

MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP

Nº EXP: 09.322-0380/2111

ANEJO Nº 14. PROYECTO DE LÍNEA ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN

ÍNDICE

1. GENERALIDADES	5	4.3 Empalmes y Conectores	14
1.1 Objeto del Anejo	5	4.4 Sistemas de Protección.....	15
1.2 Finalidad de las Instalaciones.....	5	5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	15
1.3 Peticionario y Titular	5	5.1 Obra Civil	15
1.4 Compañía Eléctrica Distribuidora.....	5	5.2 Instalaciones Eléctricas	17
1.5 Emplazamiento de las Instalaciones	5	5.3 Red de tierras	18
1.6 Autores del Proyecto	5	5.4 Instalaciones secundarias	19
1.7 Reglamentación y Disposiciones Vigentes	5	5.5 Baterías de Condensadores	19
2. INSTALACIONES PROYECTADAS	6	5.6 Medidas de Seguridad	19
2.1 Alcance	6	5.7 Medida de la Energía Eléctrica	19
2.2 Previsión de Potencia y Potencia Instalada en kVA	6	6. ANÁLISIS AMBIENTAL	20
2.3 Descripción de las Instalaciones	6	7. ÍNDICE DE DOCUMENTACIÓN DEL ANEJO.....	20
2.4 Líneas Aéreas Eléctricas Existentes en la Zona	6	APÉNDICE 1. CONDICIONES DE SUMINISTRO DE ENDESA	21
2.5 Entronque con la Red Exterior.....	6	APÉNDICE 2. REPLANTEO DE LA LAMT. COORDENADAS UTM.....	29
2.6 Características de la Red y Parámetros de Diseño de las Instalaciones	6	APÉNDICE 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	33
3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	7	APÉNDICE 4. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	41
3.1 Características generales	7	APÉNDICE 5. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	67
3.2 Descripción	7	APÉNDICE 6. FIGURAS AMBIENTALES	79
3.3 Apoyos.....	7	APÉNDICE 7. PLANOS.....	83
3.4 Conductores.....	8		
3.5 Cadenas de Aisladores	9		
3.6 Crucetas	9		
3.7 Apoyos.....	9		
3.8 Elementos del sistema de puesta a tierra y condiciones de montaje	10		
3.9 Cimentaciones	10		
3.10 Entronques.....	10		
3.11 Protección de la Avifauna.....	10		
3.12 Distancias Mínimas de Seguridad. Cruzamientos y paralelismos	11		
3.12.1 Parcelas Afectadas	13		
4. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN: ACOMETIDA AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .	14		
4.1 Características de la Línea Subterránea	14		
4.2 Trazado de la Red	14		

1. GENERALIDADES

1.1 Objeto del Anejo

El objeto del presente Anejo es especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas a las que habrán de ajustarse las **infraestructuras eléctricas en alta tensión para suministro a la nueva Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) en Huesca.**

Las obras comprenden una **línea aérea de media tensión particular y un centro de transformación de cliente.**

Se expondrá ante el Servicio Provincial de Industria del Gobierno de Aragón que dichas instalaciones reúnen las condiciones mínimas exigidas por las reglamentaciones vigentes, con el fin de obtener las autorizaciones pertinentes, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha instalación.

1.2 Finalidad de las Instalaciones

La finalidad de las instalaciones recogidas en el presente Proyecto es suministrar energía eléctrica en alta tensión a las instalaciones e infraestructuras de la futura Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) en el municipio de Huesca.

Las nuevas infraestructuras serán propiedad del promotor de las mismas, excepto la conexión a la línea aérea de Endesa, que serán de la Cñia eléctrica.

1.3 Peticionario y Titular

Aguas de las Cuencas de España, S. A. (ACUAES)

Sede Social:

Calle Agustín de Betancourt, 25- 4ª planta. 28003. Madrid

Delegación Zaragoza:

Andador Publio Cordón Munilla, 1 C.P. 50012. Zaragoza

1.4 Compañía Eléctrica Distribuidora

La compañía distribuidora de energía eléctrica de la zona es EDISTRIBUCIÓN Redes S.L.U. anteriormente denominada Endesa Distribución Eléctrica S.L.U.

Previa a la puesta en servicio de las instalaciones, se cederá a EDISTRIBUCIÓN el primer vano de la línea aérea de media tensión, hasta el seccionamiento.

1.5 Emplazamiento de las Instalaciones

Las actuaciones se van a llevar a cabo íntegramente en el municipio de Huesca, al Norte de la N-240.

El centro de transformación se situará en el interior de la parcela vallada de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP). en el municipio de Huesca, a ubicar en el Polígono nº 3, parcela 134, 22006 Huesca.

1.6 Autores del Proyecto

Autores: Pedro J. Rivas Salvador / Néstor Nájera Canal

Título: Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos / Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Colegiado Nº: 16.602 / 22.708

Al servicio de la empresa: UTE ABASTECIMIENTO HUESCA (TYPESA – NOLTER)

Dirección: C/ Allué Salvador Nº5, 50002 Zaragoza

1.7 Reglamentación y Disposiciones Vigentes

El presente Proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras, dando con ello cumplimiento a la siguiente normativa y disposiciones:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo (BOE Nº 139 de 9 de Junio de 2014).
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas ITC-LAT (R.D. 223/2008 de 15 de febrero 2008 publicado en BOE el 19 de marzo de 2008).
- Reglamento Electrotécnico para la Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto (BOE Nº 224 de 18 de Septiembre de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares de ENDESA.
- Reglamento Unificado de Puntos de Medida aprobado por Real Decreto 1110/207 de 24 de agosto.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ordenanza General de Higiene y Seguridad en el Trabajo (B.O.E. 16-3-71)

2. INSTALACIONES PROYECTADAS

2.1 Alcance

Este proyecto consta de las siguientes instalaciones:

- Línea aérea de media tensión particular, derivada de una línea aérea propiedad de Endesa.
- Acometida subterránea de media tensión para la alimentación del nuevo centro de transformación.
- Centro de transformación de cliente en edificio prefabricado de hormigón,.

2.2 Previsión de Potencia y Potencia Instalada en kVA

La previsión de potencia eléctrica total demandada por los receptores de la nueva ETAP es la siguiente:

Potencia total simultánea instalada en receptores en Baja Tensión (previsión): 550 kW

Considerando un factor de potencia de 0,9, se obtiene una potencia aparente necesaria en C.T. de:

Potencia prevista en Centro de Transformación: 611 kVA

Por tanto, para suministrar la potencia demandada por la ETAP, se propone un centro de transformación de de 630 kVA.

2.3 Descripción de las Instalaciones

La alimentación de energía eléctrica de las infraestructuras de la nueva ETAP, según las condiciones de Suministro de la Compañía Distribuidora Endesa, se realizará en media tensión desde la línea aérea de 15 kV "FORNILLOS", propiedad de Endesa, que transcurre al Oeste de la futura ETAP con un trazado de Sur a Norte..

El punto de conexión con la citada red, según las condiciones de Suministro de la Compañía Distribuidora, se realizará mediante derivación con seccionamiento en el apoyo TM-14 perteneciente Endesa. Las conexiones serán ejecutadas por Endesa.

Previa a la puesta en servicio de las instalaciones, se cederá a Endesa el primer vano de la línea aérea de media tensión, hasta el seccionamiento. El primer apoyo de la nueva LAMT será el primer elemento de propiedad de la ETAP.

La nueva LAMT será particular (de abonado, no de Endesa) y alimentará el nuevo centro de transformación a ejecutar.

El nuevo centro de transformación se ubicará en la parcela de la ETAP, según se refleja en planos.

A partir del interruptor general partirá la derivación individual que alimentarán el cuadro general eléctrico de la ETAP.

Las nuevas infraestructuras eléctricas, a excepción del primer vano de la LAMT, serán propiedad del promotor de las mismas, el cual se hará cargo de su mantenimiento.

2.4 Líneas Aéreas Eléctricas Existentes en la Zona

Próxima a la parcela donde se construirá la nueva ETAP, existe una línea aérea de 15 kV propiedad de Endesa, denominada "FORNILLOS" que discurre del Noroeste al Sureste cruzando la N-240, según se muestra en planos.

2.5 Entronque con la Red Exterior

La conexión con la red de Endesa se realizará en la línea aérea existente en la zona más próxima a la ETAP, llamada "FORNILLOS", a 15 kV, en el apoyo denominado TM-14 propiedad de Endesa. Las coordenadas UTM de dicho apoyo son: 30, 714.280,57, 4.670.996,94

La instalación particular o de abonado quedará en punta. Las condiciones de suministro se adjuntan en el *Apéndice nº 1*.

2.6 Características de la Red y Parámetros de Diseño de las Instalaciones

Las principales características de la red y datos básicos a tener en cuenta para la selección de materiales y cálculo de las instalaciones son:

CARACTERÍSTICAS DE LA RED	
Categoría de línea	3ª categoría
Frecuencia de red	50 Hz
Tensión nominal de servicio	15 kV
Tensión más elevada para el material (Um)	24 kV
Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV
Potencia máxima de cortocircuito de diseño	519,62 MVA
Potencia de cortocircuito mínima	77,6 MVA

Estos datos han sido proporcionados por la compañía Endesa.

3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

3.1 Características generales

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AEREA DE MEDIA TENSIÓN	
Número de vanos	8
Longitud de vanos	Ver definición en planos
Longitud total	1.050 m
Apoyos metálicos	C-500-14, C-500-16, C-500-18, C-1000-12, C-2000-10, C-2000-14
Aisladores	De vidrio templado y poliméricos
Cadenas	De amarre con aisladores poliméricos C3670EBAV_AR y de suspensión con aisladores U70BS, y herrajes de acero normalizados.
Cable	LA-56
Nº de conductores por fase	1
Número de circuitos	1
Emplazamiento	Zona B (altitud entre 500 y 1.000 m sobre el nivel del mar)
Tensión de la línea	15 kV
Categoría	3ª, según artículo nº3, del R.L.A.T.

3.2 Descripción

Se instalará una nueva línea aérea de media tensión para la alimentación eléctrica de la nueva ETAP. Dicha línea tendrá su origen en el apoyo TM-14 de la línea Aérea de Media Tensión "FORNILLOS", propiedad de Endesa, donde se realizará el entronque en vano flojo hasta el primer apoyo de la LAMT (A1). En este apoyo nº1 (A1) se colocarán las protecciones correspondientes (seccionamiento y fusibles). La línea aérea finalizará en el apoyo nº 8 (A8) en el que se realizará una conversión aéreo-subterránea. A partir del apoyo nº 8, la línea discurrirá enterrada hasta el nuevo centro de transformación.

La línea proyectada será propiedad del promotor de las instalaciones y discurrirá de manera que su trazado afecte lo menos posible a las zonas de cultivo de la zona.

La línea aérea en proyecto será de simple circuito.

La conexión a la línea de Endesa será realizada por esta Compañía eléctrica. Constará, según Condiciones de Suministro, de la sustitución del apoyo existente por una nueva torre metálica en la que se realizará la derivación a la nueva línea de abonado.

El mayor vano de la LAMT tiene una longitud de 222,56 m.

Existe un cruzamiento con un camino agrícola entre los apoyos 3 y 4, para el cual no es necesario adoptar ninguna disposición especial según la ITC-LAT 07, puesto que la línea en dicho punto tiene mayor altura a la distancia de altura mínima reglamentaria.

La línea discurre según se indica en planos.

3.3 Apoyos

La tensión de las redes de Endesa en el entorno es de 15 kV, por lo que toda la aparamenta deberá soportar esta tensión.

Apoyo nº 0 – existente (Entronque).

Es el apoyo existente de la línea aérea denominada "FORNILLOS", de ENDESA correspondiente a las coordenadas UTM Huso 30; X: 717.582,893 m; Y: 4.709.836,750 m. En este apoyo Endesa realizará el entronque o derivación de la nueva línea.

Apoyo nº 1 (A1): C - 2000 - 14 (Principio de línea)

Este apoyo será de principio de línea. En él se realizará el entronque en vano destensado con el apoyo nº 0.

- Esfuerzo en punta: 2000 Kg.
- Cruceta montaje 0 atirantada: a=1,75 m.
- Altura: 14 m.

En él se colocarán:

- 3 Interruptores/Seccionadores unipolares de apertura en carga, para exterior de intensidad asignada 400 A, con sus respectivos herrajes de fijación y maniobras tipo estribo.
- 3 Fusibles de alto poder de ruptura tipo XS
- 3 Autoválvulas pararrayos de tensión de cebado 21 kV e intensidad de descarga 10 kA.

Apoyo nº 2 (A2): C - 500 - 14 (Alineación Suspensión)

- Esfuerzo en punta: 500 Kg.
- Cruceta tipo bóveda normal: a=2 m.
- Altura: 14 m.

Apoyo nº 3 (A3): C - 1000 - 12 (Ángulo Amarre)

- Esfuerzo en punta: 1.000 Kg.
- Cruceta tipo bóveda recta: a=2 m.
- Altura: 12 m.
- En lo que hace referencia el RLAT a coeficientes de seguridad, sistemas de instalación y distancias de seguridad, se tiene en cuenta en cuenta:
 - Cruzamiento con carretera no estatal. Altura mínima 7 m.
 - Altura del poste: 12 m.

- Altura de la línea sobre el camino: 11,64 m.

Apoyo nº 4 (A4): C - 500 - 16 (Alineación Suspensión)

- Esfuerzo en punta: 500 Kg.
- Cruceta tipo bóveda normal: a=2,5 m.
- Altura: 16 m.

Apoyo nº 5 (A5): C - 500 - 18 (Alineación Suspensión)

- Esfuerzo en punta: 500 Kg.
- Cruceta tipo bóveda normal: a=2,5 m.
- Altura: 18 m.

