA-2000	572	279	3712	0	1612	0	0	0	0	0	1612	1612	---	---	---
49	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-90	-50	-593	1187	2997	2375	0	1400	0	14460	2997	---	17456	18793	6293
64	FL	N1111	AGR-21000	422	246	2779	0	0	0	2478	0	1900	0	14288	---	14288	15558	4955

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

				ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
							Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						
Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Protección con rotura		Fase		Protección con rotura		Total		Esfuerzo equivalente
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	
30	AN-ANC	N2111	AGR-21000	381	182	2470	---	---	2030	0	600	1803	12781	1803	16449
31	AL-SU	N2111	HAR-2500	242	117	1572	0	950	---	---	---	---	---	---	---
32	AN-ANC	N2111	AGR-14000	405	194	2623	---	---	1115	0	330	1871	7020	1871	11257
33	AL-SU	N3221	HA-3500	291	141	1888	0	950	---	---	---	---	---	---	---
34	AL-SU	N2111	HAR-2500	299	145	1938	0	950	---	---	---	---	---	---	---
35	AL-SU	N2111	HAR-2500	192	92	1242	0	950	---	---	---	---	---	---	---
36	AN-ANC	N2111	AG-12000	291	137	1885	---	---	407	0	120	1896	2559	1896	7001
37	AN-ANC	N2111	AGR-14000	578	279	3747	---	---	1077	0	319	1873	6781	1873	11054
38	AL-AM	N2111	HAR-7000	137	61	886	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
39	AN-ANC	N2111	AGR-18000	433	208	2809	---	---	1522	0	449	1846	9584	1846	13406
40	AL-SU	N2111	HA-2000	569	278	3691	0	950	---	---	---	---	---	---	---
41	AL-SU	N1111	HAR-2500	170	82	1104	0	950	---	---	---	---	---	---	---
42	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-48	-30	-318	---	---	2524	0	745	1748	15890	1748	19647
43	AL-SU	N2111	HAR-2500	238	115	1541	0	950	---	---	---	---	---	---	---
44	AN-ANC	N1331	AGR-14000	490	235	3174	---	---	1035	0	306	1875	6515	1875	10595
45	AN-ANC	N1111	CO-27000	846	410	5486	---	---	2755	0	813	1717	17346	1717	21981
46	AL-AM	N1111	HAR-7000	-482	-242	-3135	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
47	AL-SU	N2111	HA-2000	572	279	3712	0	950	---	---	---	---	---	---	---
49	AN-ANC	N2221	AGR-21000	-90	-50	-593	---	---	2375	0	700	1766	14947	1766	18682
64	FL	N1111	AGR-21000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cotiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5J3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

2.3 AISLAMIENTO Y HERRAJES

2.3.1 Aisladores

Según establece la ITC-LAT 07, apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Para el peor de los casos de tense máximo la carga de rotura será:

C.S = Carga rotura aislador / Tmáx = 7000 / 1.620 = 4,32≥3

Las cadenas de aisladores dobles 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)*	*Nivel de aislamiento (kV)*	*Nivel contaminación*
COMP-45-70-628	70	2.333	52 kV	Normal

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 artículo 3 apartado 6 de la Instrucción 07 del RD 223/2008 de Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
Se aplicarán las dimensiones de las cimentaciones indicadas por el fabricante y calculadas según el método suizo Sulzberger.

El momento de vuelco será:

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

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

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

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

- ***K*** *Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad (Kg/cm²x cm)*
- ***F*** *Esfuerzo nominal del apoyo en kg.*
- ***h*** *Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.*
- F_V *Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.*
- h_t *Altura total del apoyo en m.*
- ***a*** *Anchura de la cimentación en m.*
- ***t*** *Profundidad de la cimentación en m.*
- **p** Peso del apoyo y herrajes en kg.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

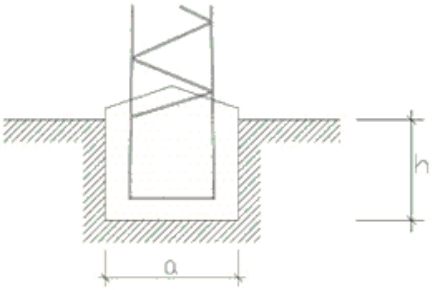
Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_V$$

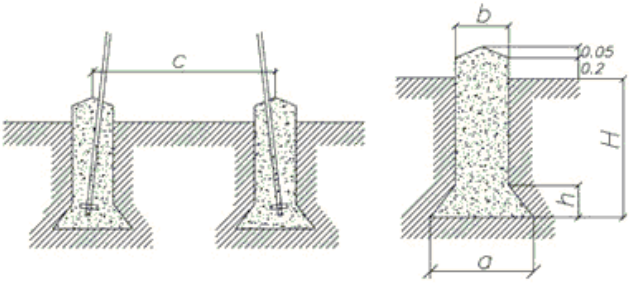
El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H).

Se realizarán las cimentaciones siguiendo la recomendación del fabricante.

Cimentación Monobloque



Cimentación Tetrabloque Circular o Cuadrada con cueva



Nº APOYO	TORRE	TERRENO	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (Exc) (m3)	V (Hor.) (m3)
30	AGR-21000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,7	0,45	1,2	3,6	3,84	21,96	23,21
31	HAR-2500-20	Normal	Monobloque	1,84	2,11	-	-	-	7,14	7,82
32	AGR-14000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,45	0,3	1,1	3,25	3,5	16,24	17,29
33	HA-3500-19	Normal	Monobloque	1,82	2,23	-	-	-	7,39	8,05
34	HAR-2500-22	Normal	Monobloque	1,95	2,14	-	-	-	8,14	8,9
35	HAR-2500-27	Normal	Monobloque	2,09	2,19	-	-	-	9,57	10,44
36	AG-12000-27	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,4	0,25	1,1	3,1	5,06	15,36	16,41
37	AGR-14000-25	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,45	0,3	1,1	3,3	4,72	16,48	17,53
38	HAR-7000-34	Normal	Monobloque	2,82	2,64	-	-	-	20,99	22,58
39	AGR-18000-20	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,6	0,35	1,2	3,4	4,11	20,32	21,57
40	HA-2000-30	Normal	Monobloque	2,22	2,05	-	-	-	10,1	11,09
41	HAR-2500-29	Normal	Monobloque	2,19	2,22	-	-	-	10,65	11,61
42	AGR-21000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,75	0,45	1,2	3,5	3,23	21,52	22,77
43	HAR-2500-20	Normal	Monobloque	1,84	2,11	-	-	-	7,14	7,82
44	AGR-14000-16	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,45	0,3	1,1	3,25	3,5	16,24	17,29
45	CO-27000-18	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,8	0,45	1,3	3,6	4,85	25,64	27,1
46	HAR-7000-13	Normal	Monobloque	1,78	2,41	-	-	-	7,64	8,27
47	HA-2000-16	Normal	Monobloque	1,71	1,87	-	-	-	5,47	6,05
49	AGR-21000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,75	0,45	1,2	3,5	3,23	21,52	22,77
64	AGR-21000-14	Normal	Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	1,75	0,45	1,2	3,5	3,23	21,52	22,77

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

4. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

4.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

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

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

Para una tensión de 45kV D_{el}=0,70, la distancia D=6,00 m.
Según RLAT, cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.
En el presente proyecto se tomará la distancia mínima de 8 m.

4.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

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

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

Siendo:
K = 0,65 Coeficiente de oscilación del conductor
L = longitud de la cadena de aisladores (L=0 para amarre)
F = flecha máxima en metros
D_{pp}=0,70 Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre los conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.
K'=0,75 Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.

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 45 kV de tensión nominal es de 0,70 m como mínimo.

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

- Cruzamientos.

Línea 45 kV con:	Distancia Vertical	Distancia Mínima
Líneas Eléctricas y de Telecomunicación	$d > 1{,}5 + D_{el}\ mts$	2,00 m
Carreteras y Ferrocarriles sin electrificar	$d > 6{,}3 + D_{el}\ mts$	7,00 m
Ferrocarriles electrificados	$d > 3{,}5 + D_{el}\ mts$	4,00 m
Ríos y canales, navegables o flotables	$d > G + 2{,}3 + D_{el}\ mts$	7,27 m

- Paralelismos.

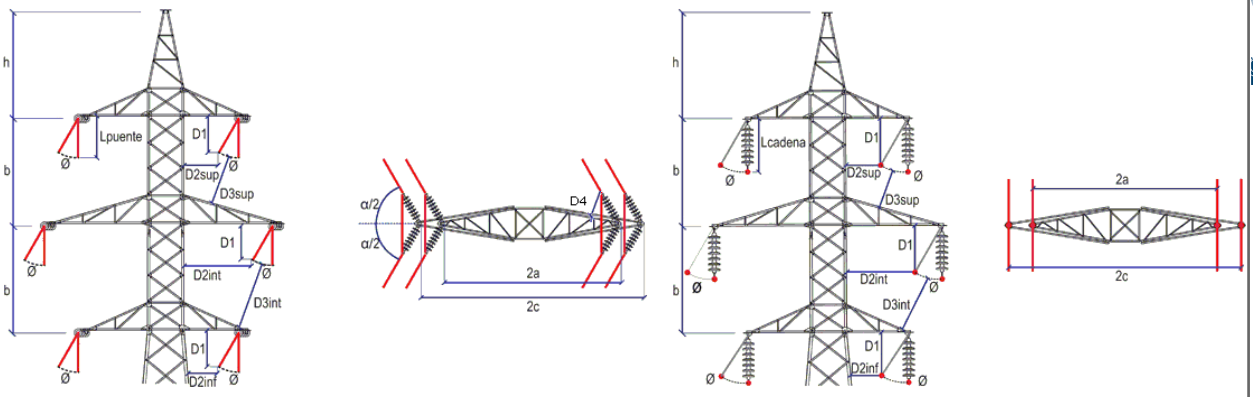
Línea 45 kV con:	Distancia Horizontal
Líneas Eléctricas	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Líneas de Telecomunicación	1,5 veces la altura del apoyo más alto
Vías de comunicación	Autopistas, Autovías y Vías Rápidas: 50m Resto: 25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo
Ferrocarriles y cursos de agua navegables	25 m ó 1,5 veces la altura del apoyo

- Paso por zonas.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C0H3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

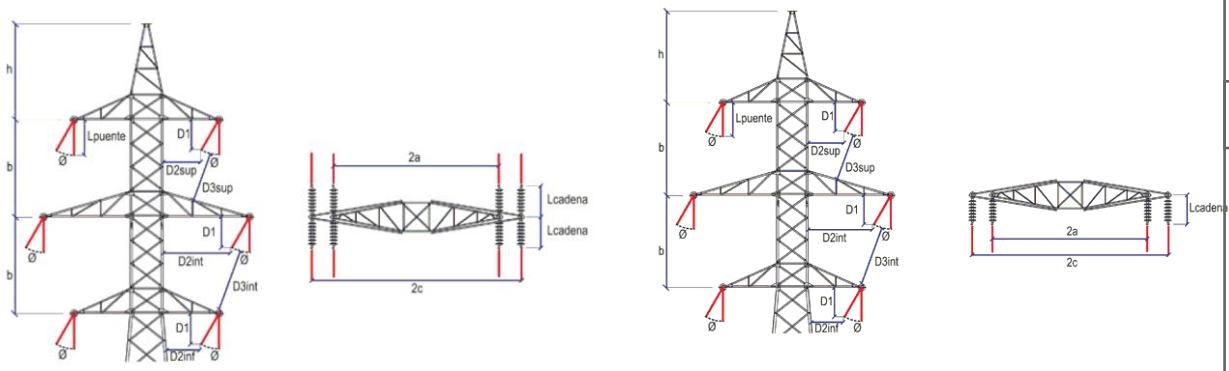
Línea 45 kV con:	Distancia Mínima
Edificios zona accesible	6 m
Edificios zona inaccesible	4 m
Arbolado	2 m

Según la tipología de los apoyos tenemos las distancias siguientes:



Distancias ángulos “N”

Distancias alineaciones “N”



Distancias amarres “N”

Distancia Fines de línea “N”

Los resultados con las distancias según la tipología de apoyo se muestran en las tablas siguientes:

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

ALINEACIONES

						Características del armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	"b"	"a"	"c"	"h"	Dist. entre fases	Distancia existente Fase-	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases	Dist.exist. fase-prot.	Dist. entre fases	Dist.exist. fase-prot.	L	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
31	AL-SU	HAR-2500-20	N1111	16,65	16,65	2,5	2	2	3	2,28	2,5	4,47	2,28	4,84	1,73	4,73	1	0,83	0,91	0,91	0,89	1,06	1,06
33	AL-SU	HA-3500-19	N3221	15,72	15,72	2,7	1,75	1,75	2,7	2,19	2,7	4,09	2,19	4,62	2,08	5,11	1	0,85	0,68	0,68	0,66	1,33	1,33
34	AL-SU	HAR-2500-22	N2111	19,12	19,12	2,5	2	2	3	2,17	2,5	4,47	2,08	5,11	2,17	5,37	1	0,86	0,96	0,96	0,94	1,06	1,06
35	AL-SU	HAR-2500-27	N2111	21,62	23,15	2,5	2	2	3	2,17	2,5	4,47	2,17	5,37	1,91	4,79	1	0,75	0,76	0,76	0,75	1,06	1,06
40	AL-SU	HA-2000-30	N2111	24,96	27,18	2	1,5	1,5	2,7	1,88	2	3,99	1,88	4,56	1,86	5,05	1	0,98	0,74	0,74	0,72	0,7	0,7
41	AL-SU	HAR-2500-29	N1111	25,58	25,58	2	2	2	3	1,9	2	4,47	1,86	5,05	1,9	4,79	1	0,64	0,77	0,77	0,76	0,65	0,65
43	AL-SU	HAR-2500-20	N2111	16,65	16,65	2,5	2	2	3	2,29	2,5	4,47	2,29	4,82	1,83	4,86	1	0,81	0,87	0,87	0,85	1,06	1,06
47	AL-SU	HA-2000-16	N2111	12,31	13,53	2	1,5	1,5	2,7	1,76	2	3,99	1,76	4,26	1,76	4,53	1	0,99	0,77	0,77	0,75	0,71	0,71

AMARRES

						Características del armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	"b"	"a"	"c"	"h"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
38	AL-AM	HAR-7000-34	N2111	29,13	31,1	2,5	2	2	3	2,13	2,5	3,61	2,13	4,06	2,06	4,07	1	0,94	1,11	1,11	1,09	1,09	1,09
46	AL-AM	HAR-7000-13	N1111	11,29	11,29	2	2	2	3	1,68	2	3,61	1,68	4,46	1,76	4,26	1	0,94	1,11	1,11	1,09	0,68	0,68

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

ANGULOS

						Características del armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	"b"	"a"	"c"	"h"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	D4
30	AN-ANC	AGR-21000-18	N2111	18,5	18,5	2,5	2	2	3,7	2,15	2,5	4,16	1,74	4,83	2,28	4,84	1	0,94	0,67	0,67	0,61	0,85	0,85	0,7
32	AN-ANC	AGR-14000-16	N2111	15,41	16	2,5	2	2	3,7	2,05	2,5	4,19	1,73	4,73	2,19	4,62	1	0,94	0,81	0,81	0,75	0,94	0,94	0,8
36	AN-ANC	AG-12000-27	N2111	25,58	27,5	2,5	2	2	3,7	2,26	2,5	4,2	1,91	4,79	2,26	4,4	1	0,94	0,94	0,94	0,88	1,01	1,01	0,87
37	AN-ANC	AGR-14000-25	N2111	25	25	2,5	2	2	3,7	2,26	2,5	4,19	2,26	4,4	2,13	4,06	1	0,94	0,82	0,82	0,75	0,94	0,94	0,8
39	AN-ANC	AGR-18000-20	N2111	20,5	20,5	2,5	2	2	3,7	2,06	2,5	4,18	2,06	4,07	1,88	4,56	1	0,94	0,75	0,75	0,69	0,9	0,9	0,76
42	AN-ANC	AGR-21000-14	N2221	14	14	2,5	2,1	2,1	3,7	2,17	2,5	4,17	1,9	4,79	2,29	4,82	1	0,94	0,69	0,69	0,63	0,86	0,86	0,67
44	AN-ANC	AGR-14000-16	N1331	16	16	2	2,4	2,4	3,7	1,96	2	4,39	1,83	4,86	1,96	4,89	1	0,94	1,23	1,23	1,16	0,67	0,67	0,86
45	AN-ANC	CO-27000-18	N1111	18,2	18,2	3,3	3	3	4,3	1,96	3,3	5,08	1,96	4,89	1,68	4,46	1	0,94	1,42	1,42	1,33	1,76	1,76	0,7
49	AN-ANC	AGR-21000-14	N2221	13,61	14	2,5	2,1	2,1	3,7	1,69	2,5	4,18	1,76	4,53	1,69	4,84	1	0,94	0,72	0,72	0,65	0,87	0,87	0,68

FIN DE LÍNEA

						Características del armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conducto	Altura util conducto	"b"	"a"	"c"	"h"	Dist. entre fases exigida	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases	Dist.exist. fase-prot.	Dist. entre fases	Dist.exist. fase-prot.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
64	FL	AGR-21000-14	N2221	12,83	14	2,0	2,0	2,0	3,7	1,93	2,0	4,21	1,93	5,31	-	-	1	0,94	0,99	0,99	0,92	0,64	0,64

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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).

ρ Resistividad del terreno (Ω·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 Ca=0,006 μF/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 Cc=0,25 μF/Km.

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

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

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

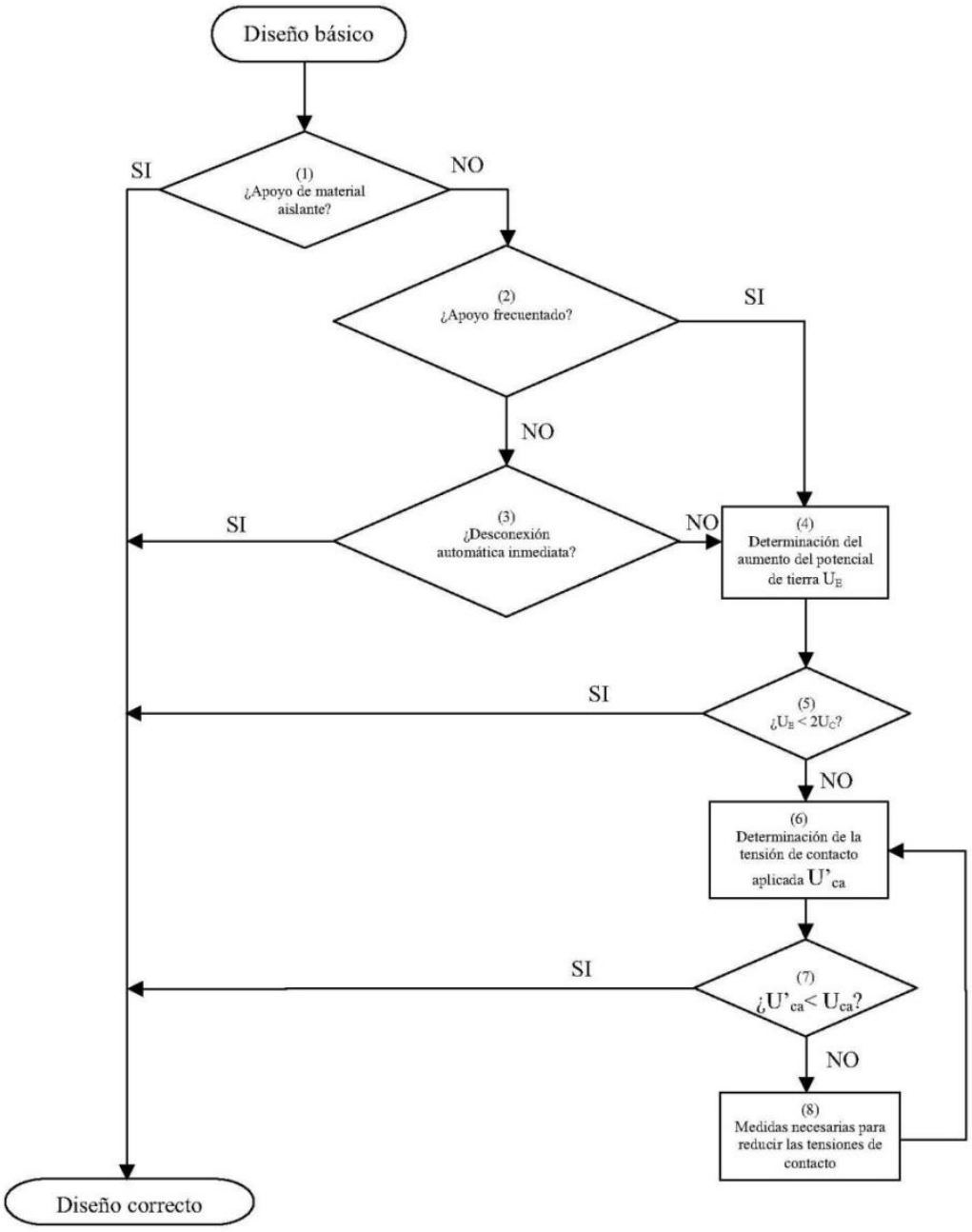
DATOS DE LA RED	
Sistema de conexión del neutro	Aislado
Subestación eléctrica	S.E. PLAZA
Tensión nominal (kV)	45 kV

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCV.aspx?CSV=C3B3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

5.2 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

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:



COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

5.2.2 Investigación de las características del terreno. Resistividad.

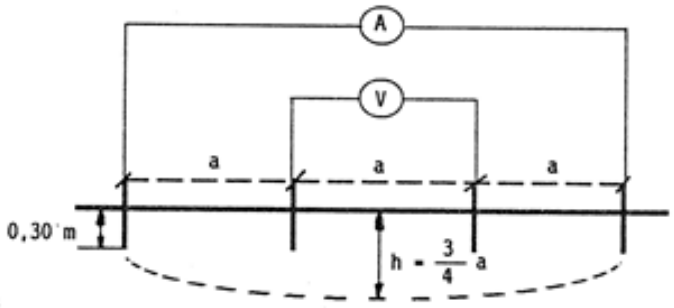
Para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra menor o igual a 1'5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite, que además de medir, se pueda estimar la resistividad del terreno.

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 (Ω·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 silícea	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

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

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



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

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

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

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

Si denominamos r a la lectura del aparato:

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

la resistividad quedará:

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

siendo:

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

OTRAS CONSIDERACIONES
La línea no cuenta con vanos de PAT ó se adopta el caso más restrictivo (r = 1)
Valor de resistividad del terreno: 100 Ω.m

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 la subestación.

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

en la que:

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

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

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.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

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

Siendo:

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

5.2.3 Tiempo de eliminación del defecto

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

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

Relés a tiempo independiente:

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

$$t' = cte.$$

5.2.4 Resistencia de tierra de los electrodos

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

Tabla 11. Resistencia electrodos habituales

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

Siendo:

- R Resistencia de tierra del electrodo en Ω
- ρ Resistividad del terreno de Ω.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.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5A3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

Electrodos con picas en anillo

A-B / C / DE

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

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

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

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

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

Siendo:

R': Resistencia de tierra para electrodo elegido,
ρ: Resistividad del terreno en Ω·m,
K_r: Factor de resistencia.

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

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

$$I_d^{'} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(R_n + R_t^{'}\right)^2 + X_n^2}}$$, para neutro a tierra

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA25740
http://colitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

5.2.5 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.

5.2.6 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 el diseño del sistema de puesta a tierra correcto se debe cumplir que la elevación del potencial de tierra sea menor que dos veces 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:

$$U'_P < U_P$$

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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.

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 Ω

Determinación de las tensiones contacto máximas admisibles

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

Tabla 12. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 18 ITC-LAT 07

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

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

Siendo:

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

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

Determinación de las tensiones paso máximas admisibles

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

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

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

Siendo:

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

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'c:** Tensión de contacto calculada, en V,
- **I'd:** Intensidad de defecto en A,
- **ρ:** Resistividad del terreno en Ω·m,
- **Kc:** Factor de tensión de contacto V/Ω·m.

El valor de la tensión de paso se obtendrá como:

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

Siendo:

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

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

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA056740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=53TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

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

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

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

$$U_P^{'} \leq U_P$$

5.3 RESUMEN CÁLCULO PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS

5.3.1 Apoyos No Frecuentados

DATOS DE PARTIDA		
Longitud total líneas aéreas AT subsidiarias misma transformación (km)	La	16,965
Longitud total líneas subt. AT subsidiarias misma transformación (km)	Lc	2,525
Tiempo Falta (s)	tf	0,99
Intensidad de Falta (A)	If	19,74
Resistividad superficial del terreno en Ω•m (apoyo)	ρs	100
Valor admisible de la tensión de contacto aplicada (ver tabla) (V)	Uca	107
Resistencia del calzado cuya suela sea aislante, en Ω	Ra1	2000
Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno, en Ω	Ra2	150
Impedancia del cuerpo humano, en Ω	ZB	1000
ELECTRODO APOYO NO FRECUENTADO	**8/12**	
Factor de resistencia (Ω/Ω•m)	Kr	0,184
Factor de tensión de contacto V/Ω•m	Kc	0,0253
Factor de tensión de paso en V/Ω•m	Kp	0,0253
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 Ω (R)	R	18,40
Aum. de respecto una tierra lejana, en V (Ue)	Ue	363,26
Tensión de contacto calculada, en V (U'c)	U'c	49,94
Tensión de paso calculada, en V (U'p)	U'p	49,94
COMPROBACIONES		
Tensiones de contacto son inferiores a las máximas admisibles.		
Ue < 2xUc: 363,26 < 460,1	**VERDADERO**	
De no cumplirse lo anterior.		
U'c < Uc 49,94 < 230,05	**VERDADERO**	
De no cumplirse lo anterior, medidas adicionales antiescalo polimerico, mallazo, etc.		
U'p < Up: 49,94 < 5992	**VERDADERO**	

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

DOCUMENTO III

PRESUPUESTO

INDICE

1.- PRESUPUESTOS PARCIALES 1

1.1.- LÍNEA AÉREA ALTA TENSION 1

1.2.- RED SUBTERRÁNEA ALTA TENSION.....2

2.- PRESUPUESTO TOTAL 3

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8
2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

1.- PRESUPUESTOS PARCIALES

1.1.- LÍNEA AÉREA ALTA TENSION

UD.	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD	Cantidad	Precio Ud.	P.Total
ml.	Suministro y tendido con 3 cables conductores desnudos normalizados LA-380, incluidos los empalmes, uniones eléctricas , engrapado y colocación de protecciones. Incluidos conductores	26.194,00	36,93	967.344,42
ml.	Suministro y tendido con cable conductor de protección OPGW-48, incluidos los empalmes, uniones eléctricas, engrapado y colocación de protecciones. Incluidos conductores engrasados.	13.097,00	6,65	87.095,05
Ud.	Apoyo Metálico CO-27000-18 con armado N1111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	25.089,26	50.178,52
Ud.	Apoyo Metálico CO-27000-15 con armado N1111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	21.846,63	43.693,26
Ud.	Apoyo Metálico AGR-12000-18 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	12.599,27	12.599,27
Ud.	Apoyo Metálico AG-12000-14 con armado N1111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	10.116,76	10.116,76
Ud.	Apoyo Metálico AGR-21000-20 con armado N1441. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	19.978,78	19.978,78
Ud.	Apoyo Metálico HAR-2500-22 con armado N1111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	7.542,70	15.085,40
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-16 con armado N2221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	5.799,81	5.799,81
Ud.	Apoyo Metálico AGR-18000-12 con armado N1331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	12.709,34	12.709,34
Ud.	Apoyo Metálico HAR-2500-22 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	3,00	7.774,70	23.324,10
Ud.	Apoyo Metálico AGR-12000-14 con armado N1221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	10.345,86	10.345,86
Ud.	Apoyo Metálico AGR-12000-20 con armado N3111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	13.468,20	13.468,20
Ud.	Apoyo Metálico AGR-21000-14 con armado N2221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	4,00	15.890,59	63.562,36
Ud.	Apoyo Metálico HA-3000-16 con armado N3221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	6.196,35	6.196,35
Ud.	Apoyo Metálico HAR-7000-13 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	4,00	7.033,51	28.134,04
Ud.	Apoyo Metálico CO-27000-12 con armado N1111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	3,00	19.972,87	59.918,61
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-16 con armado N3221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	6.017,31	6.017,31
Ud.	Apoyo Metálico AGR-14000-18 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	3,00	14.115,97	42.347,91
Ud.	Apoyo Metálico AGR-14000-16 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	12.617,00	25.234,00
Ud.	Apoyo Metálico AGR-14000-25 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	18.962,50	18.962,50
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-21 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	5,00	7.811,22	39.056,10
Ud.	Apoyo Metálico AG-12000-12 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	9.444,82	9.444,82
Ud.	Apoyo Metálico HAR-7000-15 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	7.919,20	7.919,20
Ud.	Apoyo Metálico HA-3000-19 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	7.201,04	7.201,04
Ud.	Apoyo Metálico HA-3000-21 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	8.077,06	8.077,06
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-23 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	8.431,22	8.431,22
Ud.	Apoyo Metálico HAR-2500-20 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	7.226,10	14.452,20
Ud.	Apoyo Metálico HAR-2500-27 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	9.335,10	9.335,10
Ud.	Apoyo Metálico HAR-2500-29 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	9.867,90	9.867,90

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA250740
21/8 2025
Profesional Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVBXMWEOL

UD.	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD	Cantidad	Precio Ud.	P.Total
Ud.	Apoyo Metálico HA-2000-30 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	9.168,60	9.168,60
Ud.	Apoyo Metálico HAR-7000-34 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	17.119,90	17.119,90
Ud.	Apoyo Metálico HA-3500-19 con armado N3221. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	7.525,80	7.525,80
Ud.	Apoyo Metálico AG-12000-27 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	18.285,40	18.285,40
Ud.	Apoyo Metálico HA-2000-16 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	4.961,70	4.961,70
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-28 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	10.172,07	10.172,07
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-16 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	6.156,51	6.156,51
Ud.	Apoyo Metálico AGR-12000-16 con armado N3111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	11.489,12	11.489,12
Ud.	Apoyo Metálico HA-2500-26 con armado N3331. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	9.367,38	9.367,38
Ud.	Apoyo Metálico HAR-7000-22 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	2,00	11.209,15	22.418,30
Ud.	Apoyo Metálico AGR-21000-18 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	19.639,60	19.639,60
Ud.	Apoyo Metálico AG-12000-18 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	12.205,42	12.205,42
Ud.	Apoyo Metálico AGR-18000-20 con armado N2111. Instalación de apoyo celosía incluido transporte, acopio, excavación y hormigonado. Colocación de placas identificativas.	1,00	18.098,36	18.098,36
Ud.	Instalación PAT apoyo electrodo de difusión. Incluidas picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro unidas con grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.	63,00	161,50	10.174,50
Ud.	Instalación cadena suspensión 45kV tipo COMP-45-70-628. Comprende todos los materiales y actividades para instalar una cadena de suspensión con aislador de composite, con grapa según	204,00	40,00	8.160,00
Ud.	Instalación cadena amarre doble 45kV tipo COMP-45-70-628. Comprende todos los materiales y actividades para instalar una cadena de amarre con aislador de composite, con grapa según	564,00	80,00	45.120,00
Ud.	Terminales exteriores para cable hasta 52kV para conexión a Conversión Aereo-Subterránea.	18,00	2.775,00	49.950,00
Ud.	Instal. Conversión Aéreo-subterráneo. Incluida confección terminación exterior cable XLPE 26/45.	6,00	6.060,76	36.364,56
ml.	Forrado conductor. Comprende actividades y materiales para colocación cubierta conductor.	90,00	153,31	13.797,90
Ud.	Forrado terminales y autoválvulas	18,00	149,29	2.687,22
Ud.	Instalación de pararrayos 45kV. Comprende los trabajos de ejecución completa de las tareas de transporte, acopio y montaje de un pararrayos (autoválvulas) sobre los soportes dipuestos para ellos.	6,00	532,00	3.192,00
			TOTAL	**1.971.950,83 €**

1.2.- RED SUBTERRÁNEA ALTA TENSION

UD.	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD	Cantidad	Precio Ud.	P.Total
ml.	Zanja para doble Circuito de AT en tierra, dimensiones 0,50x0,95m, apertura mixta, se incluye, limo, tubos, cinta y placa de señalización y reposición con material extraído de la excavación y compactación.	6.442,00	49,56	319.265,52
ml.	Zanja para doble Circuito de AT en tierra, dimensiones 0,50x1,12m, apertura mixta, se incluye, limo, tubos, cinta de señalización,dado hormigón y reposición con material extraído de la excavación y compactación.	118,00	81,87	9.660,66
ml.	Perforación horizontal por sistema hinca, en tierra para vaina hierro 560 mm ø. Se incluye suministro, soldadura e introducción de camisa. Incluye el transporte maquinaria, excavación y compactado de los fosos.	90,00	1.165,32	104.878,80
ml.	Suministro y Tendido de conductor RHZ1 26/45KV 3x1x400mm^2 Al + H50.	4.930,00	29,30	144.449,00
ml.	Suministro y Tendido de conductor fibra óptica.	2.465,00	8,54	21.051,10
Ud.	Terminales exteriores para cable hasta 52kV para conexión a Futura SET.	6,00	2.775,00	16.650,00
Ud.	Cata de localización de servicios en terrizo	3,00	150,65	451,95
Ud.	Hito señalización trazado red subterránea	130,00	95,45	12.408,50
			TOTAL	**628.815,53 €**

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA250740
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO
http://cogitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5...H3TMWVUXMMEQL

2.- PRESUPUESTO TOTAL

DENOMINACIÓN	IMPORTE
LÍNEA AÉREA 45 kV	**1.971.950,83 €**
RED SUBTERRÁNEA 45 kV	**628.815,53 €**
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	**2.600.766,36 €**

Asciende el presente Presupuesto de "LÍNEA AÉREO-SUBTERRÁNEA 45kV PARA EVACUACIÓN SIETE PARQUES FOTOVOLTAICOS EN TÉRMINOS MUNICIPALES DE LA MUELA, BOTORRITA, MARÍA DE HUERVA Y ZARAGOZA (ZARAGOZA)" asciende a la expresada cantidad de:

"DOS MILLONES SEISCIENTOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS" *I.V.A. no incluido*