Apoyo nº 6 (A6): C - 500 - 14 (Alineación Suspensión)

- Esfuerzo en punta: 500 Kg.
- Cruceta tipo bóveda normal: a=2 m.
- Altura: 14 m.

Apoyo nº 7 (A7): C - 2000 - 14 (Ángulo Amarre)

- Esfuerzo en punta: 2.000 Kg.
- Cruceta tipo bóveda recta: a=2 m.
- Altura: 14 m.

Apoyo nº 8 (A8): C - 2000 - 10 (Fin de línea: seccionamiento)

- Esfuerzo en punta: 2.000 Kg.
- Cruceta montaje 0 atirantada: a=1,5m.
- Altura: 10 m.

Este apoyo será de fin de línea. En él se realizará la conversión aéreo-subterránea.

En él se colocarán:

- 3 Interruptores/Seccionadores unipolares de apertura en carga, para exterior de intensidad asignada 400A, con sus respectivos herrajes de fijación y maniobras tipo estribo.
- 3 Autoválvulas pararrayos de tensión de cebado 21 kV e intensidad de descarga 10 kA.

3.4 Conductores

Para la línea aérea se utilizarán conductores de aluminio y acero, denominación LA-56, según las condiciones de suministro de e-distribución (Endesa), cuyas características son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE LA LAMT			
Denominación U.N.E.		LA-56	
Sección	Aluminio (mm ²)	46,7	
Transversal	Acero (mm ²)	7,79	
	Total (mm ²)	54,65	
Composición	Aluminio	Nº alambres	6
		Diámetro (mm)	3,15
	Acero	Nº alambres	1
		Diámetro (mm)	3,15
Diámetro	Núcleo acero (mm)	3,15	
	Cable completo (mm)	9,45	
Carga rotura (daN)		1640	
Resistencia eléctrica a 20° C (Ω/km)		0,614	
Masa (kg/m)		0,1891	
Peso (daN/m)		0,186	
Modulo elasticidad teórico (daN/mm ²)		7900	
Coefficiente dilatación lineal (°Cx10 ⁻⁶)		19,1	
Intensidad máxima permanente (A)		179	
Tensión máxima (daN)		546	
Coefficiente seguridad del conductor		3	

3.5 Cadenas de Aisladores

Se utilizarán cadenas de aisladores en suspensión de vidrio o cerámicos o poliméricos. Serán aisladores tipo U7OBS para las cadenas en suspensión y C3670EBAV_AR para las de amarre.

Las características principales de los aisladores U7OBS son:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CADENAS DE AISLADORES U7OBS	
Material	Vidrio
Recubrimiento	Continuo silicona tipo HTV, nivel hidrófugo HC1
Carga Mecánica	70 kN
Diámetro nominal máx. aislante	255 mm
Paso nominal	127 mm
Línea de Fuga	310 mm
Diámetro del vástago	16 mm

Las cadenas de aislamiento de suspensión están formadas por los siguientes elementos:

- 1 Grillete recto, GN 16 S
- 1 Anilla de bola, AB-16
- 3 Aislador, U7OBS
- 1 Alojamiento de rótula protección. R16/17P
- 1 Grapa de suspensión GS-1

La longitud total de la cadena de aislamiento de suspensión es $L = 636$ mm. La distancia alcanzada entre la zona de posada y el conductor es de 780 mm. Se aislará un metro a cada lado del conductor desde el punto de enganche, con cinta OLIT-M.

Las características principales de los aisladores poliméricos C3670EBAV_AR son:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CADENAS DE AISLADORES C3670EBAV_AR	
Material	Resina Epoxy reforzada con Fibra de Vidrio
Recubrimiento	Continuo de silicona tipo HTV, nivel hidrófugo HC1
Carga Mecánica	70 kN
Línea de Fuga	1350 mm
Diámetro del vástago	16 mm

Las cadenas de aislamiento de amarre están formadas por los siguientes elementos:

- 1 Grillete recto, GN 16 S
- 1 Aislador polimérico, C3670EBAV_AR
- 1 Alojamiento de rótula protección. R16/17P
- 1 Grapa de amarre GA-2

La longitud total de la cadena de aislamiento de amarre es $L = 1275$ mm y se garantiza una distancia de seguridad de 1 m.

3.6 Crucetas

Las crucetas utilizadas serán:

1. Para los apoyos de principio y fin de línea, las crucetas serán planas de montaje 0 atirantadas.
2. Para el resto de apoyos serán crucetas tipo bóveda, recta en los apoyos en ángulo y normal en los apoyos de alineación, para aumentar en este último caso la distancia de seguridad del conductor central con la parte superior del apoyo, tal y como se muestra en planos.

3.7 Apoyos

Todos los apoyos dispondrán de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 m.

Los apoyos seleccionados son:

APOYOS SELECCIONADOS				
		Tipo	H _T (m)	H _P (m)
Apoyo 1	Fin de línea	C-2000	14	12,05
Apoyo 2	Alineación suspensión	C-500	14	12,65
Apoyo 3	Angulo amarre	C-1000	12	10,45
Apoyo 4	Alineación suspensión	C-500	16	14,60
Apoyo 5	Alineación suspensión	C-500	18	16,60
Apoyo 6	Alineación suspensión	C-500	14	12,65
Apoyo 7	Angulo amarre	C-2000	14	12,05
Apoyo 8	Fin de línea	C-2000	10	8,15

H_T= Altura del poste

H_P= Altura libre sobre el terreno hasta la punta

3.8 Elementos del sistema de puesta a tierra y condiciones de montaje

El sistema de puesta a tierra estará constituido en cada apoyo por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos 12 y 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. En los apoyos de principio y fin de línea se unirán a las tomas de tierra de los pararrayos autoválvulas y de los herrajes metálicos. Se realizará según recomendaciones UNESA.

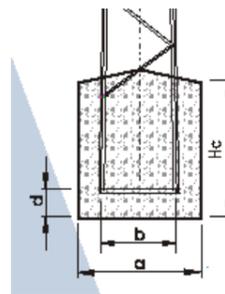
Se realizará mediante electrodos de difusión. Se dispondrá tantos electrodos como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 Ω.

Estarán conectados entre sí, y al apoyo mediante cable desnudo de Cu de 50 mm² y grapas de acero inoxidable.

Las picas serán de tipo acero-cobreado de 2 m. de longitud y 14,6 mm de diámetro, con una separación mínima de 3 m.

3.9 Cimentaciones

Las cimentaciones podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado o acero. En las cimentaciones de hormigón se cuidará su protección en el caso de suelo o aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.



CIMENTACIONES		A (m)	Hc (m)	d (m)	Excavación pozo (m ³)	Hormigón (m ³)
Apoyo 1	Fin de línea	1,3	2,15	0,2	3,63	4,11
Apoyo 2	Alineación suspensión	1,28	1,55	0,2	2,54	3,00
Apoyo 3	Angulo amarre	1,26	1,75	0,2	2,78	3,23
Apoyo 4	Alineación suspensión	1,41	1,60	0,2	3,18	3,74
Apoyo 5	Alineación suspensión	1,51	1,60	0,2	3,65	4,29
Apoyo 6	Alineación suspensión	1,28	1,55	0,2	2,54	3,00
Apoyo 7	Angulo amarre	1,30	2,15	0,2	3,63	4,11
Apoyo 8	Fin de línea	1,07	2,05	0,2	2,35	2,67

3.10 Entronques

Se realizará la conversión aéreo-aéreo en el principio de la línea aérea con vano destensado de 20 m, desde el Apoyo nº1 hasta apoyo de entronque denominado TM-14 perteneciente a la línea aérea denominada "FORNILLOS", propiedad de endesa de ENDESA, LA-56 de 15 kV. Endesa realizará el empalme con dicha línea existente.

Se realizará la conversión aéreo-subterráneas en el final de la línea aérea, (Apoyo nº 8), con la línea subterránea que irá hasta el centro de de transformación.

Tanto en el principio de la línea (Apoyo nº 1) como en el final de la misma (Apoyo nº 8) dispondremos igualmente de seccionador tripolar y autoválvulas pararrayos, para la protección de la línea de evacuación.

3.11 Protección de la Avifauna

En cumplimiento de las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna (B.O.A., Decreto 34/2.005, así como normativa nacional RD 1432/2008)

Independientemente de las disposiciones de carácter autonómico, en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos, que estén situadas en Zonas de protección, se adoptarán medidas anti-electrocución y anticollisión, con el fin de proteger a la avifauna.

La zona afectada por la línea no se encuentra en zona clasificada como ZEPA o LIC, pero si se encuentra en el ámbito de protección del Gypaetus Barbatius (Quebrantahuesos), y por tanto se tomarán todas las medidas necesarias para evitar o reducir los riesgos de electrocución, colisión y anidamiento.

- Protección contra la Electrocción

En las líneas eléctricas de alta tensión de 2ª y 3ª categoría que tengan o se construyan con conductores desnudos, a menos que en los supuestos c) y d) tengan crucetas o apoyos de material aislante o tengan instalados disuasores de posada cuya eficacia esté reconocida por el órgano competente de la comunidad autónoma, se aplicarán las siguientes prescripciones:

a) Las líneas se han de construir con cadenas de aisladores, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida.

b) Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores de distribución, de derivación, anclaje, amarre, especiales, ángulo, fin de línea, se diseñarán de forma que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos. En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.

c) La distancia entre conductores no aislados será superior a 1,5 m.

d) En los apoyos de alineación la distancia de seguridad entre cada conductor y las zonas de posada sobre las crucetas o la cabecera del apoyo está por encima de 700 mm.

En cualquier caso, se dispondrán disuasores de posada de aves en todos los apoyos.

Las cadenas de aislamiento de suspensión están formadas por 3 aisladores U70BS y sus correspondientes cartelas, horquillas y rótulas, de forma que se garantiza una distancia de seguridad para las aves de 700 mm. Estarán formadas por los siguientes elementos:

- 1 Grillete recto, GN 16 S
- 1 Anilla de bola, AB-16
- 3 Aislador, U70BS
- 1 Alojamiento de rótula protección. R16/17P
- 1 Grapa de suspensión GS-1

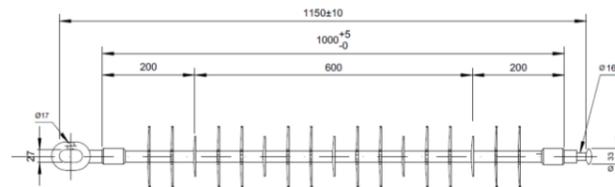
La longitud total de la cadena de aislamiento de suspensión es $L = 636$ mm. La distancia alcanzada entre la zona de posada y el conductor es de 780 mm. Se aislará un metro a cada lado del conductor desde el punto de enganche, con cinta OLIT-M.

e) Para las crucetas tipo bóveda la distancia entre la base de la bóveda (cabeza del poste) y el conductor central no será inferior a 0,88 m, o se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche. Para ello en el apoyo nº 3 y 6 de alineación con cadenas de aislamiento de suspensión se utilizarán crucetas de bóveda normal para cumplir con esta distancia, tal y como se puede ver en planos. El resto de apoyos intermedios con crucetas de bóveda recta con cadenas de aislamiento en amarre, se cumple esta distancia. Si fuera necesario se aislará parte del conductor con cinta OLIT-M.

f) En todos los apoyos con cadenas de aisladores de amarre poliméricos se supera la distancia mínima de 700 mm entre la zona de posada y el punto más próximo en tensión.

Las cadenas de aislamiento de amarre están formadas por 1 aislador polimérico tipo C3670EBAV_AR y sus correspondientes cartelas, horquillas y rótulas. Estarán formadas por los siguientes elementos:

- 1 Grillete recto, GN 16 S
- 1 Aislador, C3670EBAV_AR
- 1 Alojamiento de rótula protección. R16/17P
- 1 Grapa de amarre GA-2



La longitud total de la cadena de aislamiento de amarre es $L = 1.275$ mm, y se garantiza una distancia de seguridad de 1 m.

g) En los apoyos de fin de línea y principio de línea todos los latiguillos y puentes de conexión entre los conductores y los diferentes elementos de protección de cada fase serán cables aislados con polietileno reticulado (XLPE).

h) Para evitar el anidamiento de las cigüeñas sobre las crucetas de los apoyos se utilizarán elementos antiposada tipo paraguas, en todos los apoyos.

- **Protección contra la Colisión**

Se instalarán salvapájaros o señalizadores visuales en toda la línea aérea y se colocarán directamente sobre los conductores.

Se utilizarán 2 tiras neopreno en X de 5x35 cm, y se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 m entre señales contiguas en un mismo conductor.

3.12 Distancias Mínimas de Seguridad. Cruzamientos y paralelismos

Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

A efectos de aplicación en las distancias mínimas de seguridad, D_{el} es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra, y D_{pp} es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase. Sus valores están indicados en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
24	0.22	0.25

Distancias al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda o vereda a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (metros)}$$

Con una distancia mínima de 6 metros, en el caso de una línea de 15 kV.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercanas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros.

Por lo tanto, puesto que la línea discurre por explotaciones agrícolas su altura mínima a suelo será de 7 m.

Distancias a otras líneas eléctricas aéreas.

Cruzamientos

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión, la que se instale con posterioridad.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (metros)}$$

Con un mínimo de 5 metros para las líneas de tensión de hasta 220kV.

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

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

A la distancia de aislamiento adicional D_{add} , se le aplicarán los valores indicados en la tabla 17 de la ITC-LAT 07. Las distancias D_{pp} son las indicadas en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

Paso por Zonas

En general se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados estos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir sometidos a la acción de su propio peso y a una sobrecarga de viento, para una velocidad de viento de 120 km/h y una temperatura de 15°C.

Se cumplirá además el RD 1955/2000 en lo referente a la servidumbre de paso.