Zaragoza, agosto de 2025

El Ingeniero T. Industrial

Al servicio de la empresa

MAGISTER Insights

Sergio Espinosa Fernández

Colegiado nº 5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

DOCUMENTO IV

PLANOS

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

ÍNDICE

PLANO Nº01

SITUACIÓN - EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº 02

PLANTA GENERAL

PLANO Nº 03

PLANTA PERFIL

PLANO Nº 04

PLANTA LSMT

PLANO Nº 05

05.01. CRUZAMIENTOS CHE

05.02. CRUZAMIENTO LAMT 15 kV PARTICULAR

05.03. CRUZAMIENTOS RSMT P.E. EL CAMPILLO

05.04. CRUZAMIENTO REE

05.05. CRUZAMIENTOS ENAGÁS

PLANO Nº 06

CIMENTACIONES

PLANO Nº 07

APOYOS Y CRUCETAS

PLANO Nº 08

CADENAS AISLADORES

PLANO Nº 09

RED DE TIERRAS APOYOS

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

PLANO DE SITUACION
ESCALA 1:300.000

PLANO DE EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1:100.000

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEOL
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

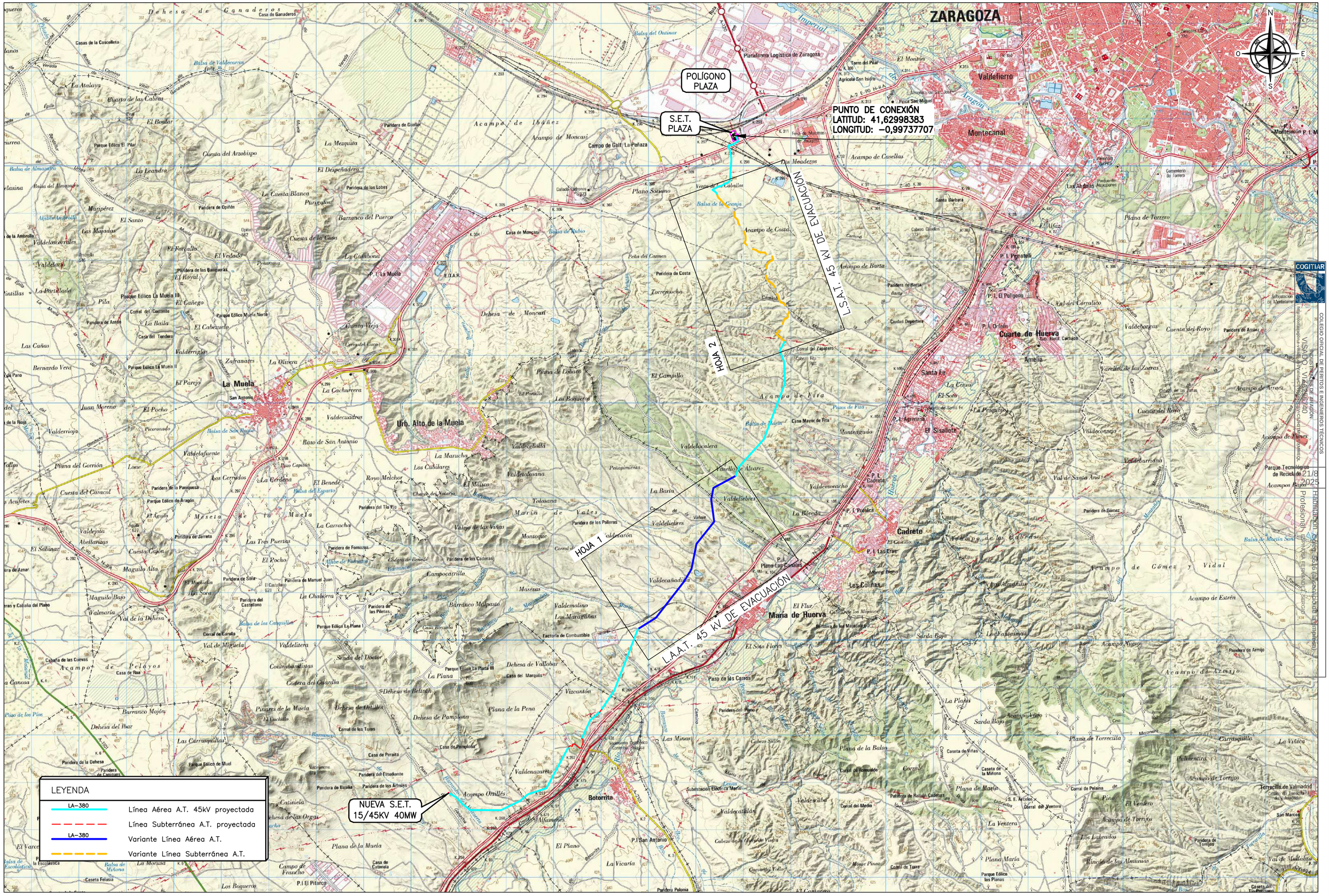
FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

PLANO: SITUACION–EMPLAZAMIENTO

PLANO: 01

HOJA: 1 de 1



MAGISTER INGENIERÍA	El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L. D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.	PROYECTO DE: **VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)**	FECHA: AGO/2025 ESCALA: 1:50.000	PLANO: LÍNEA A.S. DE EVACUACIÓN 45KV Planta General	PLANO: 02 HOJA: 1 de 3

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
VISADO Nº V2025007240
21/8/2025
Habilitación Colegial 5516 (Colegiado de Empleo)
Profesional Sergio Espinosa Fernandez

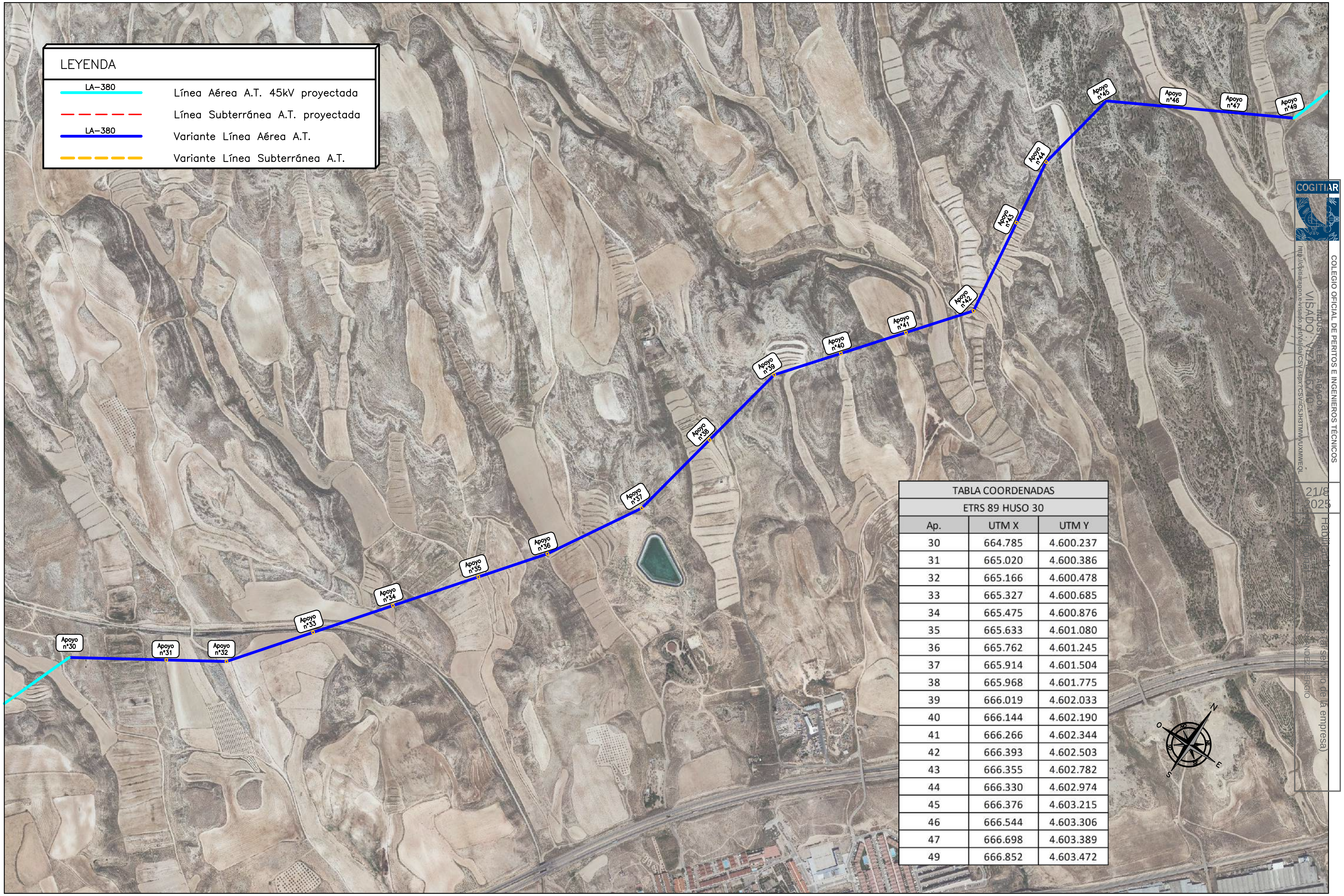


TABLA COORDENADAS		
ETRS 89 HUSO 30		
Ap.	UTM X	UTM Y
30	664.785	4.600.237
31	665.020	4.600.386
32	665.166	4.600.478
33	665.327	4.600.685
34	665.475	4.600.876
35	665.633	4.601.080
36	665.762	4.601.245
37	665.914	4.601.504
38	665.968	4.601.775
39	666.019	4.602.033
40	666.144	4.602.190
41	666.266	4.602.344
42	666.393	4.602.503
43	666.355	4.602.782
44	666.330	4.602.974
45	666.376	4.603.215
46	666.544	4.603.306
47	666.698	4.603.389
49	666.852	4.603.472

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO N°5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:

VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" - SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: 1:10.000

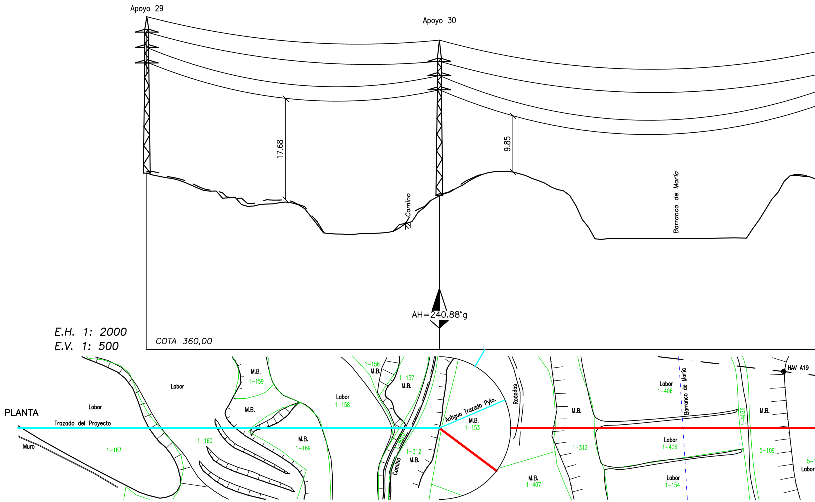
PLANO:

LÍNEA A.S. DE EVACUACIÓN 45KV
Planta General.

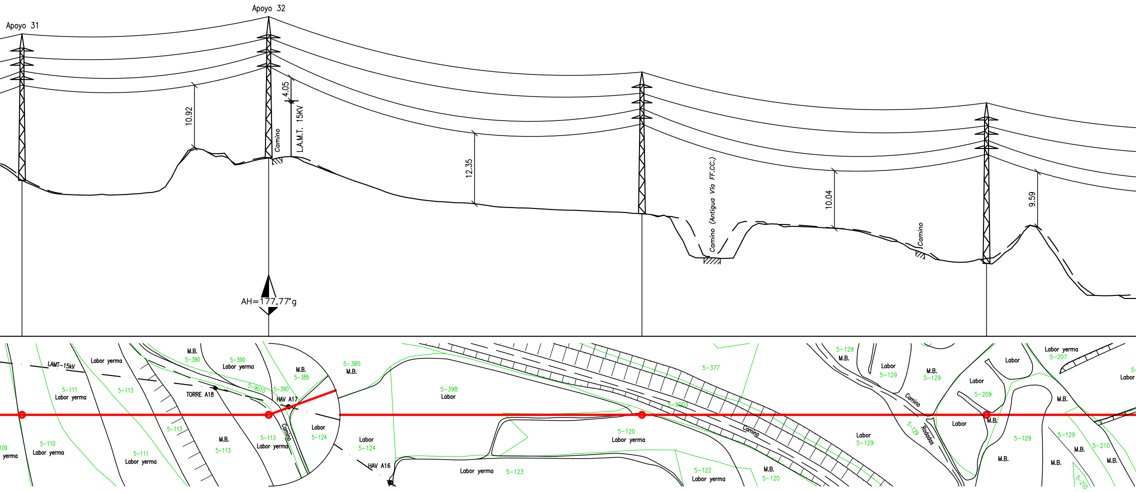
PLANO: 02

HOJA: 2 de 3

MAGISTER INGENIERÍA	El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L. D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.	PROYECTO DE: **VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)**	FECHA: AGO/2025 ESCALA: 1:10.000	PLANO: LÍNEA A.S. DE EVACUACIÓN 45KV Planta General.	PLANO: 02 HOJA: 3 de 3


Apoyo 29
Apoyo 30
17.68
9.85
Camino
Barranco de María
AH=240.88°g
E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500
COTA 360,00
PLANTA
Trazado del Proyecto
Muro
Labor
1-163
Labor
M.B.
1-159
M.B.
1-160
M.B.
1-169
Labor
1-158
1-156
M.B.
1-157
M.B.
Camino
1-312
M.B.
Antiguo Trazado Pyto.
M.B.
1-153
Rodadas
M.B.
1-407
M.B.
1-312
Labor
1-406
Barranco de María
Labor
1-406
Labor
1-154
1-9026
M.B.
5-109
HAV A19
Labor

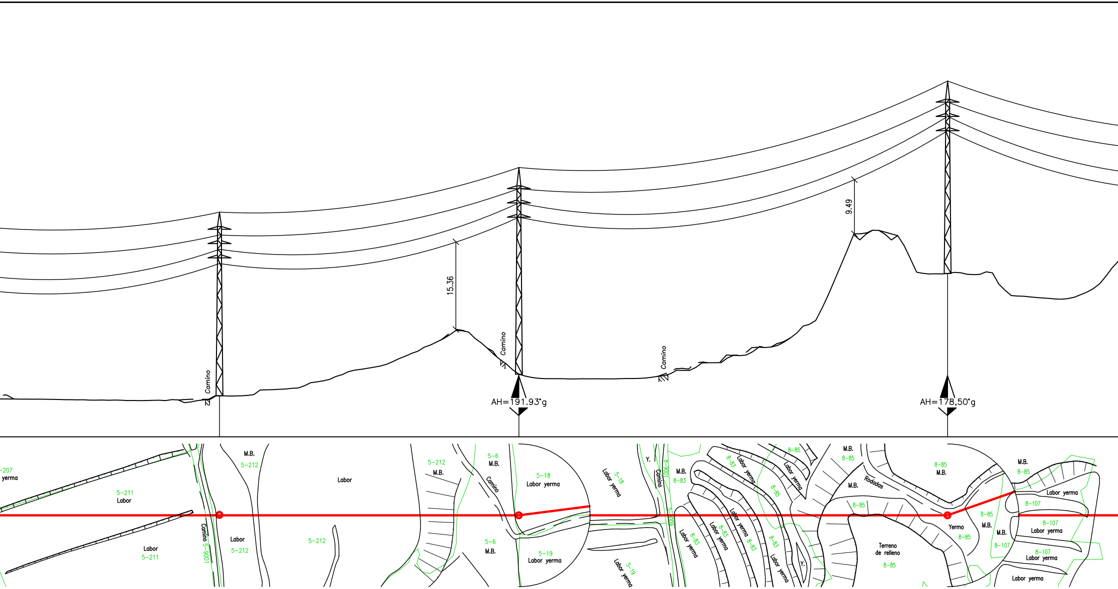
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	29	205.02	30	278.42
Cota Terreno (m)	390.90		386.99	
Distancia Parcial (m)	190.14		205.02	
Distancia Origen (m)	1642.41		1847.43	
Función de Apoyo	AL_SU		AN_ANC (159,12g)	
Serie Apoyo	HA-2500-21		AGR-21000-18	
Armado (m)	b=2,7/a=2/c=2/h=2,7		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7	
Altura Útil Cruceta Inferior (m)	19,29 (Normal/K=12)		18,5	
Tipo de cimentación	Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)	
Datos Cimentación (m)	a=1,81/h=1,92		a=1,7/h=0,45/H=3,6/b=1,2	


Apoyo 31
Apoyo 32
10.92
4.05
L.A.M.T. 15KV
Camino
12.35
Camino (Antigua Vía FF.CC.)
10.04
Camino
9.59
AH=177,77°g
LAMT-15kV
Labor yerma
M.B.
5-390
5-390
Labor yerma
M.B.
5-385
5-385
M.B.
5-111
Labor yerma
5-113
TORRE A18
5-9010
5-390
HAV A17
5-113
M.B.
5-113
5-113
Labor yerma
Camino
Labor
5-124
Labor
5-124
HAV A16
109
yerma
5-110
Labor yerma
5-111
Labor yerma
5-398
Labor
5-377
5-9003
5-120
Labor yerma
Camino
Labor yerma
5-123
5-122
Labor yerma
M.B.
5-120
5-129
M.B.
Labor
5-129
M.B.
5-129
Camino
Labor
5-129
5-129
Rodadas
Labor
5-209
Labor
Labor
M.B.
Labor yerma
5-207
M.B.
5-129
M.B.
M.B.
5-129
M.B.
5-210
M.B.
5-210
Labor

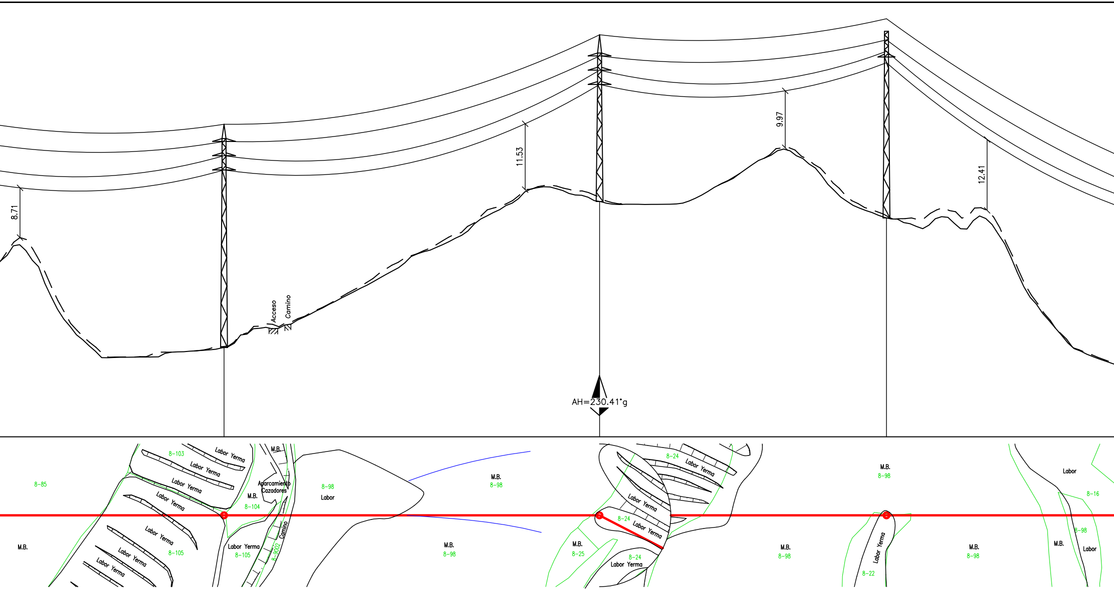
CRUZAMIENTO CON LAMT 15kV
LÍNEA PARTICULAR

Dv=2,5+0,70=3,20<4,05
Dh=1,5+0,16=1,66<2(Dmin)<8,66

31	172.86	32	261.53	33	241.45	34
387.32		391.29		381.47		372.77
278.42		172.86		261.53		241.45
2125.85		2298.71		2560.24		2801.69
AL_SU		AN_ANC (177,77g)		AL_SU		AL_SU
HAR-2500-20		AGR-14000-16		HA-3500-19		HAR-2500-22
b=2,5/a=2/c=2/h=3		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7		b=2,7/a=1,75/c=1,75/h=2,7		b=2,5/a=2/c=2/h=3
17,65 (Normal/K=12)		16		16,72 (Normal/K=12)		20,12 (Normal/K=12)
Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque		Monobloque
a=1,84/h=2,11		a=1,45/h=0,3/H=3,25/b=1,1		a=1,82/h=2,23		a=1,95/h=2,14


15.36
9.49
Camino
Camino
Camino
AH=191.93°g
AH=178,50°g
-207
yerma
5-211
Labor
Labor
5-211
Camino 5-9001
M.B.
5-212
Labor
5-212
Labor
5-212
5-212
M.B.
Camino
5-6
M.B.
5-6
M.B.
5-18
Labor yerma
5-19
Labor yerma
5-18
Labor yerma
5-19
Labor yerma
Y.
Camino
8-9001
M.B.
8-83
8-83
Labor yerma
8-83
Labor yerma
8-83
Labor yerma
8-83
Labor yerma
8-85
Labor yerma
8-85
8-83
Labor yerma
Y.
M.B.
8-85
M.B.
Rodadas
8-85
Terreno
de relleno
8-85
8-85
M.B.
8-85
Yermo
8-85
M.B.
M.B.
M.B.
8-85
Labor yerma
8-107
8-107
Labor yerma
8-107
8-107
Labor yerma
Labor yerma

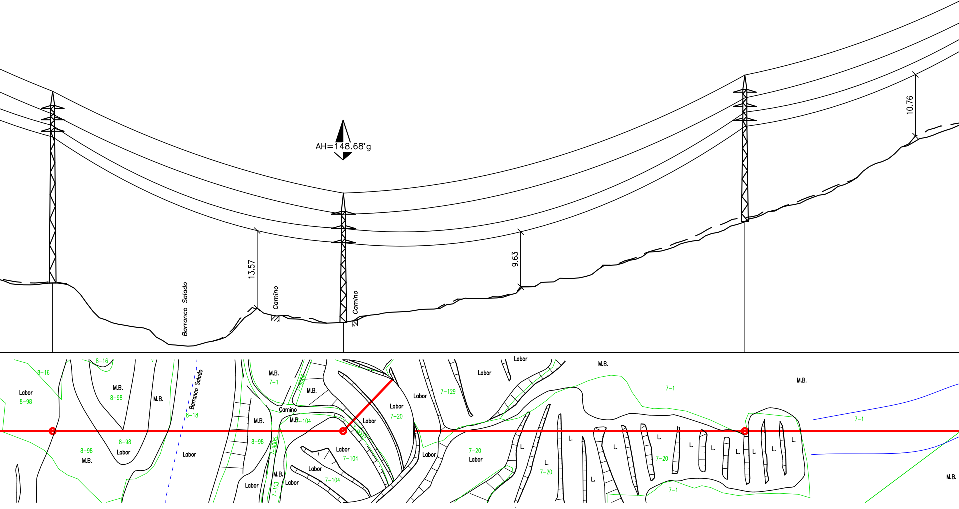
258.52	35	209.80	36	300.40	37
	367.19		370.96		388.61
	258.52		209.80		300.40
	3060.21		3270.01		3570.41
	AL_SU		AN_ANC (191,93g)		AN_ANC (178,5g)
	HAR-2500-27		AG-12000-27		AGR-14000-25
	b=2,5/a=2/c=2/h=3		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7
	24,15 (Normal/K=12)		27,5		25
	Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
	a=2,09/h=2,19		a=1,4/h=0,25/H=3,1/b=1,1		a=1,45/h=0,3/H=3,3/b=1,1


8.71
11.53
9.97
12.41
Acceso
Camino
AH=230.41°g
8-85
M.B.
8-103
Labor Yerma
8-105
M.B.
8-104
Aparcamiento Cazadores
Labor Yerma
8-105
Camino
8-9002
8-98
Labor
M.B.
8-98
M.B.
8-98
8-24
Labor Yerma
8-24
M.B.
8-25
8-24
Labor Yerma
M.B.
8-98
M.B.
8-98
Labor Yerma
8-22
M.B.
8-98
Labor
8-16
8-98
M.B.
Labor

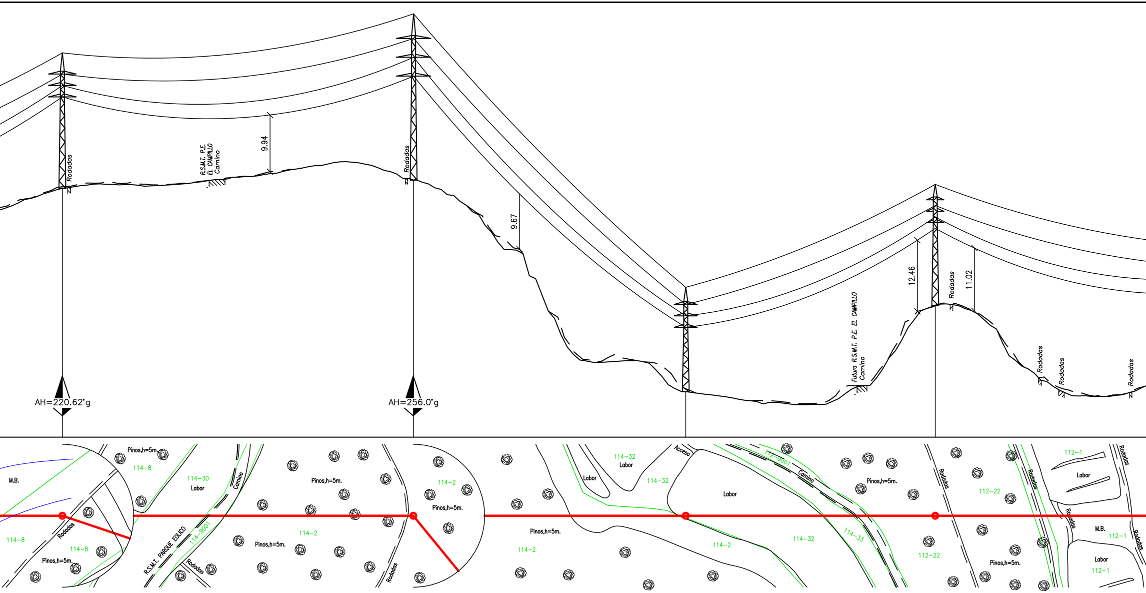
276.28	38	263.02	39	200.94	40	196.05
	375.63		401.21		398.34	
	276.28		263.02		200.94	
	3846.69		4109.71		4310.65	
	AL_AM		AN_ANC (169,59g)		AL_SU	
	HAR-7000-34		AGR-18000-20		HA-2000-30	
	b=2,5/a=2/c=2/h=3		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7		b=2/a=1,5/c=1,5/h=2,7	
	31,1 (Normal/K=12)		20,5		28,18 (Normal/K=12)	
	Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque	
	a=2,82/h=2,64		a=1,6/h=0,35/H=3,4/b=1,2		a=2,22/h=2,05	

LASMT EVACUACIÓN Un=45 KV

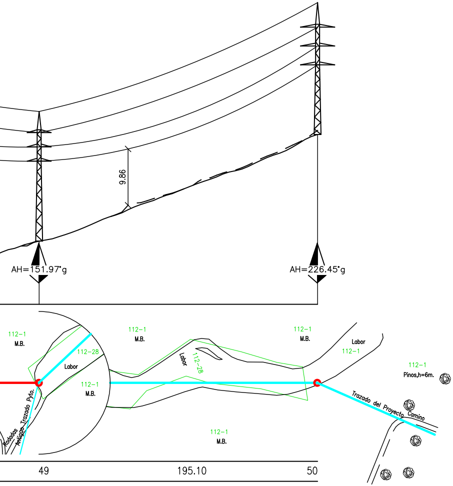
CALCULO EFECTUADO CON CONDUCTOR
3xLA-380 E.D.S. 20%
1xOPGW-48 E.D.S. 15%
ZONA A, VIENTO A 120 Km/h.

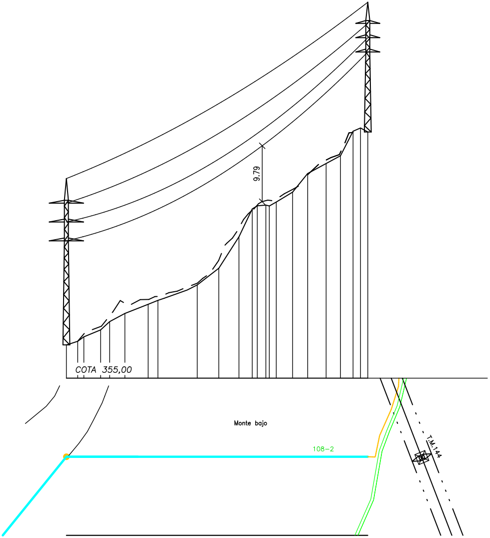

AH=148.68°g
13.57
9.63
10.76
Barranco Salado
Camino
Camino
8-16
Labor
8-98
M.B.
8-98
M.B.
Barranco Salado
8-18
8-98
Labor
M.B.
Labor
M.B.
7-1
M.B.
Camino
M.B.
M.B.-104
8-98
M.B.
Labor
7-103
Labor
Labor
7-104
Labor
7-104
Labor
7-104
Labor
7-20
Labor
7-129
Labor
Labor
Labor
7-20
Labor
M.B.
7-1
7-20
7-20
7-1
M.B.
7-1
M.B.
L

41	203.71	42	281.31	43	193.57
372.18		365.23		382.95	
196.05		203.71		281.31	
4506.70		4710.41		4991.72	
AL_SU		AN_ANC (148,68g)		AL_SU	
HAR-2500-29		AGR-21000-14		HAR-2500-20	
b=2/a=2/c=2/h=3		b=2,5/a=2,1/c=2,1/h=3,7		b=2,5/a=2/c=2/h=3	
26,58 (Normal/K=12)		14		17,65 (Normal/K=12)	
Monobloque		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque	
a=2,19/h=2,22		a=1,75/h=0,45/H=3,5/b=1,2		a=1,84/h=2,11	


Rodadas
R.S.M.T. P.E.
EL CAMPILLO
Camino
9.94
Rodadas
9.67
Futura R.S.M.T. P.E. EL CAMPILLO
Camino
12.46
Rodadas
11.02
Rodadas
Rodadas
Rodadas
AH=220.62°g
AH=256.0°g
M.B.
Pinos,h=5m.
114-8
114-8
Rodadas
114-8
Pinos,h=5m.
114-30
Labor
Camino
R.S.M.T. PARQUE EOLICO
114-9001
Rodadas
Pinos,h=5m.
114-2
Pinos,h=5m.
Rodadas
114-2
Pinos,h=5m.
Labor
114-32
Labor
114-32
Pinos,h=5m.
114-2
Acceso
Labor
114-2
112-9001
Camino
114-32
114-33
Pinos,h=5m.
Rodadas
112-22
112-22
Rodadas
Pinos,h=5m.
112-1
Labor
Rodadas
M.B.
112-1
Labor
112-1
Rodadas
Rodadas

44	246.12	45	190.69	46	174.82	47	175.09
403.54		404.98		367.94		383.01	
193.57		246.12		190.69		174.82	
5185.29		5431.41		5622.10		5796.92	
AN_ANC (179,38g)		AN_ANC (143,7g)		AL_AM		AL_SU	
AGR–14000–16		CO–27000–18		HAR–7000–13		HA–2000–16	
b=2/a=2,4/c=2,4/h=3,7		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=2/a=2/c=2/h=3		b=2/a=1,5/c=1,5/h=2,7	
16		18,2		11,29 (Normal/K=12)		14,53 (Normal/K=12)	
Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Monobloque		Monobloque	
a=1,45/h=0,3/H=3,25/b=1,1		a=1,8/h=0,45/H=3,6/b=1,3		a=1,78/h=2,41		a=1,71/h=1,87	


9.86
AH=151.97°g
AH=226.45°g
112-1
M.B.
112-28
Labor
112-1
M.B.
112-1
M.B.
112-28
Labor
112-1
M.B.
Labor
112-1
112-1
Pinos,h=6m.
Rodadas
Antiguo Trazado Pyto.
Trazado del Proyecto
Camino
112-1
M.B.


9.79
COTA 355,00
Monte bajo
108-2
T.M.144

49	195.10	50
371.07		389.74
175.09		195.10
5972.01		6167.11
AN_ANC (151,97g)		AN_ANC (226,45g)
AGR-21000-14		AGR-14000-18
b=2,5/a=2,1/c=2,1/h=3,7		b=2,5/a=2/c=2/h=3,7
14		18,5
Tetrabloque (Cuadrada con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
a=1,75/h=0,45/H=3,5/b=1,2		a=1,6/h=0,45/H=3,35/b=1,1

63	210.98	64
360.84		398.09
240.11		210.98
8884.52		9095.50
AN_ANC (143,32g)		FL
CO-27000-18		AGR-21000-14
b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=2/a=2/c=2/h=3,7
18,2		14
Tetrabloque (Circular con cueva)		Tetrabloque (Cuadrada con cueva)
a=2,15/h=0,8/H=3,70/b=1,3		a=1,8/h=0,5/H=3,5/b=1,2

MAGISTER
INGENIERÍA

TABLA COORDENADAS		
ETRS 89 HUSO 30		
Ap.	UTM X	UTM Y
30	664.785	4.600.237
31	665.020	4.600.386
32	665.166	4.600.478
33	665.327	4.600.685
34	665.475	4.600.876
35	665.633	4.601.080
36	665.762	4.601.245
37	665.914	4.601.504
38	665.968	4.601.775
39	666.019	4.602.033
40	666.144	4.602.190
41	666.266	4.602.344
42	666.393	4.602.503
43	666.355	4.602.782
44	666.330	4.602.974
45	666.376	4.603.215
46	666.544	4.603.306
47	666.698	4.603.389
49	666.852	4.603.472
64	667.876	4.606.293

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8
2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: V=1:500
H=1:2.000

PLANO:
PLANTA PERFIL
– Variante entre apoyos 29 a 50 –

PLANO: 03

HOJA: 1 de 1

PLANTA
ESCALA 1:2.000

ZANJA TIPO A–A' POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN

ZANJA TIPO B–B' POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN

ZANJA TIPO C–C' CRUCE CON GAS POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN

ZANJA TIPO D–D' CRUCE "FORESTALIA" DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES M.T.

OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m, DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

8	Ud.	PLACAS P.E.
7	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
6	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm² Al
5	ml.	TUBO P.E. ø200
4	m3	HORMIGÓN EN MASA HNE–15/B/20
3	m3	ARENA TAMIZADA
2	ml.	CINTA DE SEÑALIZACIÓN CABLE ELÉCTRICO
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA O SIMILAR

ESCALA 1:10

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

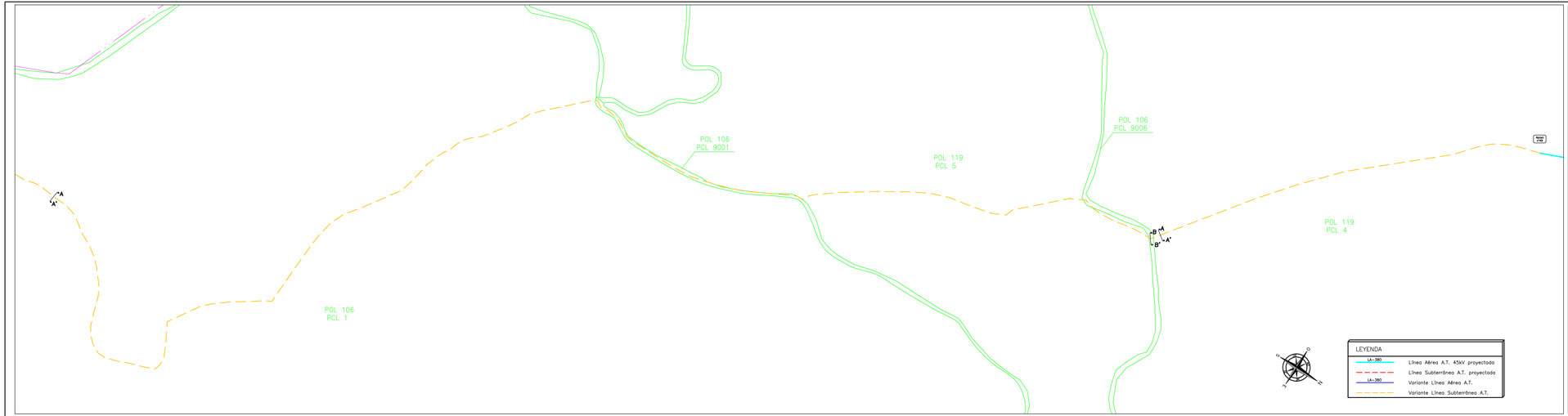
FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

PLANO: PLANTA–LSMT

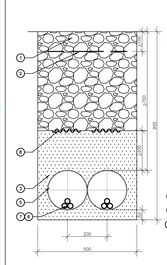
PLANO: 04

HOJA: 01 de 02

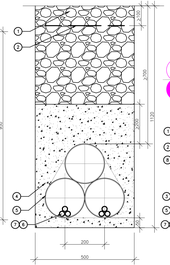


PLANTA
ESCALA 1:2.000

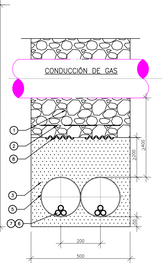
ZANJA TIPO A–A' POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN



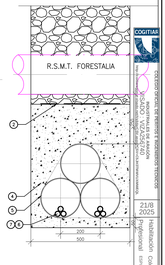
ZANJA TIPO B–B' POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN



ZANJA TIPO C–C' CRUCE CON GAS POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN



ZANJA TIPO D–D' CRUCE "FORESTALIA" DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES M.T.



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESPESOR MÁXIMO DE 0'30m, ALCANZANDO UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 97'5% P.M.
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CONDUCTORES.

8	Ud.	PLACAS P.E.	
7	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX 6 SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m	
6	ml.	TERNA DE CABLES RHS21 12/20kV 3x1x240mm² Al	
5	ml.	TUBO P.E. ø200	
4	m3	HORMIGÓN EN MASA HNE–15/B/20	
3	m3	ARENA TAMIZADA	
2	ml.	CINTA DE SEÑALIZACIÓN CABLE ELECTRICO	
1	m3	TIERRA DE EXCAVACIÓN DEBIDAMENTE COMPACTADA O SIMILAR	

ESCALA 1:10

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero D. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.ESTEBAN ESPINOSA FERNÁNDEZ
COLEGIADO Nº5769 COGITIAR

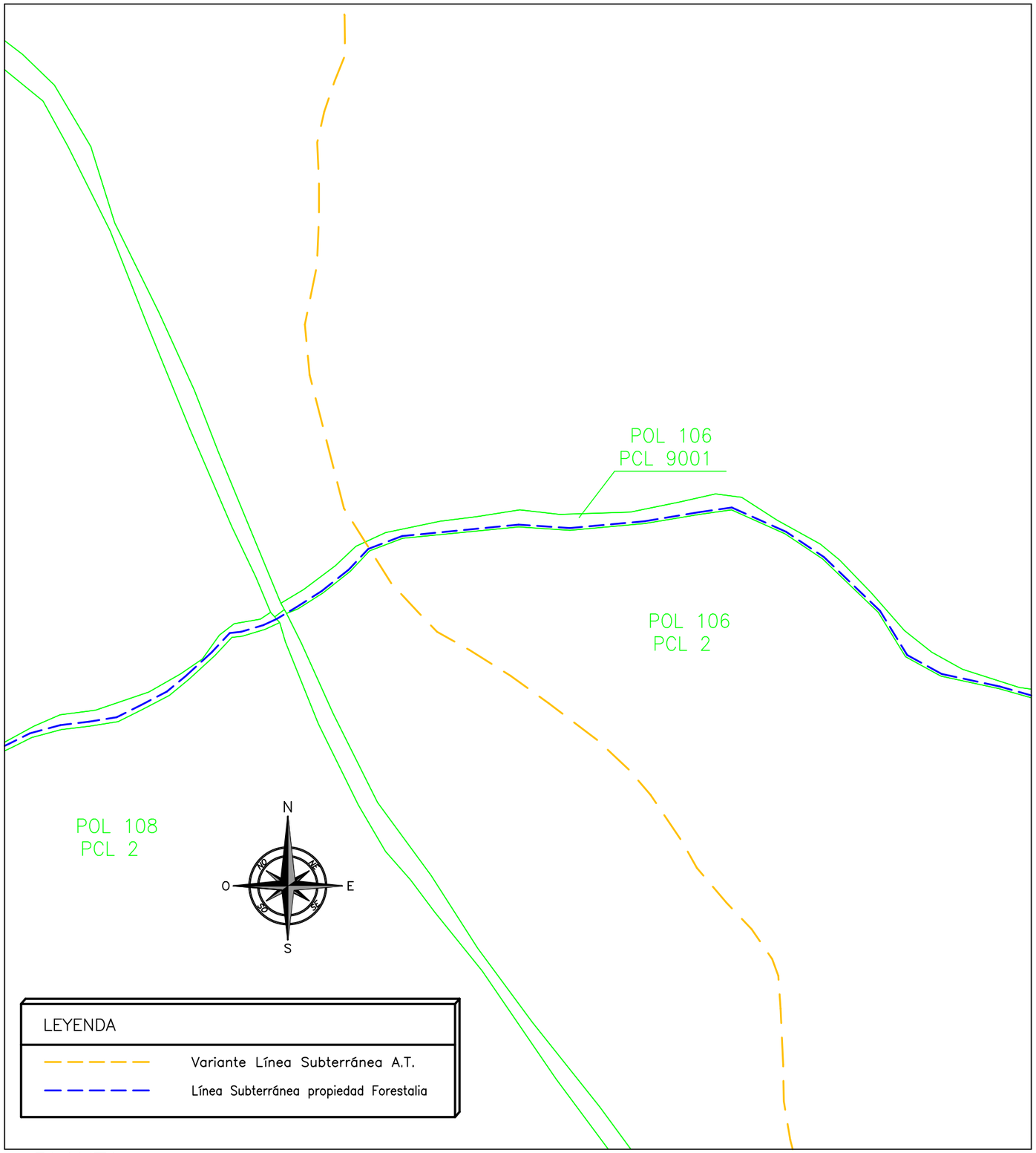
PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025
ESCALA: INDICADO

PLANO: PLANTA–LSMT

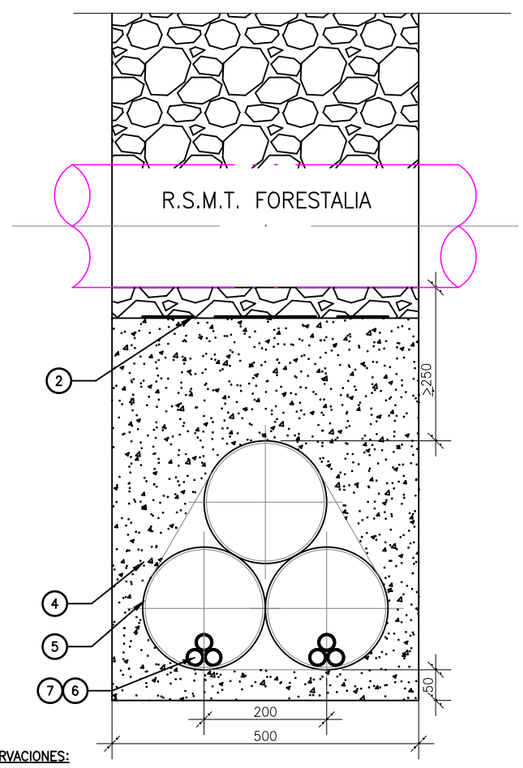
PLANO: 04
HOJA: 02 de 02

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE GRADUADOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ZARAGOZA
21/8/2025
Habilitación Colegial 5555 (El colegio no se responsabiliza del contenido técnico del proyecto)



PLANTA
ESCALA 1:2.000

ZANJA TIPO B–B' POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO HORMIGONADO CON TUBO DE RESERVA Y SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'30m DEBIENDO ALCANZAR UNA DENSIDAD MÍNIMA DEL 0'95% P.M
- EN EL CASO DE TENDIDO DE CABLES UNIPOLARES, SE COLOCARÁ CADA 1'50m UNA SUJECIÓN QUE AGRUPE A LOS TRES CODUCTORES

7	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
6	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm² Al
5	ml.	TUBO P.E. ø200
4	m3	HORMIGÓN EN MASA HNE–15/B/20
2	ml.	CINTA DE SEÑALIZACIÓN CABLE ELÉCTRICO

ESCALA 1:10

CRUZAMIENTO CON R.S.M.T.
PROPIEDAD DE FORESTALIA

Afección	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
Cruzamiento RSMT "FORESTALIA" con nueva RSMT	667.516	4.607.607	Zaragoza

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWEQL
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA
El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.
D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

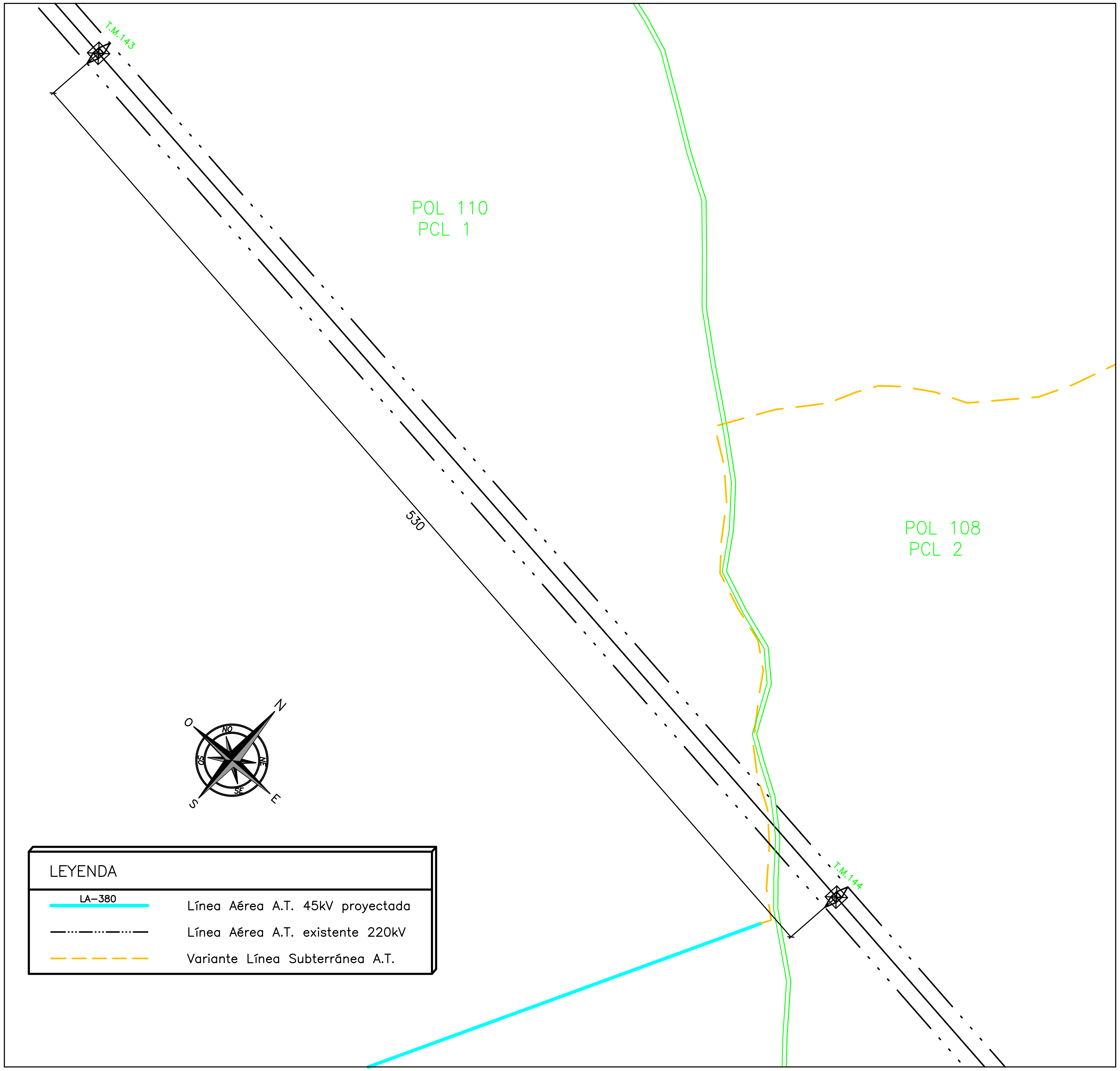
FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

PLANO: CRUZAMIENTO R.S.M.T. P.E. EL CAMPILLO

PLANO: 05.03

HOJA: 03 de 03



CRUZAMIENTOS CON LAAT 220kV "MONTETORRERO–ENTRERRIOS"

Afección	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
Cruzamiento 1 LAAT 45kV – LAAT 220kV "Montetorrero-Entrerríos" entre apoyos nº 143 y 144	667.869	4.606.330	Zaragoza