Vano	Longitud (m)	Desviación horizontal viento
1-2	167,89	4,84 m a 83,9 m del apoyo nº1
2-3	172,32	5,10 m a 86,10 m del apoyo nº 2
3-4	108,68	2,03 m a 54,34 m del apoyo nº 3
4-5	222,56	8,52 m a 111,30 m del apoyo nº 4
5-6	121,76	2,55 m a 60,90 m a del apoyo nº 5
6-7	187,35	6,03 m a 93.7 m del apoyo nº 6
7-8	69,41	0,93 m a 34.7 m del apoyo nº 7

Bosque, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de los árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (metros)}$$

con un mínimo de 2 metros.

La línea de proyecto de 15 kV no supera dicha distancia mínima.

El responsable de la explotación de la línea está obligado a garantizar las distancias de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Además, deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea.

3.12.1 Parcelas Afectadas

La línea aérea discurrirá por terrenos del término municipal de Huesca.

Según se indica en el plano nº6 las parcelas afectadas por el paso de la línea aérea son:

Término Municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afección	Superficie afectada (m2)
HUESCA	3	36	-	Ocupación definitiva	25,00
HUESCA	3	36	-	Servidumbre de paso aérea	337,33
HUESCA	3	36	-	Servidumbre de paso	681,11
HUESCA	3	36	-	Ocupación temporal	462,12
HUESCA	3	9011	-	Servidumbre de paso	566,08
HUESCA	3	202	-	Servidumbre de paso aérea	817,15
HUESCA	3	202	-	Ocupación temporal	456,00
HUESCA	3	38	-	Servidumbre de paso aérea	567,20
HUESCA	3	38	-	Ocupación temporal	400,75
HUESCA	3	51	-	Servidumbre de paso aérea	595,93
HUESCA	3	51	-	Ocupación definitiva	25,00
HUESCA	3	51	-	Ocupación temporal	600,28
HUESCA	3	50	-	Servidumbre de paso aérea	1388,95
HUESCA	3	50	-	Ocupación temporal	948,29
HUESCA	3	50	-	Ocupación definitiva	18,99
HUESCA	3	49	-	Servidumbre de paso aérea	17,86
HUESCA	3	49	-	Ocupación temporal	66,32
HUESCA	3	49	-	Ocupación definitiva	6,01
HUESCA	3	9006	-	Servidumbre de paso aérea	85,29
HUESCA	3	9006	-	Ocupación temporal	145,39

Término Municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afección	Superficie afectada (m2)
HUESCA	3	48	-	Servidumbre de paso aérea	648,16
HUESCA	3	48	-	Ocupación temporal	680,54
HUESCA	3	66	-	Servidumbre de paso aérea	17,48
HUESCA	3	66	-	Ocupación temporal	50,55
HUESCA	3	67	a	Servidumbre de paso aérea	3877,45
HUESCA	3	67	a	Ocupación definitiva	46,60
HUESCA	3	67	a	Ocupación temporal	2110,03
HUESCA	3	67	b	Servidumbre de paso aérea	57,87
HUESCA	3	67	b	Ocupación temporal	27,50
HUESCA	3	69	-	Servidumbre de paso aérea	953,80
HUESCA	3	69	-	Ocupación definitiva	3,40
HUESCA	3	69	-	Ocupación temporal	1003,81
HUESCA	3	154	-	Servidumbre de paso aérea	1833,80
HUESCA	3	154	-	Ocupación definitiva	25,00
HUESCA	3	154	-	Ocupación temporal	1166,28
HUESCA	3	135	a	Servidumbre de paso aérea	859,17
HUESCA	3	135	a	Ocupación definitiva	25,00
HUESCA	3	135	a	Ocupación temporal	951,92
HUESCA	3	134	a	Ocupación definitiva de todas la parcela debido a la construcción de la ETAP	

4. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN: ACOMETIDA AL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.1 Características de la Línea Subterránea

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, de frecuencia 50 Hz. Se utilizará un conductor formado por tres cables unipolares de aluminio tipo UNE RHZ1, con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE), de nivel de aislamiento 12/20 kV, y sección 95 mm², con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	
Conductor	Aluminio
Sección	95 mm ²
Aislamiento	12/20 kV
Intensidad admisible permanente cables unipolares directamente enterrados Profundidad 1m, resist. terreno 1,5°K.m/W, T ^a máx. terreno 25 °C (I _{max})	205 A
Intensidad admisible permanente instalación enterrada bajo tubo Profundidad 1m, resist. terreno 1,5 °K.m/W, T ^a máx. terreno 25 °C (I _{max})	190 A
Intensidad admisible permanente instalación al aire, 40 °C (I _{max})	255 A
Resistencia eléctrica a temp. 20 °C (R)	0,403 Ohm/km
Reactancia inductiva (X)	0,120 Ohm/km
Intensidad Nominal (I _n)	17,11 A
Longitud total de la línea (L)	15 m
Categoría de la red	A
Tensión nominal (U _{0/U})	12/20 kV
Tensión nominal de uso	15 kV
Tensión más elevada para el material (U _m)	24 kV
Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo	125 kV
Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	50 kV

4.2 Trazado de la Red

En el Apoyo nº8 (A8) de la LAMT se realizará la conversión aéreo-subterránea a partir del cual la línea de alimentación del C.T. pasará a ser enterrada. El recorrido total de la línea subterránea es de 15 metros en línea recta.

Canalizaciones

La instalación irá enterrada, y las canalizaciones sobre la que se tenderá serán de dos tipos: zanjas bajo aceras y zanjas en cruce de calzada.

En **bajo aceras o terreno natural**, el cable irá bajo tubo rígido de polietileno de doble pared, corrugado exteriormente y liso interiormente, de 160 mm de diámetro exterior, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en una zanja de 0,60 m de ancho y 1,20 m. de profundidad mínima. **La profundidad de la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m (s/RLAT).**

En el fondo de la zanja y en toda su extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Encima se situará otra capa de arena o tierra cribada de 30 cm de espesor y sobre ésta una protección mecánica con placas cubrecables y una cinta señalizadora.

La profundidad de la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,8 m (s/RLAT). La generatriz inferior del tubo no estará por debajo de 50 mm del fondo de la zanja. En cada uno de los tubos no se instalará más de un circuito y se dejarán tubos de reserva.

En ambos casos, encima del asiento de los tubos se colocará un multitubo para cables de control, con designación MTT 4x40. Se instalarán mediante un conjunto de abrazadera/soporte/brida.

El relleno final de las zanjas será a base de tierras procedentes de la propia excavación, seleccionadas y compactadas mecánicamente por tongadas de un espesor máximo de 15 cm, debiéndose alcanzar una densidad mínima del 98% del Proctor modificado.

Para advertir de la existencia del cable eléctrico se colocará una cinta de señalización de las características indicadas en la RU 0205, como mínimo a 40 cm. por encima de la protección mecánica.

Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los cables. Las canalizaciones tubulares deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

4.3 Empalmes y Conectores

Los empalmes y conexiones serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Asimismo, deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que pueda originar el terreno.

Se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante y Normas Endesa.

4.4 Sistemas de Protección

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

En la entrada al Centro de Transformación se dispondrán seccionadores-interruptores y cuchillas de puesta a tierra enclavados mecánicamente con los seccionadores de la celda de línea.

5. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El centro de transformación estará situado dentro de la parcela de la ETAP junto a la entrada en una caseta prefabricada independiente. Contendrá un transformador de potencia de 630 kVA, así como toda la aparatada de alta y baja tensión necesarias.

La caseta prefabricada será de hormigón, modelo EHC-3T1D con dos puertas de acceso peatonal. La resistencia al fuego del edificio será de 240 minutos (RF 240).

5.1 Obra Civil

Tipo de edificio

El centro de transformación será de tipo de superficie por sus ventajas de acceso y sustitución de maquinaria. Será de interior en caseta independiente destinada únicamente a este fin, y será prefabricado de hormigón compacto de estructura monobloque.

La capacidad del edificio será para una unidad transformadora y espacio apropiado para el aparellaje necesario en Media y Baja Tensión.

El centro se divide en dos zonas: zona de la aparatada de alta tensión y zona del transformador, separada por una malla metálica interior.

Características constructivas

La caseta será de prefabricada de hormigón con dos puertas de acceso: una para uso peatonal y la otra para poder sacar el transformador. La resistencia al fuego del edificio será de 240 minutos (RF 240).

Las dimensiones del edificio son:

Edificio prefabricado de hormigón EHC-3T1D		
Dimensiones exteriores	Longitud (mm)	3.760
	Anchura (mm)	2.500
	Altura total (mm)	3.300
	Altura vista (mm)	2.770
	Profundidad (mm)	530
Dimensiones interiores	Longitud (mm)	3.420
	Anchura (mm)	2.240
	Altura (mm)	2.535

Edificio prefabricado de hormigón EHC-3T1D		
Dimensiones excavación	Longitud (mm)	4.600
	Anchura (mm)	3.500
	Profundidad (mm)	680

El edificio prefabricado se colocará sobre un lecho de arena lavada de 15 cm de espesor.

El edificio prefabricado estará constituido de los elementos siguientes:

- Material

El material empleado en la fabricación será hormigón armado con resistencia característica superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación.

- Equipotencialidad

Estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial, para lo cual se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0.30 x 0.30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del centro. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

- Impermeabilidad

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro. En las uniones entre paredes y entre techos se colocarán dobles juntas de neopreno para evitar la filtración de humedad. Además, los techos se sellarán posteriormente con masilla especial para hormigón garantizando así una total estanqueidad.

- Grados de protección

Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

- Bases

La solera estará formada por una o varias bases atornilladas entre sí. En las bases de la envolvente se dispondrá de los orificios para la entrada de cables de alta y baja tensión. Estos

orificios serán partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

- **Paredes**

Serán elementos prefabricados de hormigón armado capaces de soportar los esfuerzos verticales de su propio peso, más el de los techos, y sobrecargas de éstos, simultáneamente con una presión horizontal de 100 Kg/m². Las paredes se unen entre sí mediante la tornillería que garantizará la equipotencialidad entre las diferentes placas.

- **Techos**

Los techos estarán formados por piezas de hormigón armado y serán diseñados para soportar sobrecargas de 100 kg/m².

La cubierta irá provista de una inclinación del 2% aproximadamente para facilitar el vertido de agua.

Los techos se atornillarán entre sí y se apoyarán sobre las paredes sellándose las uniones mediante masilla de caucho garantizándose así su estanqueidad.

- **Suelos**

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

- **Cuba de recogida de aceite**

La cuba de recogida de aceite será de hormigón y totalmente estanca. Con una capacidad de 1.000 litros, estará diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que se derrame por la base. En la parte posterior irá dispuesta una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava. Unos raíles metálicos situados sobre la cuba permitirán una fácil ubicación del transformador en el interior del prefabricado, que se realizará a nivel del suelo por deslizamiento.

- **Malla de protección de transformador**

Una reja metálica impedirá el acceso directo a la zona del transformador desde el interior del prefabricado. Opcionalmente esta malla podrá ser sustituida por un tabique separador metálico.

- **Rejillas de ventilación**

Las rejillas de ventilación serán de chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera

que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

- **Ventilación**

La ventilación del recinto será natural, mediante una rejilla colocada en la parte posterior, dos rejillas en la pared frontal en el lado del transformador y dos rejillas en la pared lateral, colocadas a diferentes alturas.

Las rejillas serán de chapa de acero galvanizado sobre la que se aplicará una película de pintura epoxy poliéster. El grado de protección para el que estarán diseñadas las rejillas será IP-33. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

- **Puertas de acceso**

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy..

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180º hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90º con un retenedor metálico. Todas las puertas del prefabricado permitirán una luz de acceso de 1.250 mm x 2.400 mm (anchura x altura).

- **Protección contraincendios**

Se dispondrá de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

Además, se dispondrá de emergencia de evacuación mediante equipos autónomos estancos colocados encima de cada puerta.

- **Distancias**

Se deberá dejar una distancia mínima de 100 mm. entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir la salida de gas SF6 (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

5.2 Instalaciones Eléctricas

Acometida en M.T.

La acometida al Centro de Transformación se realizará con cables de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DE LA ACOMETIDA AL C.T:	
Material	Aluminio
Sección conductor	3 x 1 x 95 mm ²
Tensión	12/20 kV
Aislamiento	Seco RHZ1

Solución adoptada

Según se muestra en el esquema unifilar, el centro de transformación de cliente dispone de los siguientes elementos:

- 1 celda de línea.
- 1 celda de protección con interruptor-fusibles combinados.
- 1 celda de medida, con un juego de tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad.
- 1 transformador trifásico de 630 kVA refrigerado en baño de aceite mineral.

Aparata de alta tensión

Las celdas a emplear serán modulares equipadas con aparata fija que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF₆) como aislante y agente de corte y extinción de arco.

Las características generales de las celdas serán las siguientes:

CARACTERÍSTICAS NOMINALES DE LAS CELDAS	
Tensión de servicio	15 kV
Tensión asignada	24 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto)	50 kV
Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50 seg)	125 kV
Intensidad asignada en funciones de línea	400 A
Intensidad asignada en ruptofusibles.	200 A
Intensidad nominal admisible de corta duración, 1 seg.	20 kA
Valor cresta de la corriente de corta duración (2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración).	50 kA
Grado de protección S/UNE 20.324	IP307

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparata bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099.

Las celdas disponen de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas aislante SF₆ en la cual se disponen los aparatos de maniobra.

La aparata de alta tensión estará constituida por los elementos siguientes:

- Celda de llegada o salida de línea

Celda de interruptor-seccionador, gama SM6 modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Interruptor-Seccionador III de corte en SF₆ Vn = 24 kV., In = 400A.
- Seccionador de puesta a tierra en SF₆ de Vn = 24 kV., Capacidad de cierre = 50 kA (valor de cresta), intensidad de corta duración = 20 kA.
- Conjunto de captadores capacitivos de presencia de tensión.
- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Mando CIT manual.
- Bornes para conexión de cable.