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

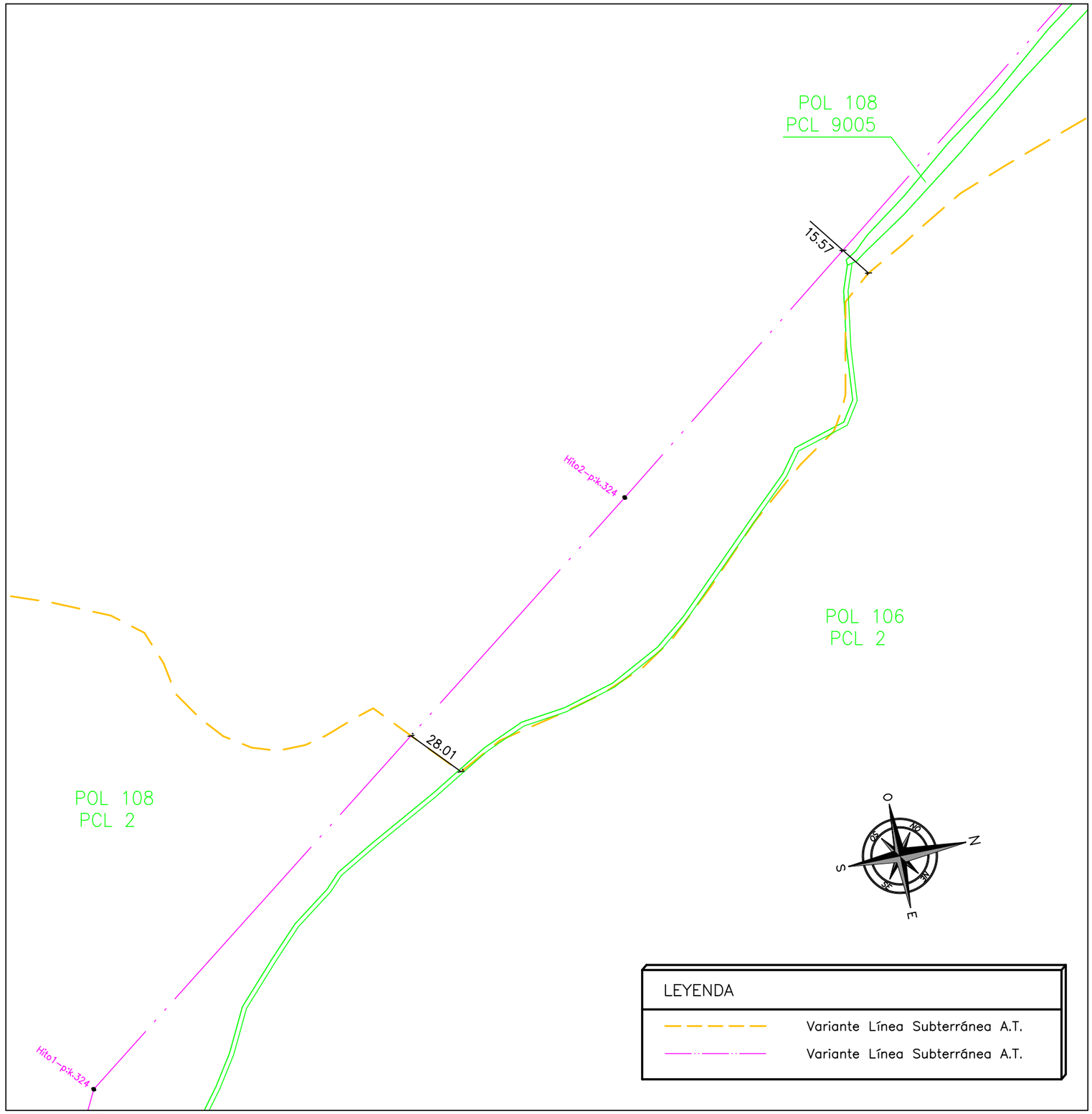
FECHA: AGO/2025

ESCALA: 1:2.000

PLANO: CRUZAMIENTO REE

PLANO: 05.04

HOJA: 01 de 01

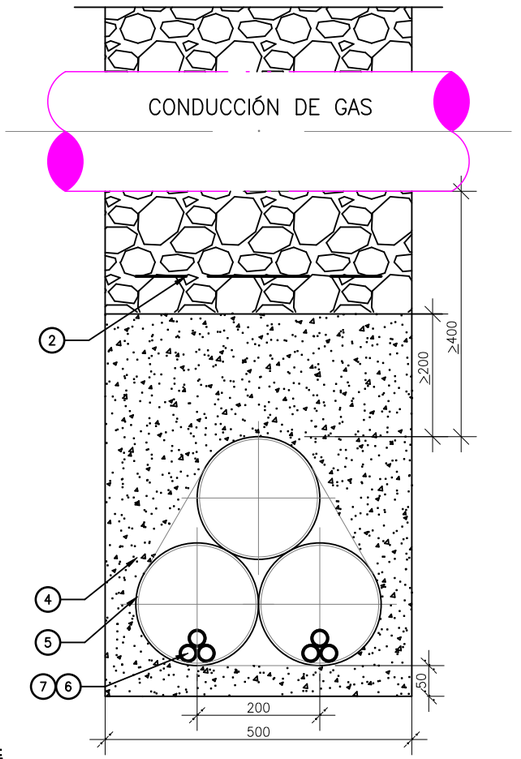


LEYENDA

- Variante Línea Subterránea A.T.
- Variante Línea Subterránea A.T.

PLANTA
ESCALA 1:2.000

ZANJA TIPO C–C'CRUCE CON GAS
POR TIERRA DOS CIRCUITOS CON TUBO Y
SEÑALIZACIÓN PARA CABLES MEDIA TENSIÓN



OBSERVACIONES:

- LA POSICIÓN 1 SE COMPACTARÁ MECÁNICAMENTE POR TONGADAS DE ESP.E.SOR MÁXIMO DE 0'20m. 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 CODUCTORES

7	Ud.	ABRAZADERA TIPO UNEX ó SIMILAR COLOCADA CADA 1'50 m
6	ml.	TERNA DE CABLES RH5Z1 12/20kV 3x1x240mm² Al
5	ml.	TUBO P.E. ø200
4	m3	HORMIGÓN EN MASA HNE–15/B/20
2	ml.	CINTA DE SEÑALIZACIÓN CABLE ELÉCTRICO

ESCALA 1:10

CRUZAMIENTO CON GASOCUCTO BARCELONA–VALENCIA–VIZCAYA

Afección	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
	X	Y	Término Municipal
Cruzamiento 1. LAAT 45kV – Gasoducto "Barcelona-Valencia-Vizcaya" Entre hitos 1 y 2 p.k. 324	667.954	4.606.892	Zaragoza

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TECNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://cogitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWEQL
21/8/2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

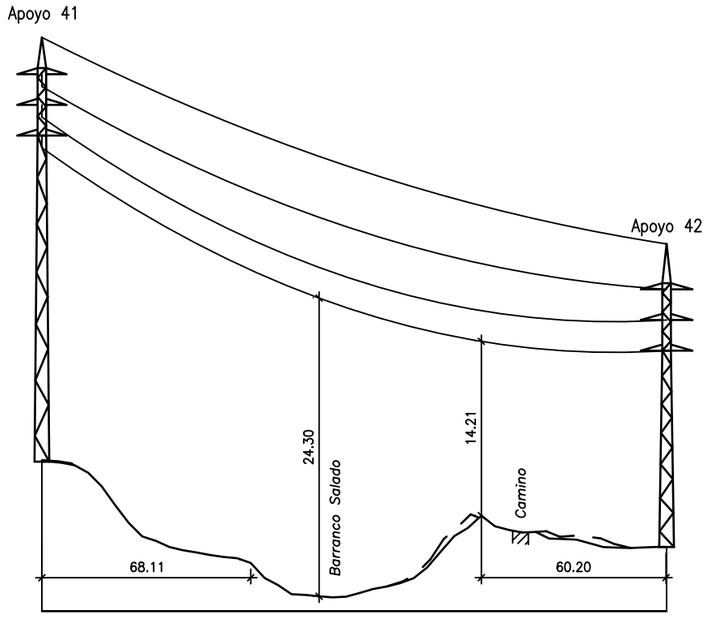
PLANO: CRUZAMIENTO ENAGÁS

PLANO: 05.05

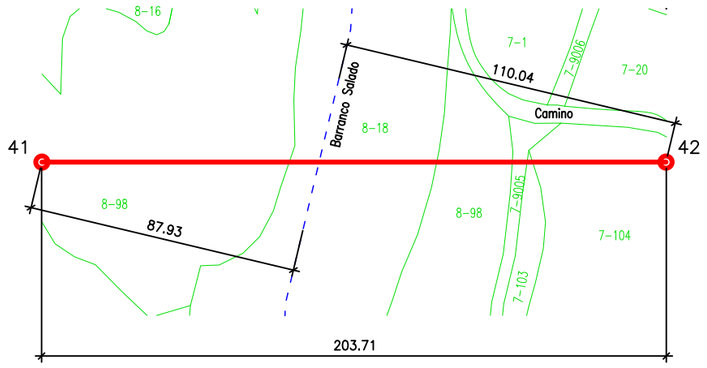
HOJA: 01 de 01

CRUZAMIENTO CON BARRANCO SALADO DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

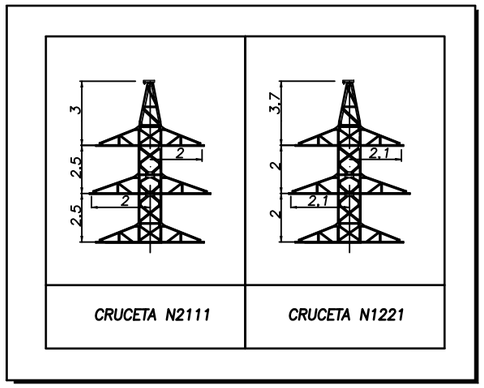
Dv=5,3+0,16=5,46<14,21



E.H. 1: 2.000
E.V. 1: 500



DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



Afección	Apoyos LAAT	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
		X	Y	Término Municipal
Cruzamiento 2 LAAT 45kV - Barranco Salado	41 - 42	666.323	4.602.415	María de Huerva

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	X	Y
41	666.266	4.602.344
42	666.393	4.602.503

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJHSTMWVUXWEQL
VISADO : VIZA256740
21/8 2025
Habilitación Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
Profesional ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

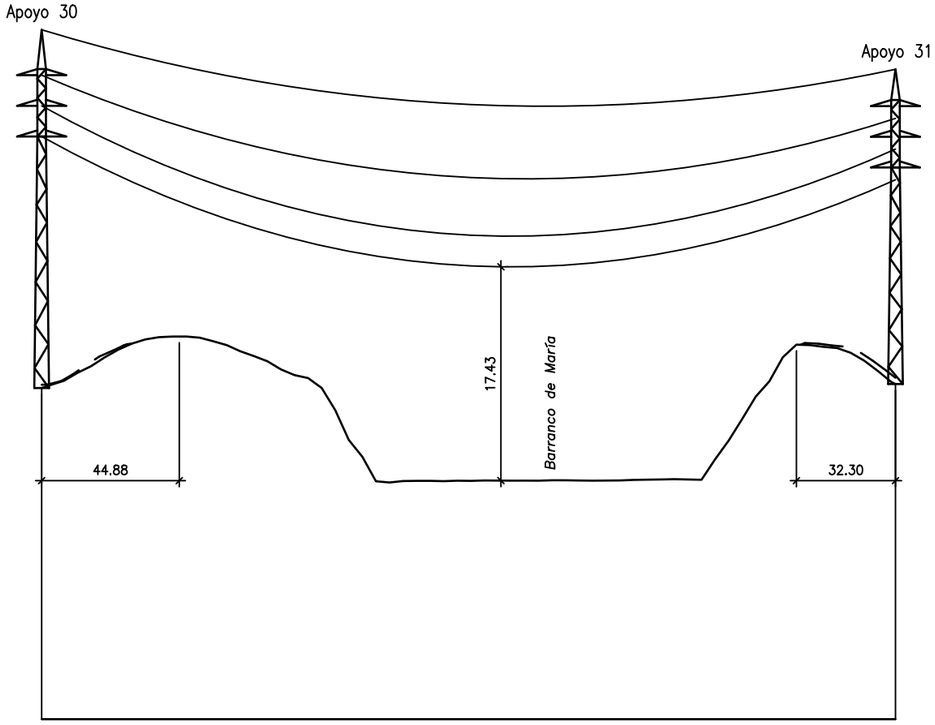
PLANO:
CRUZAMIENTOS CHE
– Barranco Salado –

PLANO: 05.01

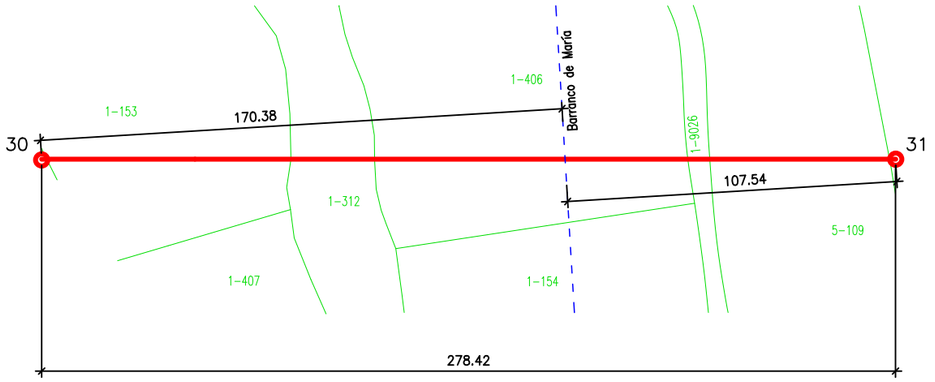
HOJA: 2 de 2

CRUZAMIENTO CON BARRANCO DE MARÍA DE CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

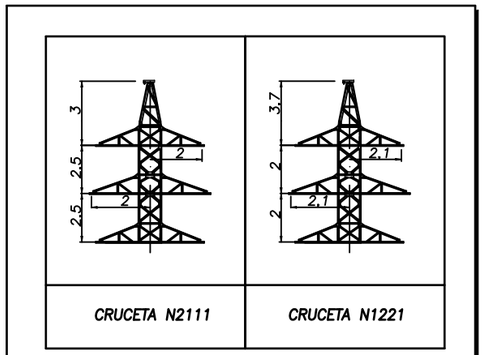
Dv=5,3+0,16=5,46<17,43



E.H. 1: 2.000
E.V. 1: 500



DISPOSICION DE ARMADOS *ESCALA: S/E*



Afección	Apoyos LAAT	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
		X	Y	Término Municipal
Cruzamiento 1 LAAT 45kV - Barranco de María	30 - 31	664.930	4.600.329	María de Huerva

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	X	Y
30	664.785	4.600.237
31	665.020	4.600.386

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

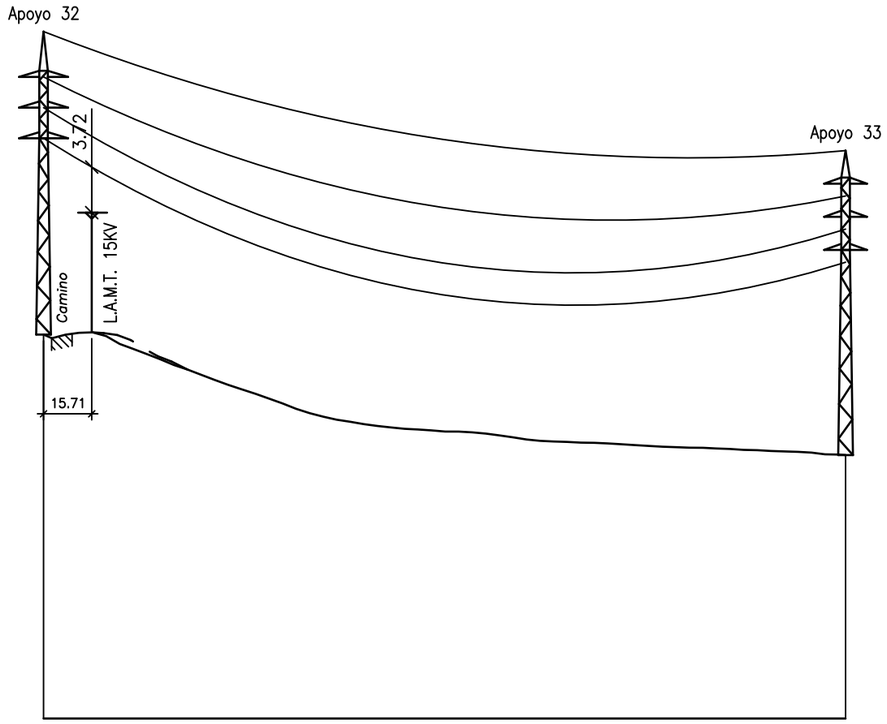
PLANO:
CRUZAMIENTOS CHE
– Barranco de María –

PLANO: 05.01

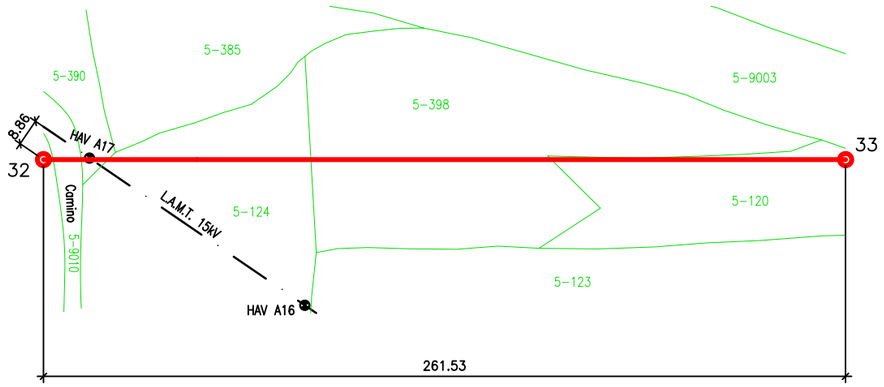
HOJA: 1 de 2

CRUZAMIENTO CON L.A.M.T. 15kV
LÍNEA PARTICULAR

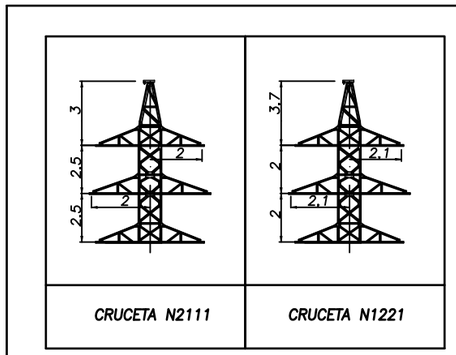
Dv=1,5+0,16=1,66<2(Dmin)<3,72



E.H. 1: 2.000
E.V. 1: 500



DISPOSICION DE ARMADOS ESCALA: S/E



Afección	Apoyos LAAT	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
		X	Y	Término Municipal
Cruzamiento L.A.M.T. 15kV	32 - 33	665.177	4.600.491	María de Huerva

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	X	Y
32	665.166	4.600.478
33	665.327	4.600.685