Las cuchillas de puesta a tierra estarán enclavadas con el mando del interruptor-seccionador para impedir la puesta a tierra con el interruptor cerrado.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

- Celda de protección con interruptor-fusibles combinados

Celda de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF₆ de 400 A, tensión de 24 kV y 20 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CI1 manual de acumulación de energía.
- Relé de detección de fase y homopolar sensible con toroidal CSH200.
- Tres transformadores toroidales
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica de 24 kV, y calibre 63 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C1 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

- Celda de medida de tensión

Celda de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable de Schneider gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 20 kA de poder de corte.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 10-20/5-5A, secundario para medida: 5A, 10VA, CL.0,5S, gama extendida 150 % y aislamiento 24 kV FS=5, secundario para protección: 5 A, 30 VA, CL. 5P10 y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 16.500:V3/110:V3-110: 3, secundario para medida: 110:V3, 25VA, CL0,5, FT= 1,9 durante 8 horas y aislamiento 24 kV, secundario para protección: 110/3, 50 VA precisión 3P, aislamiento 24.

Transformador de potencia

Se dispondrá un transformador de potencia, máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 16 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y 242 V entre fases y neutro.

Será de llenado integral con el núcleo y arrollamientos sumergidos en aceite mineral aislante y refrigeración natural (ONAN s/Norma UNE 20101). Tendrán el neutro de baja tensión accesible.

Las características eléctricas serán las siguientes:

- | | |
|--|--------------------------------|
| ▪ Potencia: | 630 kVA. |
| ▪ Tipo: | Refrigerado en aceite mineral. |
| ▪ Tensión Primaria: | 16.000 V. |
| ▪ Tensión nominal Secundaria en vacío (entre fases): | 420 V |
| ▪ Regulación: | +/-2,5%, +/-5%, +10% |
| ▪ Grupo de conexión: | Dyn 11 |
| ▪ Tensión de cortocircuito: | 4% |
| ▪ Construcción según recomendación: | UNE 21428. |
| ▪ Nivel de aislamiento: | |
| ○ Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s: | 95 kV. |
| ○ Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min: | 50 kV. |

Dispositivo térmico de protección

El transformador irá protegido con un termómetro para protección térmica, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobrecargas, instalados.

Interconexión en el lado de AT

Para la conexión de alta tensión entre el transformador y su celda de protección se emplean cables de 12/20 kV de aislamiento seco tipo RHZ1 unipolares de aluminio de 95 mm², con sus correspondientes elementos de conexión.

Las uniones de los cables de Media Tensión con la aparatenta de media tensión o ésta y el primario del transformador se realizará con terminales enchufables apantallados enchufables rectos lisos de 400 A.

Interconexión en el lado de BT y el cuadro de BT

Para interconexión entre el secundario del transformador de potencia y el cuadro de baja tensión se utilizan cables de 0,6/1 KV. del tipo RZ1 (aislamiento de polietileno reticulado), unipolares de aluminio de 3x240mm² para las fases y 2x240mm² para el neutro, y con sendos terminales bimetálicos en los extremos de cada cable.

Cuadro de Baja Tensión

El cuadro general de baja tensión está destinado a la distribución de la potencia del transformador, así como la protección de éstas.

Dispondrá un interruptor automático tetrapolar con control electrónico NS1000 de 1000 A.

5.3 Red de tierras

Se dispondrán de dos instalaciones de puesta a tierra independientes entre sí, una de protección o masas que se conectionará a una pletina aislada situada dentro del edificio y otra de servicio conectada al neutro del transformador.

Estas dos tierras serán independientes de las de los edificios colindantes.

Puesta a Tierra de Protección o masas:

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

En la zanja para los cimientos del CT o del edificio donde se ubique, se instalará el electrodo de puesta a tierra, formado por picas de 14 mm. de diámetro de acero cobreado de 2 metros de longitud y conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección formando un anillo. Se conectará al final del anillo a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP55.

Para el cálculo de la configuración del número de picas a colocar se ha empleado el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, aprobado por la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria, con fecha dos de Febrero de 1989, ver "Anejo de Cálculos".

Se elige un sistema con 4 picas, en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección, enterrado a una profundidad de 0,5 m, que es el modelo: **40-30/5/42** según UNESA. Los parámetros característicos son:

- $K_r = 0,1 \Omega/(\Omega \cdot m)$.
- $K_p = 0,0231 V/(\Omega \cdot m \cdot A)$.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

Además, y como medida adicional de seguridad, en el piso se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm., formando una retícula no inferior a 30 x 30 cm. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntas, preferentemente opuestas, de la puesta a tierra de protección del centro.

Puesta a Tierra de Servicio (Neutro de B.T.)

Se conectará a tierra el neutro del transformador.

Para el cálculo de la configuración del número de picas a colocar se ha empleado el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, aprobado por la Dirección General de la Energía del Ministerio de Industria, con fecha dos de Febrero de 1989, ver "Cálculos".

Se elige un sistema con 6 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección, enterrado a una profundidad de 0,5 m, que es el modelo: **5/62** según UNESA.

Existirá una separación mínima de **20 m** entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión.

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de B.T., el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá de ser menor a 10 Ohmios.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

5.4 Instalaciones secundarias

Constan del alumbrado interior y de las medidas de seguridad reglamentarias (alumbrado de emergencia, banqueta aislante, esterilla, armario de primeros auxilios, esquemas eléctricos, reglamento de servicio).

5.5 Baterías de Condensadores

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte del propio transformador, se dispondrá de condensadores de 30 kVAr.

5.6 Medidas de Seguridad

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

Por otra parte, la puesta a tierra será visible, así como la instalación de dispositivos para la indicación de presencia de tensión.

5.7 Medida de la Energía Eléctrica

La medida de energía será en alta tensión (15 kV) y se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida. Dicho cuadro se ubicará en un armario sobre un monolito accesible desde el exterior de la parcela. Cumplirá las especificaciones de las normas particulares de Endesa.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento y conteniendo los siguientes elementos:

- Contador tarificador electrónico multifunción clase 0.5, con medida activa bidireccional y reactiva dos cuadrantes.
- Equipo registrador electrónico local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria.
- Modem para comunicación remota.
- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.

6. ANÁLISIS AMBIENTAL

El ámbito de actuación del presente Proyecto se desarrolla en la zona periurbana del municipio de Huesca.

La línea de suministro de energía a la ETAP por sí sola no está incluida en el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, pero ésta se tramita dentro del conjunto del proyecto de abastecimiento, que, si está sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental simplificada, dado que se incluye en el anexo II apartado f de dicho Real Decreto en el que se indica lo siguiente:

f) *Instalaciones de conducción de agua a larga distancia no incluidas en el anexo I, situadas en suelo no urbano y que tengan una longitud superior a 10 km, así como aquellas por debajo de este umbral cuando cumplan los criterios generales 1 o 2.*

En este caso, la conducción es de 10,9 Km aproximadamente y, por tanto, el conjunto del proyecto se somete a Evaluación de Impacto Ambiental Simplificada, procedimiento establecido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

El área de actuación no se encuentra incluida en ninguna de las siguientes figuras de protección ambiental:

- No se encuentra dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos establecidas por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, ni por el Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón.
- No se encuentra dentro de ninguna Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).
- No se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Lugar de Interés Comunitario (LIC).
- La zona no se encuentra próxima a ningún humedal incluido en la lista del convenio de Ramsar.
- Los trabajos de ejecución de aceras están fuera de los ámbitos de Dominio Público Forestal y de Montes de Utilidad Pública.

La zona afectada por la línea no se encuentra en zona clasificada como ZEPA o LIC, pero si se encuentra en el ámbito del Plan de Recuperación del *Gypaetus Barbatus* (Quebrantahuesos), y por tanto se tomarán todas las medidas necesarias para evitar o reducir los riesgos de electrocución, colisión y anidamiento detalladas en el apartado 3.11 *Protección de la Avifauna* del presente Anejo.

Cabe destacar que uno de los apoyos de la línea (apoyo nº 7) se ubicará dentro de un área inventariada como hábitat de interés comunitario prioritario 6220* de pastizales xerofíticos mediterráneos de vivaces y anuales. Sin embargo, al tratarse de una superficie de suelo menor a dos metros cuadrados, se considera que la afección es no significativa.

El estudio ambiental de las figuras medioambientales en el entorno se puede consultar en el *Apéndice nº 6 Estudio Ambiental*.

7. ÍNDICE DE DOCUMENTACIÓN DEL ANEJO

MEMORIA APÉNDICES

- ANEJO 1.- CONDICIONES DE SUMINISTRO DE ENDESA
- ANEJO 2.- REPLANTEO DE LA LAMT. COORDENADAS UTM
- ANEJO 3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
- ANEJO 4.- CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
- ANEJO 5.- CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- ANEJO 6.- FIGURAS AMBIENTALES

PLANOS

- 1.- SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO E ÍNDICE DE PLANOS
- 2.- ESQUEMA UNIFILAR
- 3.- PLANTA GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE A.T.
- 4.- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
 - 4.1.- PLANTA DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN
 - 4.2.- PERFIL LONGITUDINAL
 - 4.3.- APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA
 - 4.4.- APOYOS INTERMEDIOS
 - 4.5.- CRUCETAS Y CIMENTACIONES
 - 4.6.- CADENAS DE AISLADORES
- 5.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO
 - 5.1.- PLANTA
 - 5.2.- OBRA CIVIL
 - 5.3.- RED DE TIERRAS
- 6.- PARCELAS AFECTADAS

Zaragoza, mayo de 2023
EL AUTOR DEL ANEJO Y DEL PROYECTO



Fdo.: D. Pedro J. Rivas Salvador
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 16.602

EL AUTOR DEL PROYECTO



Fdo.: D. Néstor Nájera Canal
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 22.708

APÉNDICE 1. CONDICIONES DE SUMINISTRO DE ENDESA

e-distribución

Ref. Solicitud: AHUE001 0000535751-1
 Tipo Solicitud: NUEVO SUMINISTRO

SME AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA, SA
 ANDADOR PUBLICO CORDÓN 1
 50012 - ZARAGOZA
 A la Atención de Fernando Lacasta Claver

Estimado Sr. / Estimada Sra:

Desde EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal nos ponemos en contacto con Ud. en relación con la solicitud de **NUEVO SUMINISTRO** que nos ha formulado, por una potencia de 550 kW, en **CL POLIGONO 3 PCL, 134 POTABILI, 22006, HUESCA**, con objeto de comunicarle que una vez evaluada, existe capacidad de acceso, siendo las siguientes condiciones las que hacen viable la propuesta previa:

- Punto de conexión: Línea aérea de media tensión "FORNILLOS" 15Kv LA56 en la torre metálica a sustituir.
- Coordenadas UTM del punto de conexión: 30, 714280.57, 4670996.94
- Capacidad de acceso propuesta (kW): 550
- Tensión nominal (V): 15.000
- Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA): 519,62
- Potencia de cortocircuito mínima (MVA): 77,6
- Restricciones temporales del derecho de acceso:
 De conformidad con lo previsto en el artículo 33.2 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, el derecho de acceso en el punto de conexión propuesto podrá ser restringido temporalmente por situaciones que puedan derivarse de condiciones de operación o de necesidades de mantenimiento y desarrollo de la red.

Estas indicaciones técnicas se facilitan para atender su solicitud, sin que puedan ser aplicadas para condiciones distintas a las consideradas (potencia, ubicación, etc.).

L.- Instalaciones de extensión de la red.

Las instalaciones de extensión de la red de distribución, a realizar entre el punto de conexión indicado a continuación y el primer elemento de su instalación privada, deben ser ejecutadas por el solicitante a su cargo, a través de un Instalador Electricista Autorizado de su elección, y de acuerdo a las condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias y Especificaciones Particulares de e-distribución:

- Instalaciones necesarias a ejecutar:

Por EDistribución:

- Adecuación del apoyo de entronque para la conexión de la nueva red, para lo que será necesaria su sustitución.
- Tendido de cables dejados a pie de apoyo hasta el punto de conexión.

Por solicitante:

- Línea aérea de media tensión desde el apoyo de conexión hasta el centro de transformación particular, instalando el primer apoyo a unos 20-30m del apoyo de entronque en el que se instalará un interruptor seccionador tripolar y fusibles "XS".

e-distribución

Adjuntamos detalle de los trámites necesarios para la realización por su parte de dichas instalaciones, que quedarán de su propiedad a partir del primer elemento de seccionamiento y protección que deberá definirse en su Proyecto, y serán conectadas a la red por esta empresa distribuidora.

El solicitante dejará suficiente cable a pie del apoyo de conexión para los trabajos de conexión a realizar por EDistribución.

De forma previa a la puesta en servicio de las instalaciones, el solicitante deberá ceder a EDistribución el primer vano de la línea de media tensión.

El proyecto de las nuevas instalaciones incorporará el cálculo mecánico y topografía del apoyo de derivación definido como punto de conexión. Al ser necesaria su sustitución, el proyecto indicará que la ejecución de los trabajos de instalación del mismo serán realizados por EDistribución, quedando de su titularidad en todo caso hasta el seccionamiento ubicado en el primer apoyo, que será el primer elemento de propiedad particular.

Por las características de su suministro, le informamos que el punto de entrega de energía y el punto de medida de la misma no coinciden por lo que, de acuerdo a la legislación vigente, será preciso calcular las pérdidas originadas por las instalaciones de su propiedad entre ambos puntos, que incrementarán los consumos registrados por su equipo de medida, a efectos de su facturación. No obstante, con objeto de determinar con mayor precisión la ubicación del citado punto de medida, será necesaria la coordinación, previa a la ejecución por su parte de las instalaciones de su propiedad, con técnicos de EDistribución, para lo cual puede ponerse en contacto a través del correo electrónico erz_cim_aragon@enel.com.

Estudio supeditado a la obtención de los permisos particulares, siendo éstos por cuenta y a cargo del solicitante.

En caso de que la línea de media tensión particular entre el primer apoyo de la derivación (apoyo de seccionamiento) y el nuevo centro de transformación se realice de manera subterránea, y éste se encuentre alejado del apoyo de entronque, deberá instalarse un sistema de protección de manera que la fusión de uno de los fusibles en el apoyo de seccionamiento provoque la desconexión de la derivación de manera trifásica, de manera que exista coordinación de protecciones con las de cabecera en la subestación.

De acuerdo con la legislación vigente, os trabajos que afectan a instalaciones de distribución en servicio, habrán de ser realizados en todo caso por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, en su condición de propietario de esas redes y por razones de seguridad, fiabilidad y calidad del suministro, siendo a costa del solicitante.

Adjuntamos presupuesto de los trabajos de adecuación o reforma de instalaciones en servicio, a realizar por EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, y de los materiales utilizados en el entronque, cuyo importe asciende a:

- Trabajos de adecuación de instalaciones existentes: ¹	5.158,73 €
- Entronque: sólo material.(mano de obra a cargo e-distribución)	0,00 €
- IVA/IGIC/IPSI en vigor ²	1.083,33 €
- Total importe abonar SOLICITANTE:	6.242,06 €

Este presupuesto está condicionado a las medidas de protección de avifauna que se exijan para la legalización de las instalaciones, y se modificará en caso de que no coincidan con las presupuestadas.

¹ No incluye el coste de las operaciones de entronque-conexión a la red existente, que son a cargo de la distribuidora. No así el coste de los materiales del entronque que, según la legislación vigente, son a cargo del solicitante. Ver desglose en documento anexo.

² Importe total calculado con el impuesto vigente a fecha de emisión de estas condiciones económicas. En caso de producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el impuesto aplicable a la fecha del pago según corresponda a persona receptora física o jurídica.

e-distribución

Puede proceder a su aceptación haciendo efectivo el importe mencionado. Para su comodidad, puede realizarlo mediante alguna de las siguientes opciones:

- Accediendo a la URL

<https://zonaprivada.edistribucion.com/solicitudesconexion?lang=es&cod=a2f2o0000070QNO>

con lo que podrá proceder a realizar el abono del importe indicado vía pasarela de pago.

- Accediendo al portal privado de la web www.edistribucion.com y desde el detalle de la solicitud proceder al pago mediante pasarela de pago o aportando el justificante de transferencia, haciendo constar en el justificante la referencia de la solicitud nº 0000535751-1.

- A través de nuestro Servicio de Asistencia Técnica, por medio de correo electrónico a conexiones.edistribucion@enel.com, haciendo constar la referencia de la solicitud nº 0000535751-1 y aportando el justificante de transferencia realizada a la cuenta bancaria. ES60-2085-0103-97-0330470979

En cuanto recibamos el pago anteriormente indicado, comenzaremos a trabajar para adecuar la red eléctrica a su instalación y emitiremos la factura a nombre de **SME AGUAS DE LAS CUENCAS DE ESPAÑA, SA**.

En el caso de que la factura deba emitirse a nombre de otra persona (física o jurídica), será necesario haber sido autorizado en el momento de formalizar la solicitud o que previo al pago, nos envíe la autorización de pago y facturación firmada a conexiones.edistribucion@enel.com. El modelo de autorización de pago y facturación se encuentra disponible en www.edistribucion.com (Conexiones a la Red - ¿Deseas descargar los formularios para enviarlos por correo electrónico?) o también puede solicitarlo a conexiones.edistribucion@enel.com.

Si considera que el impuesto aplicable debe modificarse rogamos contacte con conexiones.edistribucion@enel.com.

La validez de esta propuesta previa es de 30 días hábiles.

II. Instalaciones interiores y de enlace de propiedad particular.

Las instalaciones interiores y de enlace con la red deberán ser realizadas por un Instalador Electricista Autorizado, quien le facilitará el correspondiente Certificado de Instalación Eléctrica (C.I.E.). Dichas instalaciones serán accesibles, con cerraduras normalizadas, habrán de ser realizadas con arreglo a las normas de la empresa distribuidora y podrán ser inspeccionadas por ésta.

Conforme al artículo 6 del RD 1110/2007, la ubicación del punto de medida requerirá la autorización del encargado de la lectura y, con carácter general, coincidirá con el punto frontera. Excepcionalmente, si lo anterior resultase imposible o excepcionalmente costoso, deberá ponerse en contacto con esta distribuidora a fin de acordar una ubicación alternativa. En tal caso será necesaria la fijación de puntos de medida alternativos y las correcciones a efectuar en las medidas de forma que la medida corregida pueda considerarse igual a la energía circulada por el punto frontera.

III. Contrato de suministro

Una vez ejecutadas las instalaciones de extensión y enlace, el usuario de la energía podrá formalizar el contrato de suministro, a través de una empresa Comercializadora de electricidad de su libre elección³, debiendo aportar para ello el C.I.E. de su instalación interior.

³La relación actualizada de empresas comercializadoras se encuentra disponible en la página web de la 'Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia': www.cnmc.es.

e-distribución

El usuario final de la energía deberá abonar, tras la puesta en servicio de la instalación, la cuota de acceso que corresponda más IVA/IGIC/IPSI en vigor⁴ por kW contratado o ampliado, junto con la cantidad correspondiente a derechos de enganche y depósito de garantía legalmente establecida.

Quedamos a su disposición para cualquier aclaración en nuestro Servicio de Asistencia Técnica a través del teléfono 900 92 09 59 o del correo electrónico Conexiones.edistribucion@enel.com. Así mismo en nuestra página web www.edistribucion.com, podrá obtener mayor información respecto de la tramitación de este proceso y la legislación aplicable.

EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal

Operaciones Comerciales Conexiones



30 de septiembre de 2022

⁴Importe total calculado con el impuesto vigente a fecha de emisión de estas condiciones económicas. En caso de producirse una variación del mismo, el importe a abonar deberá actualizarse con el impuesto aplicable a la fecha del pago según corresponda a persona receptora física o jurídica.

e-distribución

ANEXO II TRAMITES NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE EXTENSIÓN POR EL SOLICITANTE Y CESIÓN :

- Realización del correspondiente Proyecto Eléctrico por Técnico en materia eléctrica debidamente acreditado (mediante titulación académica, carnet de colegiado, visado de proyecto..) y envío a través del buzón conexiones.edistribucion@enel.com para su revisión por nuestros Servicios Técnicos. Las Especificaciones Particulares de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.U. que deberá cumplir el proyecto pueden consultarse en www.edistribucion.com.
- Tramitación a su nombre ante el Servicio Provincial de Industria y ante el Ayuntamiento correspondiente a fin de obtener la preceptiva licencia municipal.
- Ambas partes (solicitante y empresa distribuidora) designarán las personas que, a lo largo de la realización, se constituirán en interlocutores permanentes para analizar y decidir aquellos aspectos que surjan durante la realización de los trabajos.
- En caso de instalaciones de media tensión con protección mediante relés indirectos deberán remitirnos propuesta de tarado de dichos relés.
- Con anterioridad de 30 días mínimo a la puesta en servicio de la instalación, será preciso que nos faciliten la documentación siguiente (en caso de ser necesaria más documentación se le indicará en la carta de revisión del proyecto):

• **Instalaciones de Baja Tensión:**

- Una copia del Proyecto visado.
- Permisos de paso de los propietarios y Organismos Oficiales afectados, y licencia municipal de obras.
- Dirección Técnica de Obra visada (con planos acotados de detalle si incluye red subterránea).
- Boletines de Baja Tensión (a nombre del cliente) sellados por la autoridad competente
- Plano as built con coordenadas UTM, acotados y con detalles de las zanjas realizadas y de cruces/paralelismos de servicios.
- Ensayo de los conductores.
- Ensayo de compactación del terreno.
- Datos del firmante del convenio y sus correspondientes poderes.

• **Instalaciones de Media Tensión:**

- Una copia del Proyecto visado.
- Autorización de puesta en marcha/ autorización administrativa de proyecto de la instalación.
- Certificado del tarado de los relés indirectos, protocolo de ensayo (si los hubiera o siempre que la potencia de transformación sea superior a 1000 KVA).
- Datos del firmante del convenio y sus correspondientes poderes.
- Para derivaciones en antena desde Línea Aéreas de Alta Tensión:
 - Permisos de paso de propietarios y Organismos afectados por los que discurre el primer vano y licencia municipal de obras.
 - Dirección de obra firmada por técnico competente en materia eléctrica debidamente acreditado (si es distinto del proyectista) de la parte de la instalación que quedará propiedad de esta empresa distribuidora.
- Para derivaciones con entrada y salida desde Línea de Alta Tensión:
 - Planos constructivos acotados de la línea subterránea de media tensión de entrada y salida al centro de transformación.
 - Licencia municipal de obras de la línea y del centro de transformación.
 - Permisos de paso de particulares y organismos oficiales.
 - Dirección de obra firmada por técnico competente en materia eléctrica debidamente acreditado (si es distinto del proyectista) de la parte de la instalación que quedará propiedad de esta empresa distribuidora.
 - Ensayos de la línea subterránea realizados de acuerdo con las Normas de EDistribución.

Una vez dispongamos de esta documentación y se haya verificado por nuestros técnicos la correcta ejecución de las instalaciones conforme al Proyecto, se realizará un **Convenio de cesión de instalaciones a EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal.**

La puesta en servicio se realizará bajo la supervisión de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal, una vez efectuadas por el Promotor las pruebas y ajustes de los equipos y cumplimentados los protocolos correspondientes.

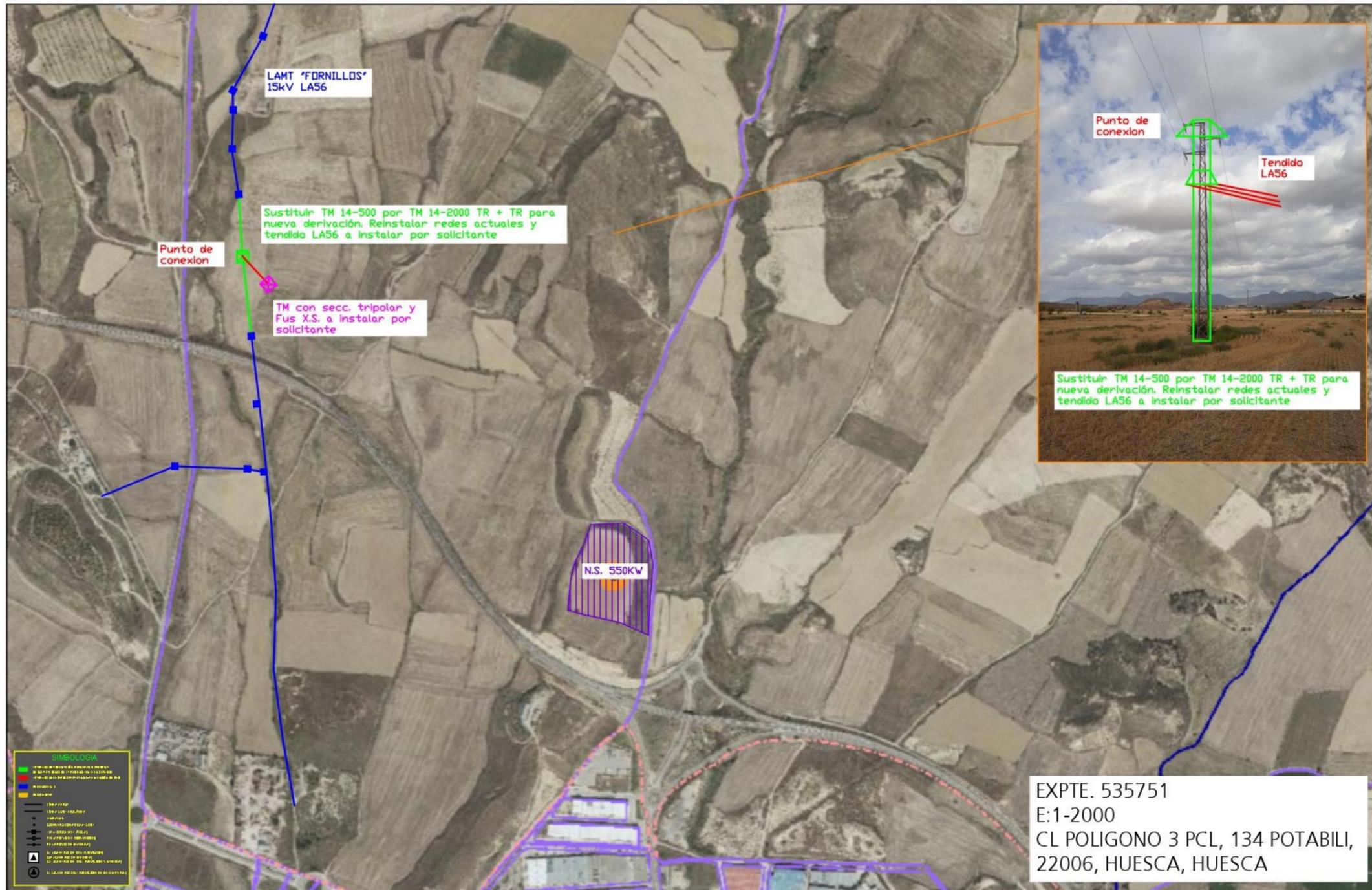
e-distribución

DESGLOSE PRESUPUESTO

Trabajos de adecuación de instalaciones existentes

Udes.	Precio Ud.(€)	Descripción	Valoración*	Total
132	1,72621212	MONTAJE ARMADO TRIANGULAR (POR KG)	I	227,86 €
1	8,11	SEÑALIZACION APOYO EXISTENTE	I	8,11 €
365,38	0,98281241	DESMONTAJE KG HIERRO APOYO METALICO	I	359,10 €
3	0,25333333	DISP CONT AISLADORES VIDRIO/PORCEL MT/BT	I	0,76 €
2	74,565	NORMAL. LINEA CAMBIO APOYO MT	I	149,13 €
1	7,3	COLOCACION PLACA INDICATIVA	I	7,30 €
675	1	COORDINACION DE SEGURIDAD	I	675,00 €
1	35,96	CANDADO ABLOY GRAB.ERZ-ZH	I	35,96 €
4	58,615	SEMICRUCETA 2m ZONA A B APOYO <=4500daN	I	234,46 €
1	967,71	APOYO METÁLICO C 2000 14 ZONA A ó B	I	967,71 €
9	22,55444444	AISLADOR POLIMERIC CS70EB 170/1250-1150	I	202,99 €
2	14,905	AISLADOR POLIM. CS70EB 170/900-555	I	29,81 €
2	10,66	CABLE CU 1X 50 DESNUDO. CL.2	I	21,32 €
12	2,47	CONDUCTOR 47AL 1/8ST1A (COD.ANT.:LA-56)	I	29,64 €
3	111,32	CONJUNTO POLIM AMARRE < 180	I	333,96 €
2	31,88	POLIM COMPL.FASE CENTRAL <180	I	63,76 €
2	138,4	0300027 PROT AVIFAUNA KIT AIS SUSPEN GS1	I	276,80 €
6	17,96833333	0300041 PROT AVIF FORRO CONDUCTOR ? 12mm	I	107,81 €
1	22,01	6700140 PICA LISA PUESTA TIERRA-2M 15D	I	22,01 €
1	8,1	6701271 RÓTULO IDENT CD FECSA ENDESA	I	8,10 €
3	17,47666667	DESM/COLOC AISLADOR RIGIDO/CADENA AP EX	I	52,43 €
606,38	2,21760282	MONT AP CELOSIA HASTA 4.500 DAN (POR KG)	I	1.344,71 €
		TOTAL		5.158,73 €