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

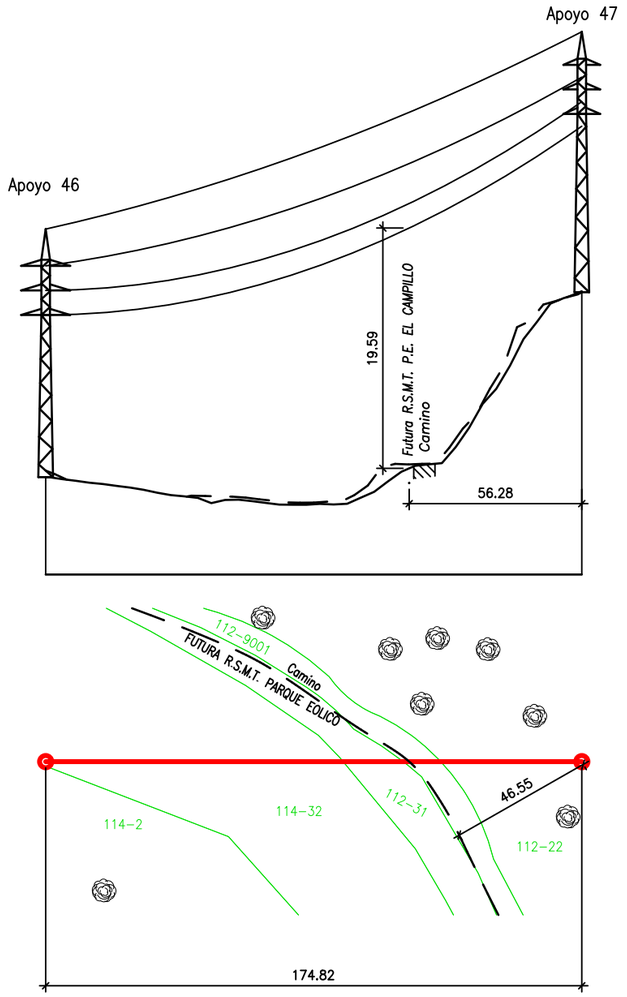
PLANO: CRUZAMIENTOS L.A.M.T. 15kV PARTICULAR

PLANO: 05.02

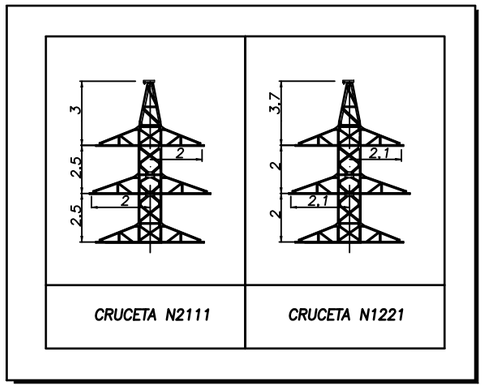
HOJA: 1 de 1

CRUZAMIENTO CON FUTURA R.S.M.T. DE PARQUE EÓLICO EL CAMPILLO

Dv=1,8+0,7=2,5<19,59



DISPOSICION DE ARMADOS **ESCALA: S/E**



Afección	Apoyos LAAT	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
		X	Y	Término Municipal
Cruzamiento futura R.S.M.T. Parque Eólico El Campillo	46 - 47	666.649	4.603.363	María de Huerva

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	X	Y
46	666.544	4.603.306
47	666.698	4.603.389

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJHSTMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA
El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.
D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: INDICADAS

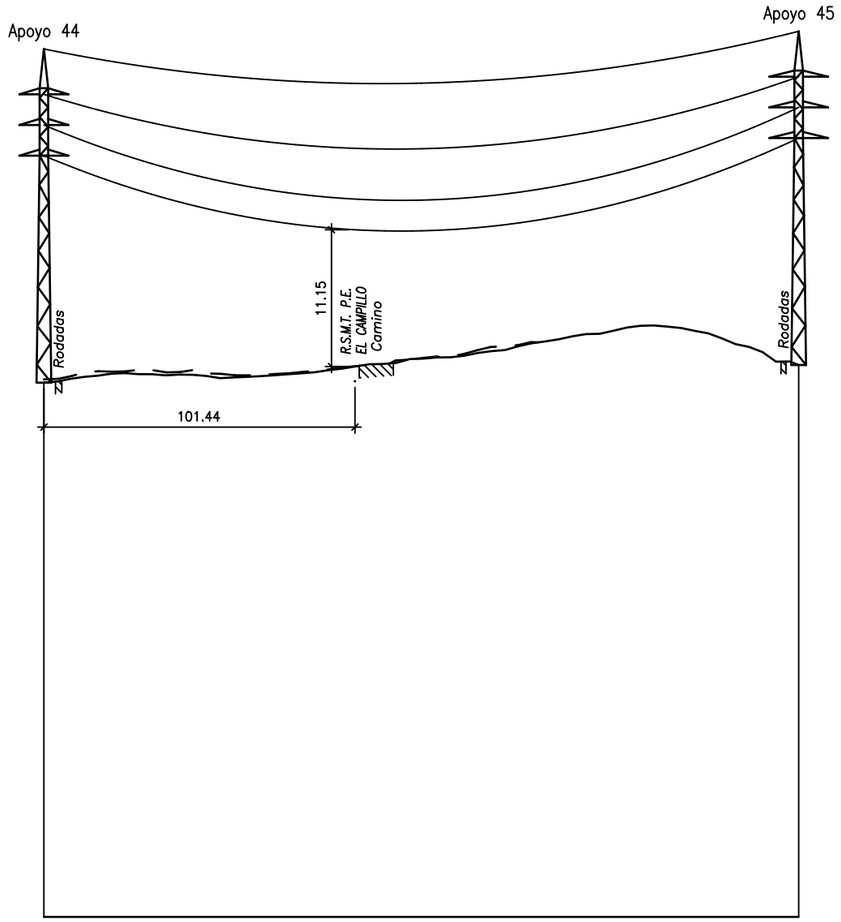
PLANO: CRUZAMIENTOS R.S.M.T. P.E. EL CAMPILLO

PLANO: 05.03

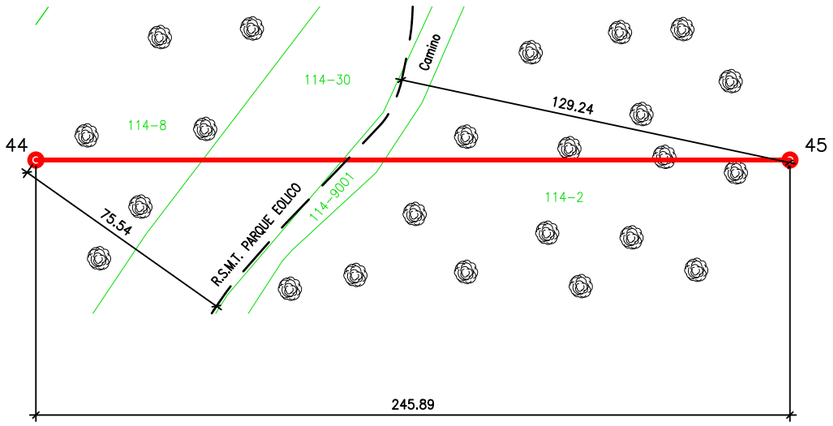
HOJA: 2 de 3

CRUZAMIENTO CON R.S.M.T.
DE PARQUE EÓLICO EL CAMPILLO

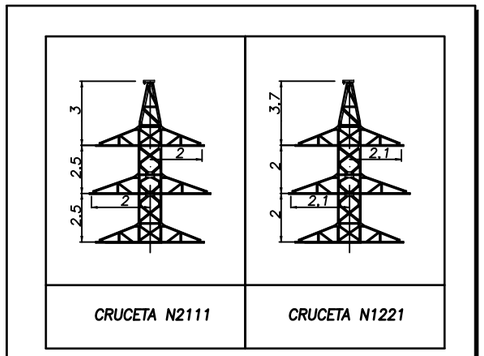
Dv=1,8+0,7=2,5<3,72



E.H. 1: 2.000
E.V. 1: 500



DISPOSICION DE ARMADOS *ESCALA: S/E*



Afección	Apoyos LAAT	COORDENADAS UTM DATUM (ETRS 89) (HUSO 30)		
		X	Y	Término Municipal
Cruzamiento R.S.M.T. Parque Eólico El Campillo	44 - 458	666.349	4.603.074	María de Huerva

COORDENADAS U.T.M. ETRS89 HUSO 30		
Nº APOYO	X	Y
44	666.330	4.602.974
45	666.376	4.603.215

* LAS COORDENADAS INDICADAS NO SON VÁLIDAS PARA REPLANTEO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

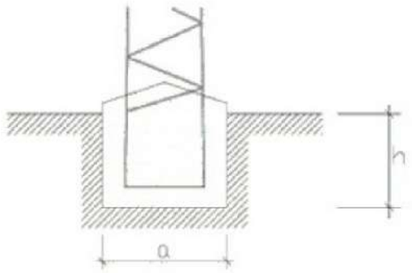
ESCALA: INDICADAS

PLANO: CRUZAMIENTOS R.S.M.T. P.E. EL CAMPILLO

PLANO: 05.03

HOJA: 1 de 3

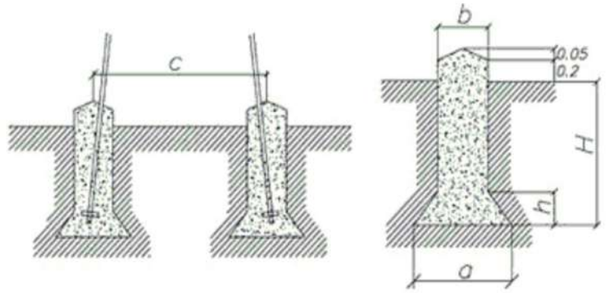
Cimentación monobloque



TORRE	TIPO	a (m)	h (m)	V (exc) (m³)
HA-3500-19	Monobloque	1,82	2,23	7,39
HA-2000-16	Monobloque	1,71	1,87	5,47

TORRE	TIPO	a (m)	h (m)	V (exc) (m³)
HAR-2500-20	Monobloque	1,84	2,11	7,14
HAR-2500-24	Monobloque	2,04	2,15	8,95
HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14	8,14
HAR-9000-29	Monobloque	2,6	2,82	19,06
HAR-5000-34	Monobloque	2,4	2,59	14,92
HAR-2500-29	Monobloque	2,19	2,22	10,65
HAR-2500-29	Monobloque	2,19	2,22	10,65
HAR-2500-22	Monobloque	1,95	2,14	8,14
HAR-2500-15	Monobloque	1,67	2,02	5,63

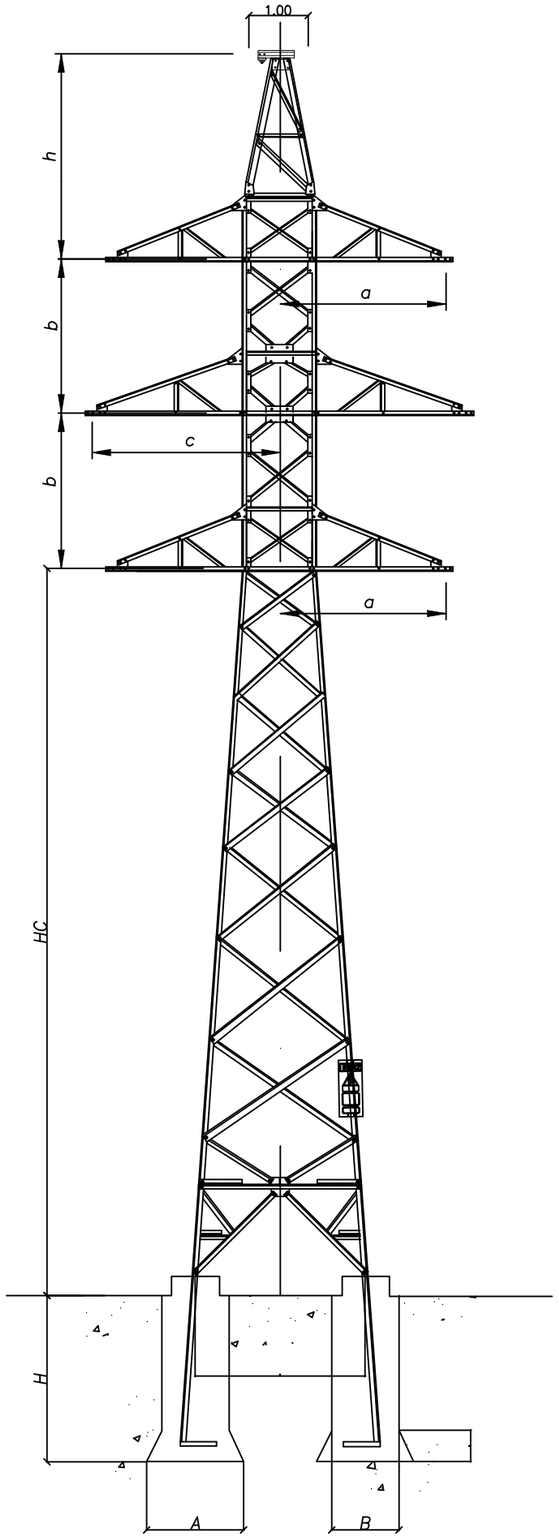
Cimentación Tetrabloque Circular o Cuadrada con cueva



TORRE	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (exc) (m³)
AG-12000-16	Tetrabloque	1,4	0,25	1,1	2,95	3,5	14,64
AG-12000-27	Tetrabloque	1,4	0,25	1,1	3,1	5,06	15,36
AG-12000-18	Tetrabloque	1,45	0,3	1,1	2,95	3,84	14,8

TORRE	TIPO	a (m)	h (m)	b (m)	H (m)	c (m)	V (exc) (m³)
AGR-18000-20	Tetrabloque	1,6	0,35	1,2	3,4	4,11	20,32
AGR-12000-25	Tetrabloque	1,35	0,25	1,1	3,05	4,72	15,04
AGR-18000-16	Tetrabloque	1,6	0,35	1,2	3,35	3,5	20,04
AGR-21000-18	Tetrabloque	1,7	0,45	1,2	3,6	3,84	21,96
AGR-18000-14	Tetrabloque	1,6	0,35	1,2	3,35	3,23	20,04

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CS.JH3TMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO



AGUILA Y AGUILA REAL

TIPO	TIPO ARMADO	DIMENSIONES				ALTURA UTIL (1) m.
		a m.	b m.	c m.	h m.	
AG-12000-16	N2111	2.0	2.5	2.0	3.7	16.00
AG-12000-27	N2111	2.0	2.5	2.0	3.7	27.50
AG-12000-18	N2111	2.0	2.5	2.0	3.7	18.50

TIPO	TIPO ARMADO	DIMENSIONES				ALTURA UTIL (1) m.
		a m.	b m.	c m.	h m.	
AGR-12000-25	N2111	2.0	3.0	2.0	3.7	12.00
AGR-18000-14	N2221	2.1	2.5	2.1	3.7	14.00
AGR-18000-16	N2221	2.1	2.5	2.1	3.7	16.00
AGR-18000-20	N2111	2.0	2.5	2.0	3.7	20.50
AGR-21000-18	N2331	2.4	2.5	2.4	3.7	18.50

(1) LA ALTURA UTIL HC MEDIDA ENTRE LA CRUCETA INFERIOR Y EL SUELO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

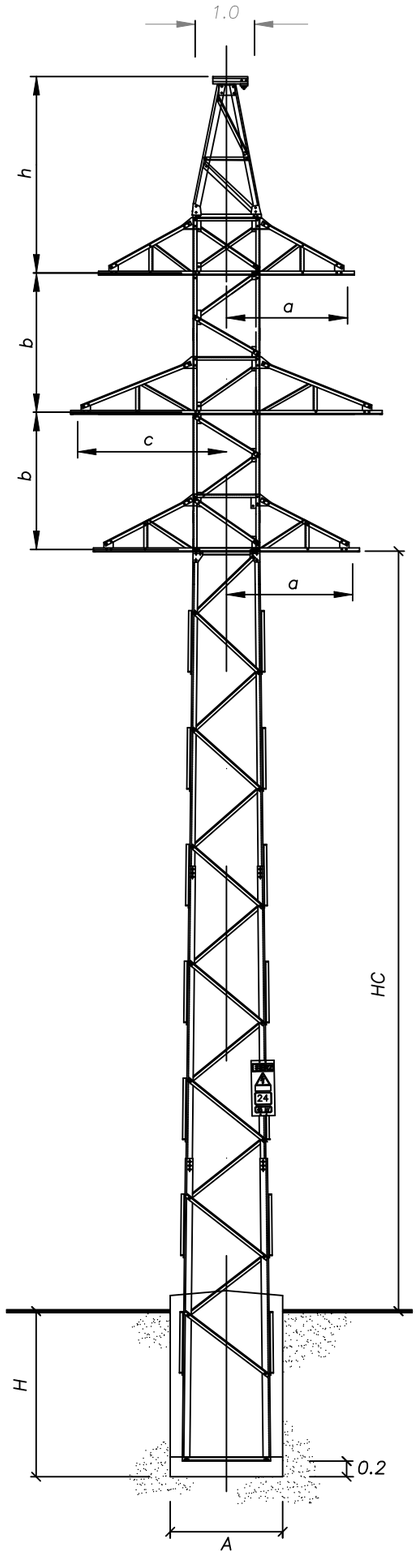
FECHA: AGO/2025

ESCALA: SE

PLANO: APOYOS Y CRUCETAS

PLANO: 07

HOJA: 01 de 02



HALCON Y HALCON REAL

TIPO	TIPO ARMADO	DIMENSIONES				ALTURA UTIL (1) m.
		a m.	b m.	c m.	h m.	
HA–2000–16	N2111	1.5	2	1.5	2.7	14.53
HA–2500–14	N3331	1.75	2.7	1.775	2.7	12.37