NOTA: TODAS LAS CANTIDADES FIGURAN EN EUROS Y SIN IMPUESTOS VIGENTES. LA VALIDEZ DE ESTAS CONDICIONES: 30 días hábiles.



CT DE INTERIOR CON ACOMETIDA ÚNICA DESDE DERIVACIÓN AÉREA PRIVADA CON 1 TRANSFORMADOR.		Solicitud nº:
		535751

CLIENTE:	
DIRECCIÓN DEL SUMINISTRO:	CL POLIGONO 3 PCL, 134 POTABILI, 22006, HUESCA, HUESCA

RED DE MT		kV	15
Tensión asignada de la red Un		kV	15
Nivel de aislamiento para los materiales en función de Un		kV	Un < 20 25/Un<36
Tensión más elevada para el material		kV	24 36
Tensión soportada a los impulsos tipo rayo		kV	125 170
Tensión soportada a frecuencia industrial		kV	50 70
Máxima potencia de cortocircuito prevista a Un		MVA	77,6
Puesta a tierra del neutro MT			X
- Aislado		S/N	X
- A través de resistencia		Ω	S
- A través de reactancia		Ω	
Tiempo máximo de desconexión en caso de defecto: F-F; F-N		seg	INST 0,95
APARAMENTA CLIENTE			
1	Dispositivo seccionamiento línea: Interruptor-seccionador tripolar	A	X
	- Intensidad asignada	A	400
	Dispositivo protección línea: Cortacircuitos fusibles de MT tipo APR	A	X
	- Intensidad asignada portafusibles	A	200
	- Calibre fusibles	A	63
	Pararrayos	X	
	- Intensidad de descarga	kA	10
	- Tensiones asignada Ur/continua Uc	kV	21
	Celda de remonte	(3)	
	- Intensidad asignada	A	(3)
	- Intensidad de cortocircuito (2)	kA	(3)
	Celda de protección con interruptor automático	A	
	- Intensidad asignada	A	
	- Poder de corte mínimo (2)	kA	
	Protecciones sobreintensidad	(4)	
3 Transformadores de intensidad			
Relación de transformación: Inp/ Ins	A		
3 Transformadores de tensión	(5)		
Relación de transformación: Unp/ Uns	V		
Celda de Interruptor Seccionador con fusibles	A	X	
- Intensidad asignada	A	(3)	
- Calibre fusibles transformador	A	(3)	
Pararrayos	X		
- Intensidad de descarga	kA	10	
- Tensiones asignada Ur/ continua Uc	kV	21	
Transformador Potencia 1	kVA	630	
- Tensión asignada nominal primaria	V	16000	
- Tomas para la regulación de tensión primaria	%	±2,5±10%	
MEDIDA MT			
6	3 Transformadores de intensidad	A	X
	Relación de transformación: Inp/ Ins	A	30/5
	3 Transformadores de tensión	X	
	Relación de transformación: Unp/ Uns	V	16.000/3 / 110*3 - 110*3
	Contador	(6)	
	- Energía activa	kVA	X
	- Energía reactiva	kVAr	X
	- Discriminación horaria	h	(1)
	- Maximetro	S/N	(1)
	Equipo comprobante	S/N	(1)

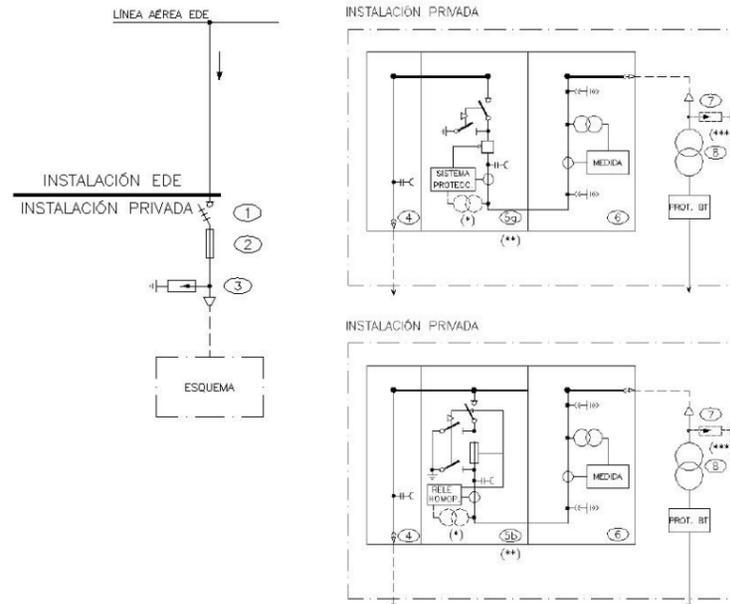
- (1) Este campo será completado por EDE.
- (2) En zonas donde la Icc sea superior a 16kA se considerará una Icc de 20kA.
- (3) A elección del cliente.
- (4) Para sistemas con neutro puesto a tierra, la protección será 50/51 para la sobreintensidad y 50N/51N para el neutro. En sistemas con neutro aislado la protección a utilizar será 50/51 para la sobreintensidad de fases y 67N para el neutro. Será necesaria alimentación auxiliar.
- (5) Los transformadores de tensión de protección son exclusivamente necesarios en los sistemas con neutro aislado para, mediante la conexión de los secundarios en triángulo abierto, polarizar la protección 67N. Sin embargo se podrá prescindir de su instalación en el caso de que los transformadores de tensión del equipo de medida dispongan de un devanado secundario exclusivo y de las características técnicas adecuadas para esta aplicación.
- (6) El equipo de medida deberá cumplir el vigente Reglamento de Puntos de Medida así como las especificaciones funcionales, técnicas y de comunicaciones de EDE (a disposición de todos los clientes que las soliciten). EDE recomienda, para mayor comodidad, la instalación de dicho equipo, en régimen de alquiler. Dicho alquiler incluiría el proceso completo de instalación, conexión y verificación del equipo, así como el mantenimiento y las revisiones periódicas obligatorias.

CUADRO I - CALIBRE FUSIBLES (A)

Tensión Red kV	6	10	11	13,2	15	20	25	30
Aparamenta	2	2	2	2	2	2	2	2
Potencia Transformador kVA	50	20	10	10	10	6,3	6,3	5
	100	32	20	20	16	16	10	6,3
	160	50	32	32	25	20	16	10
	250	80	50	40	40	32	25	20
	400	100	63	63	50	50	40	25
	630	100	100	80	80	63	50	40
	1.000	-	100	100	80	63	50	40

ESQUEMA 5. CT DE INTERIOR CON ACOMETIDA ÚNICA DESDE DERIVACIÓN AÉREA PRIVADA CON 1 TRANSFORMADOR.

TIPO ACOMETIDA 1



- (*) Instalar TT en función del sistema protectorio y sistema de puesta a tierra de neutro.
- (**) Se seleccionará el tipo de celda 5a (interruptor automático) para una potencia máxima instalada > 1.000kVA o el tipo de celda 5b (protección con fusibles + relé homopolar) para una potencia máxima instalada ≤ 1.000kVA.
- (***) Instalar pararrayos a decisión del cliente.
- (****) En redes con Icc < 8kA la función de sec protección (dispositivo 2) podrá realizarse con cortacircuitos fusibles de expulsión.

APÉNDICE 2. REPLANTEO DE LA LAMT. COORDENADAS UTM

Coordenadas UTM de las apoyos		
	HUSO:	30
Nº apoyo	X (m)	Y (m)
Nº14	714.272,147	4.671.004,808
A1	714.288,162	4.670.992,828
A2	714.422,396	4.670.892,412
A3	714.560,392	4.670.789,182
A4	714.644,511	4.670.720,548
A5	714.817,024	4.670.579,792
A6	714.911,396	4.670.502,792
A7	715.056,549	4.670.384,360
A8	715.122,138	4.670.361,696
AR1	715.124,197	4.670.370,290

APÉNDICE 3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

ÍNDICE DEL APÉNDICE DE CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.	RESUMEN DE FORMULAS	37
2.	DENSIDAD DE CORRIENTE E INTENSIDAD MÁXIMAS ADMISIBLES.....	37
3.	INTENSIDAD NOMINAL DE LA RED	37
4.	CAPACIDAD MÁXIMA DE TRANSPORTE.....	38
5.	CÁLCULO A CORTOCIRCUITO	38
6.	CAÍDAS MÁXIMAS DE TENSIÓN Y DENSIDADES DE CORRIENTE	38
7.	PÉRDIDAS MÁXIMAS DE POTENCIA ACTIVA POR EFECTO JOULE EN LA LÍNEA.....	39

1. RESUMEN DE FORMULAS

La red se explotará, en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, de las siguientes características:

Tensión Nominal de uso:	15 kV
Frecuencia industrial:	50 Hz
Tipo:	Aérea
Potencia máxima trifásica de cortocircuito (Icc):	500 MVA (s/datos Endesa)
Tiempo de duración del cortocircuito en Subestación Endesa (tcc):	3 s (s/datos Endesa)

Se tenderá un circuito formado por tres cables unipolares de Aluminio-Acero denominación LA- 56, de sección 54,6 mm², con las siguientes características:

Denominación:	LA-56
Conductor:	Aluminio/Acero
Sección:	54,6 mm ²
Resistencia eléctrica a temp. 20 °C (R):	0,614Ohm/Km.
Reactancia inductiva (X):	0,434Ohm/Km.
Longitud del circuito (L):	1.057 m
Potencia a transportar:	504 kW
Potencia del transformador:	630 kVA

2. DENSIDAD DE CORRIENTE E INTENSIDAD MÁXIMAS ADMISIBLES

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla 11, del punto 4.2.1 de la ITC-LA-07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Para los conductores LA-56 del presente proyecto, dicho valor es:

$$\sigma = 3,7 \text{ A/mm}^2$$

Por tanto la intensidad admisible máxima que puede circular por el conductor es:

$$I_{adm} = \sigma \cdot S = 3,7 \cdot 54,6 = 202 \text{ A}$$

3. INTENSIDAD NOMINAL DE LA RED

En un sistema trifásico, la intensidad nominal I_n viene determinada por la expresión:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U}$$

Siendo:

I_n =	Intensidad nominal de la Línea, en Amperios.
P =	Potencia a transportar, kVA
U =	Tensión compuesta en kV = 15 kV
$\cos \phi$ =	Factor de potencia considerado (0,9).

La línea se va a calcular para poder transportar la potencia máxima que puede generar el centro de transformación de abonado, que es 630 kVA.

Por lo tanto, la Intensidad máxima que transportará la línea será:

$$I_{m\acute{a}x} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 15} = 26,94 \text{ A}$$

Este valor está muy por debajo de la intensidad admisible máxima calculada (202 A).

Por otra parte, la intensidad nominal de la línea será la correspondiente a la potencia nominal que se va a transportar. La potencia nominal a transportar es 550 kW, que corresponden a 611,11 kVA (f.d.p. 0,9), por tanto:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot \cos \phi \cdot U} = \frac{611,11}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 15} = 26,13 \text{ A}$$

4. CAPACIDAD MÁXIMA DE TRANSPORTE

La potencia máxima de transporte del conductor será:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot 15 \cdot 26,94 \cdot 0,9 = 629,93 \text{ kVA}$$

5. CÁLCULO A CORTOCIRCUITO

Según datos proporcionados por la Compañía Suministradora, la potencia máxima de cortocircuito en la red es de 500 MVA, por lo que la intensidad máxima de cortocircuito de la red es:

La intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. será:

$$I_{\text{ccp}} = \frac{S_{\text{CC}}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo,

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

U = Tensión de la red en kV (15 kV).

S_{CC} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

Sustituyendo valores obtenemos una intensidad de cortocircuito máxima en el lado de alta tensión de:

$$I_{\text{ccmax}} = 19,25 \text{ kA.}$$

6. CAÍDAS MÁXIMAS DE TENSIÓN Y DENSIDADES DE CORRIENTE

Las fórmulas empleadas son:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \text{ (Voltios)}$$

$$\varepsilon (\%) = \frac{e}{V} \cdot 100 (\%)$$

En donde:

- I = Intensidad en Amperios.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- ε = Caída de tensión en % (max 5%).
- V = Tensión de servicio, 15 kV.
- L = Longitud de cálculo, en km.
- R = Resistencia del cable: 0,614 Ohm/Km.
- X = Reactancia del cable: 0,434 Ohm/Km.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia: 0,9.

La caída de tensión máxima en la red será:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \text{ (Voltios)}$$

$$= \sqrt{3} \cdot (26,94 \cdot 0,9) \cdot 1,052 \cdot (0,614 \cdot 0,9 + 0,4349 \cdot 0,43) = 32,68 \text{ V}$$

que porcentualmente representa:

$$\varepsilon_{\text{max}} (\%) = \frac{32,68}{15000} \cdot 100 = 0,21\%$$

7. PÉRDIDAS MÁXIMAS DE POTENCIA ACTIVA POR EFECTO JOULE EN LA LÍNEA

La fórmula empleada es:

$$P_p = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \text{ (W)}$$

La pérdida de potencia a capacidad máxima en la línea será:

$$P_{p_{\max}} = 3 \cdot R \cdot L \cdot (I_{\max})^2 = 3 \cdot 0,403 \cdot 1,052 \cdot (26,94)^2 = 923,08 \text{ W}$$

APÉNDICE 4. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

ÍNDICE DEL APÉNDICE DE CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.	RESUMEN DE FORMULAS.....	45
1.1	TENSION MAXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1).....	45
1.2	VANO DE REGULACION.....	46
1.3	TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.....	46
1.4	LIMITE DINAMICO "EDS".	48
1.5	HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3).....	49
1.6	CIMENTACIONES (Apdo. 3.6).	57
1.7	CADENA DE AISLADORES.	59
1.8	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	60
1.9	ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.....	61
1.10	DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.	61
2.	DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.	62
3.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	62
4.	ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.....	63
5.	CRUZAMIENTOS.....	63
6.	TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.....	64
7.	TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.	64
8.	CALCULO DE APOYOS.....	65
9.	APOYOS ADOPTADOS.	65
10.	CRUCETAS ADOPTADAS.....	65
11.	CALCULO DE CIMENTACIONES.....	65
12.	CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.....	66

13. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.	66
14. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.	66

1. RESUMEN DE FORMULAS.

1.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos:

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$$

$$P_v = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \sqrt{d} \quad K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)} \quad \text{Zona A, B y C. Hipótesis de viento.}$$

$$P_0 = P_p + P_h \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo.}$$

$$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]} \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.}$$

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T_A = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T_B = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

Y = $c \cdot \cosh (x/c)$ = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y_A = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y_B = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_A = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X_B = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X_m = Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

1.2 VANO DE REGULACION.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt[3]{(\sum a^3 / \sum a)}$$

1.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T_{0h}), se puede obtener una tensión horizontal final (T_h) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0 / (S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h} / P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1+z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \sinh[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \sinh[(X_m - a/2) / c]$$

$$c = T_h / P ; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

δ = Coeficiente de dilatación lineal.

L_0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t_0 = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

t = Temperatura en las condiciones finales (°C).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T_{0h} = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

a = a_r (vano de regulación, m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

h = 0, para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{(1+(h/a)^2)}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh(X_{fm}/c)$$

Siendo:

Y_B = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

X_B = Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

Y_{fm} = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

X_{fm} = Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

h = Densivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

a = proyección horizontal del vano (m).

Tensión máxima (Apdo. 3.2.1).

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$$t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (P_v).

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$$t = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (P_v).

- Tracción máxima hielo.

$$t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (P_h).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$$t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (P_{vh}).

Sobrecarga: hielo (P_h).

Flecha máxima (Apdo. 3.2.3).

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$$t = +15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: Viento (P_v).

b) Hipótesis de temperatura.

$$t = +50 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$$t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (P_h).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

$$t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

$$t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

Desviación cadena aisladores.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ °C}$ en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ($P_V/2$).

Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -5\text{ °C}$ en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Sobrecarga: Viento (P_V).

Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

$t = -20\text{ °C}$ (Sólo zona C).

$t = -15\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -10\text{ °C}$ (Sólo zonas B y C).

$t = -5\text{ °C}$.

$t = 0\text{ °C}$.

$t = +5\text{ °C}$.

$t = +10\text{ °C}$.

$t = +15\text{ °C}$.

$t = +20\text{ °C}$.

$t = +25\text{ °C}$.

$t = +30\text{ °C}$.

$t = +35\text{ °C}$.

$t = +40\text{ °C}$.

$t = +45\text{ °C}$.

$t = +50\text{ °C}$.

Sobrecarga: ninguna.

1.4 LIMITE DINAMICO "EDS".

$$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

T_h = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, $t^a = 15\text{ °C}$. Sobrecarga: ninguna.

Q_r = Carga de rotura del conductor (daN).

1.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3).

Apoysos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = Rotv$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = Rotv$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = Rotv$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{tv}$			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $L_t = Rotv$

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 °C.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3):
- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca-nc}$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = Roth$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca-nc}$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = Roth$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca-nc} + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahrL}; L_t = Roth$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca-nc} + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avL}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahL}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahrL}; L_t = Roth$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca-nc}$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = Roth$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca-nc} + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avL}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahL}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahrL}; L_t = Roth$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca-nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca-nc}$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca-nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca-nc}$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{tv}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{th}$		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $L_t = Roth$

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:
 Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
 Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.
 En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :
 - Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
 - La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
 - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
 - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
 - Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

1.5.1. Cargas permanentes (Apdo. 3.1.1).

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_v = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

P_{pv} = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

P_{cvr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_h = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

P_{ph} = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

P_{chr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

nr = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

1.5.2. Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2).

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación

$$F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos fin de línea

$$F_{vc} = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$F_{vc} = \sum a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del conductor (m).

a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(m).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).

K = $60 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d \leq 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

K = $50 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d > 16$ mm y $v \geq 120$ Km/h

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

1.5.3. Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$Dtv = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje de alineación.

$$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dtv = \text{Abs}((T_{h1} \cdot n_1) - (T_{h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$Dtv = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$Dtv = 100/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2 =$ número total de conductores.

$T_h, T_{h1}, T_{h2} =$ Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$Dth = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$Dth = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$Dth = \text{Abs}((T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2)) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$Dth = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{th} = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2 =$ número total de conductores.

$T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2} =$ Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

1.5.4. Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$Rotv = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$Rotv = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$$Rotv = T_{0h} \cdot n_{cf} \cdot 0,5 \text{ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)}$$

Fin de línea

$$Rotv = T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (daN)}$$

$$Rotv = 2 \cdot T_{0h} \cdot n_{cf} \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

$n_{cf} =$ número de conductores por fase.

$T_{0h} =$ Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$Roth = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$Roth = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$Roth = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$$Roth = T_{0h} \cdot n_{cf} \cdot 0,5 \text{ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)}$$

Fin de línea

$$Roth = T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN)}$$

$$Roth = 2 \cdot T_{0h} \cdot ncf \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

1.5.5. Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rah = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

n_1, n_2 = Número de conductores.

T_{h1}, T_{h2} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

α = Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

α = Angulo que forman T_{h1} y $(T_{h1} - Dtv)$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dth)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dth) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

n_1 = Número de conductores.

T_{h1} = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

α = Angulo que forman T_{h1} y $(T_{h1} - Dth)$ (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

- $n_1, n_2 =$ Número de conductores quitando los conductores que se han roto.
- $T_{h1}, T_{h2} =$ Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).
- $\alpha =$ Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahr = \sqrt{(T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:

- $n_1, n_2 =$ Número de conductores quitando los conductores que se han roto.
- $T_{h1}, T_{h2} =$ Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).
- $\alpha =$ Angulo que forman T_{h1} y T_{h2} (gr. sexa.).

*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

1.5.6. Esfuerzos descentrados

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$$Esdt = T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (tresbolillo)}$$

$$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

- $ncf =$ número de conductores por fase.
- $T_{0h} =$ Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

1.5.7. Esfuerzos equivalentes

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (H_S + 4,6)$$

Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (H_S + 5,25)$$

Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (H_S + 4,85)$$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = RU \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + RN \cdot L$$

El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será:

$$L_t = L_{tc} \cdot D_c / D_n$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

H_{En} = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

H_S = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

H_F = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

D_n = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

D_c = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

E_{vaRed} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$$E_{vaRed} = E_{va} \cdot H_v / H_{En}$$

RU = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – E_{vaRed}).

RN = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

T_c = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_c = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

L_{tc} = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

L_t = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

1.5.8. Apoyo adoptado

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F,Lt).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_{nt} \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq L_t$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

Lt = Esfuerzo de torsión.

E_n = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

E_{nt} = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

V_n = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

V_{nt} = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

E_T = Esfuerzo de torsión del apoyo.

1.6 CIMENTACIONES (Apdo. 3.6).

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$$M_{ep} = E_p \cdot H_L$$

Siendo:

E_p = Esfuerzo en punta (daN).

H_L = Altura libre del apoyo (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$$M_{ev} = E_{va} \cdot H_v$$

Siendo:

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

E_{va} = 170 · (v/120)² · η · S (apoyos de celosía).

E_{va} = 100 · (v/120)² · S (apoyos con superficies planas).

E_{va} = 70 · (v/120)² · S (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m²).

η = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d₁ = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d₂ = anchura del apoyo en la cogolla (m).

1.6.1. Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$$

Siendo:

M_f = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "M_f" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a - 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

1.6.2. Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$$F_{rt} = \delta_t \cdot \sum (\gamma^2 \cdot L) \cdot \text{tg} [\phi/2]$$

Siendo:

δ_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m³).

γ = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

ϕ = Angulo de las tierras (generalmente = 45°).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$$P_t = V_t \cdot \delta_t, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m³.

δ_t = Densidad de la tierra, en daN/ m³.

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m².

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m².

Al volumen de tierra “ V_t “, habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$$P_h = V_h \cdot \delta_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

δ_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m³.

$V_h = \sum V_{hi}$; los volúmenes “ V_{hi} ” pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m³.

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$; volumen del tronco de pirámide, en m³.

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m³.

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m³.

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide, en m².

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m².

S = Superficie de la base del cubo o pirámide, en m².

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

$$F_{ep} = 0,5 \cdot (M_{ep} + M_{ev} \cdot f) / \text{Base}, \text{ en daN.}$$

Siendo:

M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$$F_V = T_V / 4 + P_a / 4 + P_t + P_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

T_V = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

P_a = Peso del apoyo, en daN.

P_t = Peso de la tierra levantada, en daN.

P_h = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$$F_T = F_{ep} + F_V, \text{ en daN.}$$

Siendo:

F_{ep} = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$$Cs = (F_V + F_{rt}) / F_{ep} > 1,5.$$

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

$$Rt = F_T / S, \text{ en daN/cm}^2.$$

Siendo:

F_V = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

F_{rt} = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

F_{ep} = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F_T = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm^2 .

1.7 CADENA DE AISLADORES.

1.7.1. Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = N_{ia} \cdot U_{me} / L_{if}$$

Siendo:

$NAis$ = número de aisladores de la cadena.

N_{ia} = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

U_{me} = Tensión más elevada de la línea (kV).

L_{if} = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

1.7.2. Cálculo mecánico

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$C_{smv} = Q_a / (P_v + P_{ca}) > 3$$

Siendo:

C_{smv} = Coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Q_a = Carga de rotura del aislador (daN).

P_v = Esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$C_{smh} = Q_a / (T_{oh} \cdot n_{cf}) > 3$$

Siendo:

Csmh = Coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = Número de conductores por fase.

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

1.7.3. Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

1.7.4. Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

$$Pca = NAis \cdot PAis \text{ (daN)}$$

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

1.7.5. Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

$$Eca = k \cdot (DAis / 1000) \cdot Lca \text{ (daN)}$$

Siendo:

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

k = $70 \cdot (v/120)^2$. Según apdo 3.1.2.2.

1.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

1.8.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D = Dadd + Del = 5,3 + Del \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

1.8.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp \text{ (m).}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

k' = 0,75.

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

1.8.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

$$ds = Del \text{ (m), mínimo de 0,2 m.}$$

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

1.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "γ" no podrá ser superior al ángulo "μ" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en apoyos de alineación.}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en apoyos de ángulo.}$$

Siendo:

$\operatorname{tg} \gamma =$ Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

$P_v =$ Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

$Eca =$ Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^{\circ}C+V/2} =$ Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

$Pca =$ Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

$\alpha =$ Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

$R_{av} =$ Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / \operatorname{tg} \mu - P_t$$

1.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$d_H = z \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

Siendo:

$d_H =$ Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

$z =$ Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

$\alpha =$ Ángulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

2. DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

- Tensión de la línea: 15 kV.
- Tensión más elevada de la línea: 17,5 kV.
- Velocidad del viento: 120 km/h.
- Zonas: B.

CONDUCTOR.

- Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).
- Sección: 54.6 mm².
- Diámetro: 9.45 mm.
- Carga de Rotura: 1640 daN.
- Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm².
- Coeficiente de dilatación lineal: 19.1 · 10⁻⁶.
- Peso propio: 0.185 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,292 daN/m.

3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

3.1. Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$dst_{des} = D_{add} + Del = 5,3 + 0,16 = 5,46 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst_{des} = 7 \text{ m.}$$

$$dst_{ais} = 6 \text{ m.}$$

$$dst_{rec} = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

D_{add} = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

3.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

$$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre $L=0$.

F = Flecha máxima (m).