TIPO	TIPO ARMADO	DIMENSIONES				ALTURA UTIL (1) m.
		a m.	b m.	c m.	h m.	
HAR–2500–15	N1111	2	2	2	3	13.22
HAR–2500–20	N2111	2	2.5	2	3	17.65
HAR–2500–22	N2111	2	2.5	2	3	20.12
HAR–2500–24	N2111	2	2.5	2	3	21.92
HAR–2500–29	N2111	2	2.5	2	3	26.58
HAR–5000–34	N2111	2	2.5	2	3	31.21
HAR–9000–29	N2112	2	2.5	2	3.7	26.15

(1) LA ALTURA UTIL HC MEDIDA ENTRE LA CRUCETA INFERIOR Y EL SUELO

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

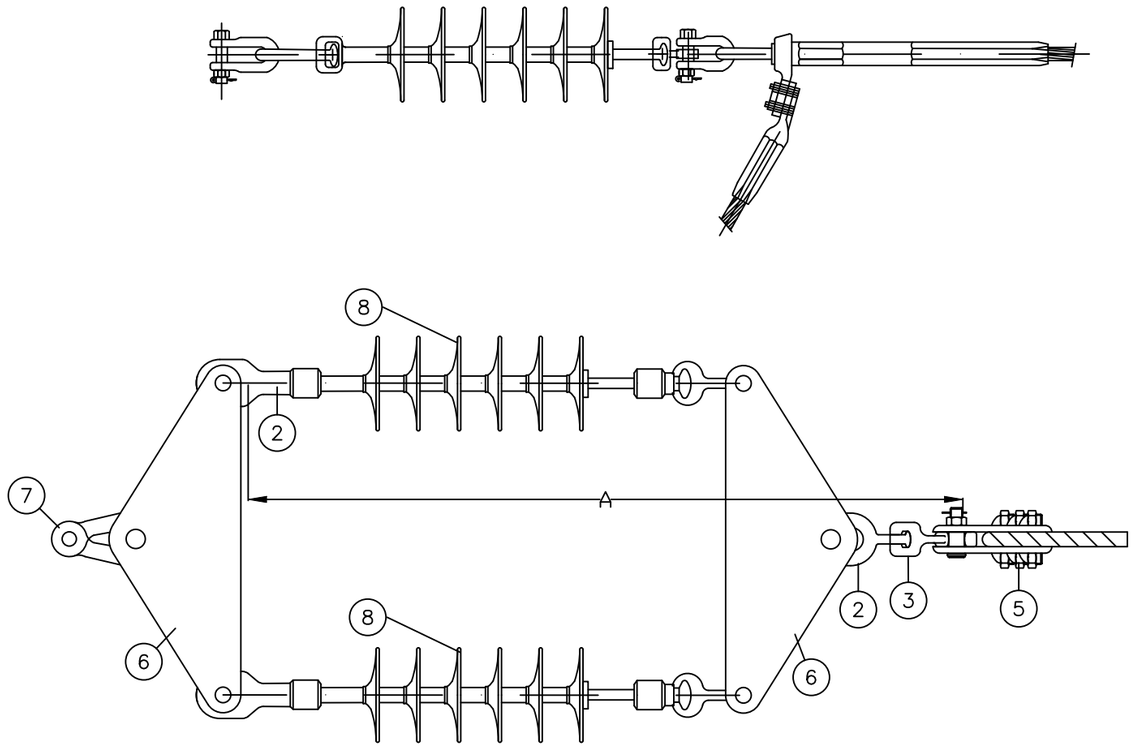
ESCALA: SE

PLANO: APOYOS Y CRUCETAS

PLANO: 07

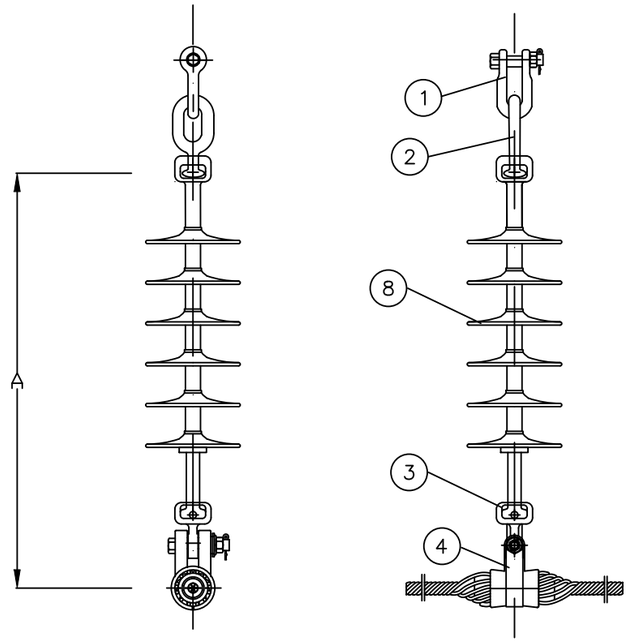
HOJA: 02 de 02

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSION
MONTAJE CADENA DE AMARRE COMPLETA DOBLE CON GRAPA DE AMARRE



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA
AISLADOR POLIMERICO	A = 1150 mm

DISTANCIA DE SEGURIDAD ENTRE ZONA DE POSADA Y PUNTO EN TENSION
MONTAJE CADENA DE SUSPENSIÓN



FORMACION CADENAS	DISTANCIA ALCANZADA
AISLADOR POLIMERICO	A = 1000 mm

MARCA	D E N O M I N A C I O N
1	GRILLETE RECTO GN 16T
2	ANILLO BOLA AB 16
3	ROTULA CORTA R16
4	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA GS2
5	GRAPA DE AMARRE
6	YUGO DE ACERO GALVANIZADO
7	GRILLETE REVIRADO
8	AISLADOR POLIMÉRICO (TIPO VARIABLE SEGÚN PROYECTO)

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJHSTMWVUXWWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial
al servicio de la empresa
MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV
SET "ORTILLES" – SET "PLAZA"
(PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

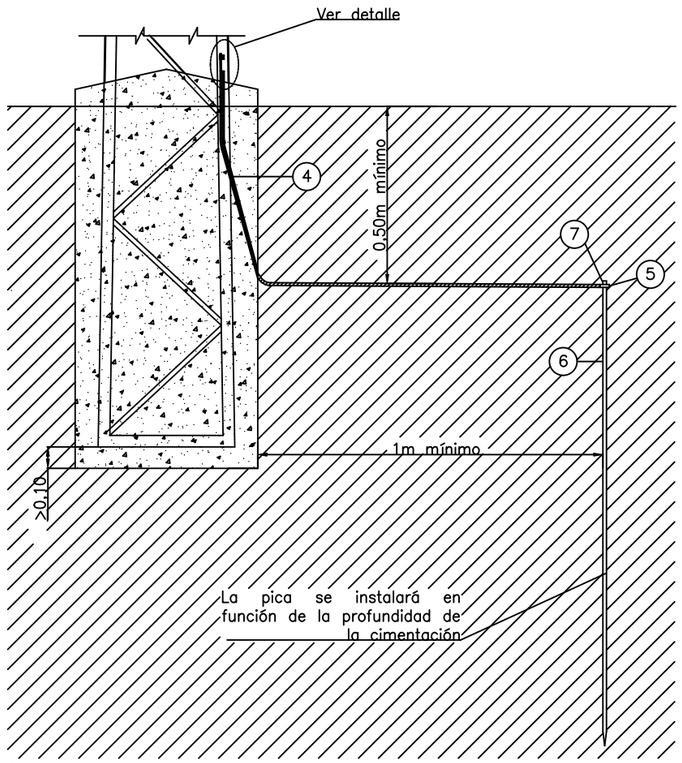
ESCALA: 1:10

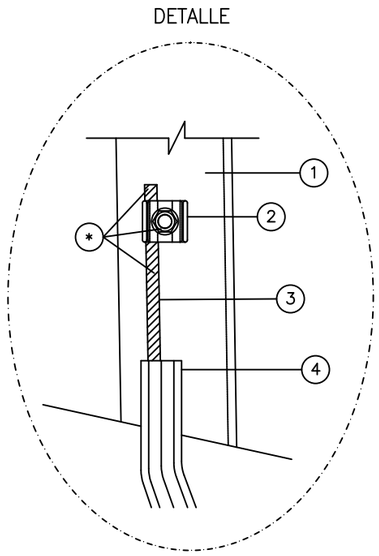
PLANO: CADENA DE AISLADORES

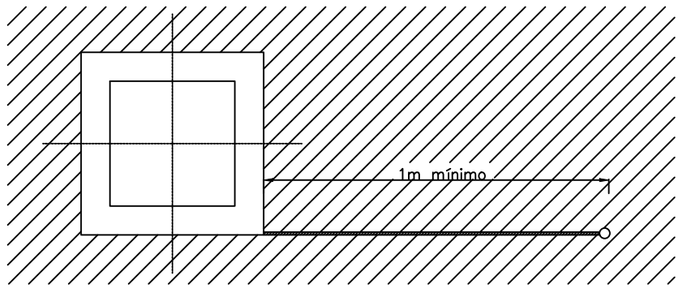
PLANO: 08

HOJA: 01 de 01

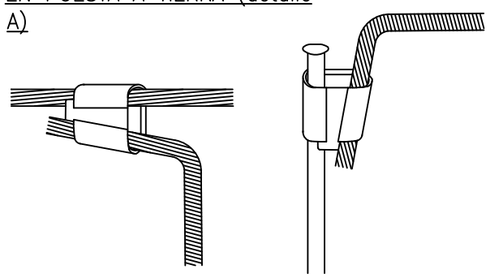
PUESTA A TIERRA DEL APOYO



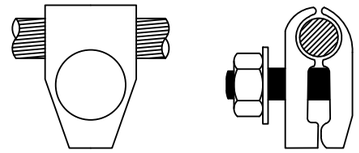




CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA (detalle A)



GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO (detalle B)



NOTA

– Las Puestas a Tierra de los Apoyos cumplirán lo establecido en el Apartado 7 de la ITC–LAT–07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión
– Cada Apoyo llevará mínimo 1 pica

1 Apoyo
2 Conector p.a.t. para 2 cables de Cu de 35 a 50mm²
3 Cable desnudo de 50mm² enterrado a una profundidad de 0,5m
4 Tubo PVC M–40
5 Conector ampact o grapa
6 Pica de acero cobreado de 2m ø14,6 mm
7 Cinta protección anticorrusiva

* 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.

COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://coitiaragon.e-visado.net/ValidarCSV.aspx?CSV=CSJH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO Nº5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: SE

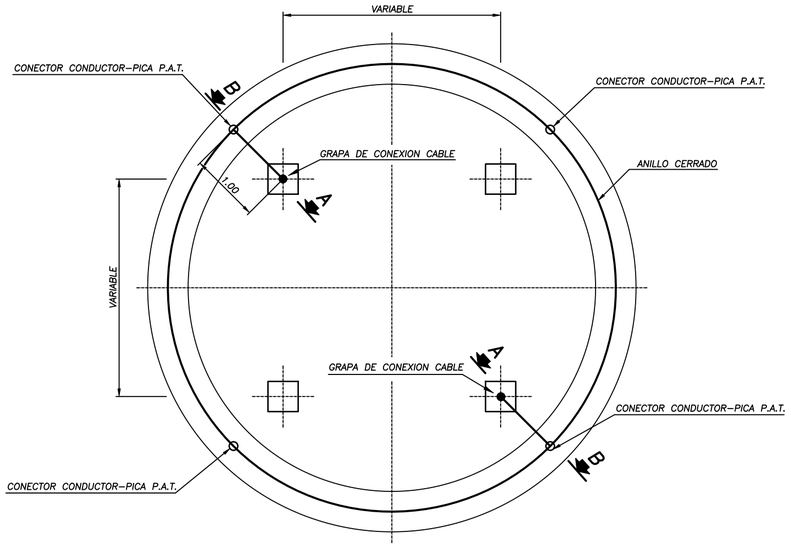
PLANO: RED TIERRA APOYOS

PLANO: 09

HOJA: 01 de 02

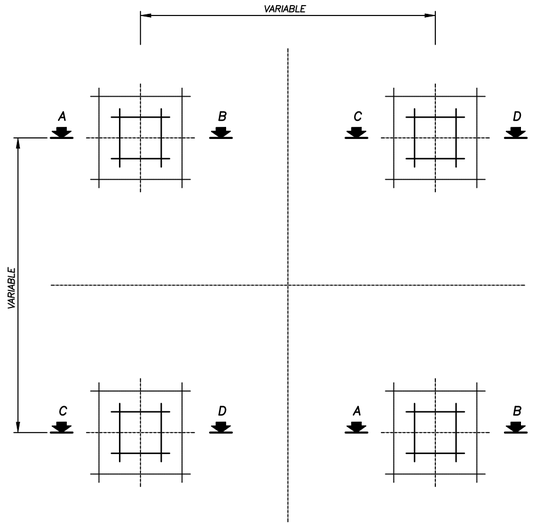
CIMENTACION ZONA TRANSITADA

PLANTA APOYO

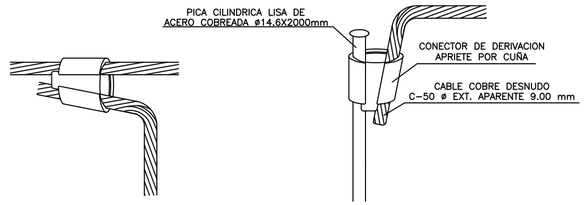


CIMENTACION ZONA NO TRANSITADA

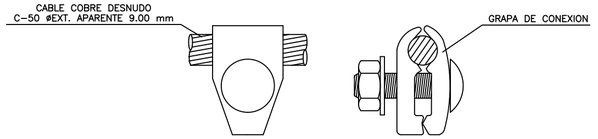
PLANTA APOYO



CONECTORES PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



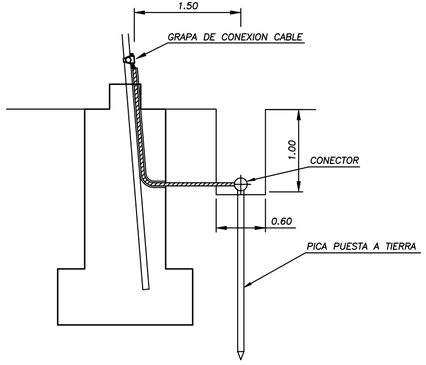
GRAPA CONEXION CABLE DE TIERRA A APOYO



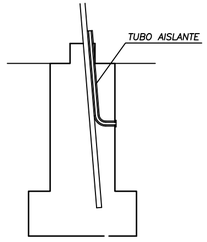
MATERIALES

VARILLA Cu 8 mm ø
CABLE Cu 50 mm
TUBO PVC RIGIDO

SECCION A – B

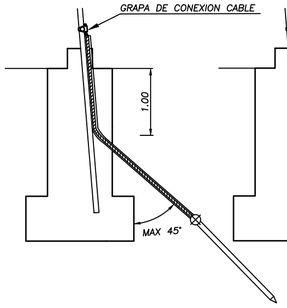


SECCION C – D

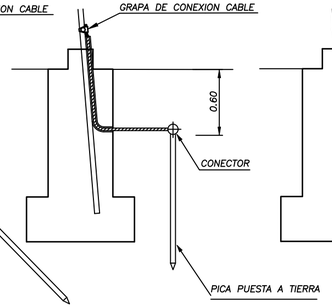


SECCION A – B

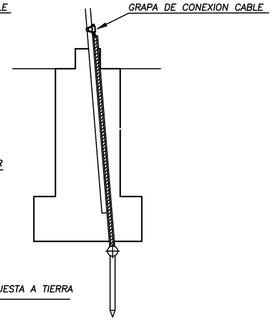
TIPO 1



TIPO 2



TIPO 3



COGITIAR
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE ARAGÓN
VISADO : VIZA256740
http://colitiaragon.e-visado.net/validarCSV.aspx?CSV=C5JH3TMWVUXMWEQL
21/8 2025
Habilitación Profesional
Coleg. 5516 (al servicio de la empresa)
ESPINOSA FERNANDEZ, SERGIO

MAGISTER INGENIERÍA

El Ingeniero T. Industrial al servicio de la empresa MAGISTER INSIGHTS, S.L.

D.SERGIO ESPINOSA FERNANDEZ
COLEGIADO N°5.516 C.O.G.I.T.I.A.R.

PROYECTO DE:
VARIANTE LÍNEA AÉREO SUBTERRÁNEA A.T. 45KV SET "ORTILLES" – SET "PLAZA" (PROVINCIA ZARAGOZA)

FECHA: AGO/2025

ESCALA: SE

PLANO: RED TIERRA APOYOS

PLANO: 09

HOJA: 02 de 02