D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo 1

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(5,1 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,62 \text{ m}$$

apoyo 2

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(5,37 + 0,43)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,72 \text{ m}$$

apoyo 3

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(5,37 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,66 \text{ m}$$

apoyo 4

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(8,97 + 0,43)} + 0,75 \cdot 0,2 = 2,14 \text{ m}$$

apoyo 5

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(8,97 + 0,43)} + 0,75 \cdot 0,2 = 2,14 \text{ m}$$

apoyo 6

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(6,36 + 0,43)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,84 \text{ m}$$

apoyo 7

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(6,36 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,79 \text{ m}$$

apoyo 8

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(1,04 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,81 \text{ m}$$

3.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

$$dsa = Del = 0,16 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m.}$$

$$dsa = 0,2 \text{ m.}$$

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

4. ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en los apoyos sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena α no podrá ser superior al ángulo β máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt, \text{ en apoyos de alineación.}$$

$$tg \gamma = (Pv \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + Rav + Eca/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = Etv / Pt, \text{ en apoyos de ángulo.}$$

Siendo:

tg γ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

Pv = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

Eca = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^{\circ}C+V/2}$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una Tª X (- 5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " γ " es mayor del ángulo máximo permitido " μ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = Etv / tg \mu - Pt$$

Apoyos con cadenas de suspensión.

apoyo 2

$$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = (48,31 + 2,27/2) / (28,91 + 6,68/2) = 1,53.$$

$$\gamma = 56,88^{\circ}$$

$$\mu = 62,56^{\circ}$$

apoyo 4

$$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = (47,08 + 2,27/2) / (35,36 + 6,68/2) = 1,25.$$

$$\gamma = 51,24^{\circ}$$

$$\mu = 62,56^{\circ}$$

apoyo 5

$$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = (48,93 + 2,27/2) / (36,46 + 6,68/2) = 1,26.$$

$$\gamma = 51,51^{\circ}$$

$$\mu = 62,56^{\circ}$$

apoyo 6

$$tg \gamma = (Pv + Eca/2) / (P_{-10^{\circ}C+V/2} + Pca/2) = (43,91 + 2,27/2) / (20,09 + 6,68/2) = 1,92.$$

$$\gamma = 62,52^{\circ}$$

$$\mu = 62,56^{\circ}$$

5. CRUZAMIENTOS.

Carretera No Estatal

Anchura: 12 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 11,64 m.

Distancia horizontal al apoyo 3:

Mínima: 0 m.

Calculada: 6,9 m.

Distancia horizontal al apoyo 4:

Mínima: 0 m.

Calculada: 89,78 m.

	AL1/8-ST1A)										
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	413,1	2,68	128	2,68	515,9	2,65	2,06
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	413,1	6,35	128	6,36	515,9	6,29	4,88
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	366,4	0,98	107,1	1,04	472,1	0,94	0,28

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos			Desviación Cadenas Aisladores -10°C+V/2 Th(daN)
					-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	450,1	542,3	282,7	
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	450,1	542,3	282,7	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	446,3	539,2	276,9	
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	446,3	539,2	276,9	
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	446,3	539,2	276,9	
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	446,3	539,2	276,9	
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	477,9	543,7	404,1	

6. TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima	
					-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	450,1	542,3
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	450,1	542,3
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	446,3	539,2
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	446,3	539,2
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	446,3	539,2
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	446,3	539,2
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	477,9	543,7
Vano	Conductor	Longit. (m)	Desviación horizontal viento (m)			
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	4,84m a 83.94m apoyo 1			
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	5,1m a 86.16m apoyo 2			
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	2,03m a 54.34m apoyo 3			
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	8,52m a 111.3m apoyo 4			
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	2,55m a 60.9m apoyo 5			
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	6,03m a 93.7m apoyo 6			
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	0,93m a 34.7m apoyo 7			

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima -15°C F(m)
					15°C+V		50°C		0°C+H		
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	413,4	5,09	128,1	5,1	516,6	5,04	3,77
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	413,4	5,36	128,1	5,37	516,6	5,31	3,97
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	413,1	2,13	128	2,14	515,9	2,12	1,64
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	413,1	8,96	128	8,97	515,9	8,88	6,88

7. TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	173	3,77	168	3,88	163,3	3,99	159	4,1
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	173	3,97	168	4,09	163,3	4,21	159	4,32
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	166,6	1,64	162,5	1,68	158,6	1,72	154,9	1,77
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	166,6	6,88	162,5	7,06	158,6	7,23	154,9	7,4
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	166,6	2,06	162,5	2,11	158,6	2,16	154,9	2,21
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	166,6	4,88	162,5	5	158,6	5,13	154,9	5,25
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	403	0,28	365,7	0,31	329,7	0,34	295,3	0,38

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)								
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	154,9	4,21	151,2	4,32	147,6	4,42	144,3	4,52	141,2	4,62
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	154,9	4,44	151,2	4,55	147,6	4,66	144,3	4,76	141,2	4,87
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	151,5	1,8	148,3	1,84	145,2	1,88	142,4	1,92	139,7	1,96
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	151,5	7,57	148,3	7,74	145,2	7,9	142,4	8,06	139,7	8,22
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	151,5	2,26	148,3	2,31	145,2	2,36	142,4	2,41	139,7	2,46
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	151,5	5,37	148,3	5,48	145,2	5,6	142,4	5,71	139,7	5,82
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	262,9	0,42	233,3	0,48	206,9	0,54	184	0,61	164,6	0,68

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)									
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	138,3	4,72	135,5	4,82	132,9	4,91	130,4	5	128,1	5,1	9
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	138,3	4,97	135,5	5,07	132,9	5,17	130,4	5,27	128,1	5,37	9
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	137,1	1,99	134,6	2,03	132,3	2,07	130,1	2,1	128	2,14	8,86
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	137,1	8,37	134,6	8,52	132,3	8,68	130,1	8,82	128	8,97	8,86
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	137,1	2,5	134,6	2,55	132,3	2,59	130,1	2,64	128	2,68	8,86
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	137,1	5,93	134,6	6,04	132,3	6,15	130,1	6,25	128	6,36	8,86
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	148,4	0,75	135,1	0,83	124	0,9	114,9	0,97	107,1	1,04	12,62

8. CALCULO DE APOYOS.

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		152,1	156,7	1.350,3		307,1		1.626,8	
2	Alin. Susp.		302,6	353			565,2			
3	Ang. Am.	88,8°; apo.2	297,6	428,8	15,2		486,2	90,8	12,3	
4	Alin. Susp.		355	362,7			667,7			
5	Alin. Susp.		358,3	376,3			681			
6	Alin. Susp.		277,5	322,3			466,6			
7	Ang. Am.	80°; apo.8	296,5	961,7	123,8		486,9	749,5	17,6	
8	Fin Línea		130,1	72,8	1.433,6		256,6		1.631	

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)				
1	Fin Línea									238,1		632,6	1,5	1,62
2	Alin. Susp.		565,2		151,3									1,72
3	Ang. Am.	88,8°; apo.2	486,2	84,2	323,5									1,66
4	Alin. Susp.		667,7	0,1	158,4									2,14
5	Alin. Susp.		681	0,8	158,4									2,14
6	Alin. Susp.		466,6	0,5	150,5									1,84
7	Ang. Am.	80°; apo.8	486,9	696,2	319,5									1,79
8	Fin Línea									199,4		543,7	1,5	0,81

9. APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)
1	Fin Línea	Celosia recto	N		14	2.000	600	600	1.400	1,5
2	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	500	600	600	500	1,5
3	Ang. Am.	Celosia recto	R	177,6°	12	1.000	600	600	700	1,5
4	Alin. Susp.	Celosia recto	R		16	500	600	600	500	1,5
5	Alin. Susp.	Celosia recto	N		18	500	600	600	500	1,5
6	Alin. Susp.	Celosia recto	N		14	500	600	600	500	1,5
7	Ang. Am.	Celosia recto	N	160°	14	2.000	600	600	1.400	1,5
8	Fin Línea	Celosia recto	N		10	2.000	600	600	1.400	1,5

10. CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,75	1,75						0,6	80
2	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
3	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Plana	2	2			1,5	1,1	0,6		195
4	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,58	2,5	0,65	0,6	1,25	1,1	0,6		230
5	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,58	2,5	0,65	0,6	1,25	1,1	0,6		230
6	Alin. Susp.	Celosia recto	Bóveda Triang.	2,07	2	0,55	0,6	1	1,1	0,6		195
7	Ang. Am.	Celosia recto	Bóveda Plana	1,97	2			1,5	1,1	0,6		195
8	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,5	1,5						0,6	65

11. CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
2	A.lin. Susp.	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
3	Ang. Am.	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
4	A.lin. Susp.	500	14,65	7.325	440,2	6,39	2.813,2	10.138,2
5	A.lin. Susp.	500	16,65	8.325	530,7	7,21	3.826,7	12.151,7
6	A.lin. Susp.	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
7	Ang. Am.	2.000	12,1	24.200	412,3	5,38	2.217,1	26.417,1
8	Fin Línea	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,8	17.433,8

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE	
				Coefic. Comp. (daN/m³)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)
1	Fin Línea	1,3	2,15	10	43.734,68
2	Alin. Susp.	1,28	1,55	10	14.026,9
3	Ang. Am.	1,26	1,75	10	20.368,21

4	Alin. Susp.	1,41	1,6	10	18.040,3
5	Alin. Susp.	1,51	1,6	10	20.174,64
6	Alin. Susp.	1,28	1,55	10	14.026,9
7	Ang. Am.	1,3	2,15	10	43.734,68
8	Fin Línea	1,07	2,05	10	28.956,78

2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	172,32	0,72	170,15	4,92	5,06
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	108,68	4,54	179,75	1,98	2,02
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	222,56	2,46	179,75	8,29	8,5
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	121,76	-2,29	179,75	2,48	2,54
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	187,35	7,04	179,75	5,88	6,02
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	69,41	4,02	69,41	0,75	0,82

12. CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Lif (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
1	Fin Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
2	Alin. Susp.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
3	Ang. Am.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
4	Alin. Susp.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
5	Alin. Susp.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
6	Alin. Susp.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
7	Ang. Am.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
8	Fin Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
1	Fin Línea	3 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	75,69	92,48	542,26	12,91
2	Alin. Susp.	3 C.Su.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	123,38	56,73	96,66	72,42
3	Ang. Am.	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	72,73	96,24	542,26	12,91
4	Alin. Susp.	3 C.Su.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	145,9	47,98	94,2	74,31
5	Alin. Susp.	3 C.Su.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	150,35	46,56	97,9	71,5
6	Alin. Susp.	3 C.Su.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	90,55	77,31	87,85	79,68
7	Ang. Am.	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	96,46	72,57	543,67	12,88
8	Fin Línea	3 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	63,87	109,6	543,67	12,88

13. CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
1	Fin Línea	73,3	72,9
2	Alin. Susp.	105,8	106,3
3	Ang. Am.	99,5	100,4
4	Alin. Susp.	127,5	126,8
5	Alin. Susp.	130,8	130,1
6	Alin. Susp.	77,7	79,1
7	Ang. Am.	60,3	72,2
8	Fin Línea	109,4	96,6

14. FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima	
					-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	167,89	-2,12	170,15	4,67	4,8

APÉNDICE 5. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

ÍNDICE DEL APÉNDICE DE CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.....	71
2.	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.....	71
3.	CORTOCIRCUITOS.....	71
3.1	Observaciones.....	71
3.2	Cálculo de corrientes de cortocircuito.....	71
3.3	Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.....	72
3.4	Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.....	72
4.	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	72
4.1	Comprobación por densidad de corriente.....	72
4.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica.....	72
4.3	Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.....	72
5.	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	73
6.	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	73
7.	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.....	73
8.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	74
8.1	Investigación de las características del suelo.....	74
8.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	74
8.3	Diseño de la instalación de tierra.....	74
8.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.....	74
8.5	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	75
8.6	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	75
8.7	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	76
8.8	Investigación de las tensiones transferibles al exterior.....	77
8.9	Corrección del diseño inicial.....	77

1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p);$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
Trafo 1	630	15	24.25

2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s);$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_s = Tensión compuesta secundaria en V.

I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
Trafo ETAP	630	400	909.35

3. CORTOCIRCUITOS.

3.1 Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

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

U_p = Tensión compuesta primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

3.3 Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Sc _c (MVA)	U _p (kV)	I _{ccp} (kA)
500	15	19.25

3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	U _s (V)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
Trafo ETAP	630	400	4	22.73

4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 20 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 50 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

4.1 Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W),$$

Siendo:

$\sigma_{\text{máx}}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.3 Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{\text{th}} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(\Delta T / t)}$$

Siendo:

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica en SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{\text{th}} \geq 20 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	63

Para la protección contra sobrecargas y homopolar se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase y rodeando las tres fases, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Asimismo, dispondrá de termómetro para la protección propia del transformador por elevación de temperatura.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

6. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}),$$

Siendo:

W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

7. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

8. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1 Investigación de las características del suelo.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Ωm .

8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{\text{dmáx}}$ (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3 Diseño de la instalación de tierra.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 15000$ V.
- Puesta a tierra del neutro:
- Rígidamente unida a tierra.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, $U_{\text{bt}} = 10000$ V.
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 150.
 - ρ_{H} hormigón (Ωm): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_E), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho (\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = I_{d\max} (A)$$

- Aumento del potencial de tierra, U_E :

$$U_E = R_t \cdot I_d (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 40-25/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 4x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.146$.
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0309$.
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0924$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.146 \cdot 150 = 21.9 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\max} = 300 A.$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 21.9 \cdot 300 = 6570 V.$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

8.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0309 \cdot 150 \cdot 300 = 1390.5 V.$$

8.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p \text{ (acc)} = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0924 \cdot 150 \cdot 300 = 4158 \text{ V.}$$

8.7 Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000) \text{ V.}$$

$$Up \text{ (acc)} = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0,106)].$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

$Up =$ Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$Up \text{ (acc)} =$ Tensión en el acceso admisible, en voltios.

$Uca =$ Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

$Rac =$ Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω .

$Cs =$ Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

$C_H =$ Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

$hs =$ Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

$h_H =$ Espesor de la capa de hormigón, en m.

$\rho =$ Resistividad natural del terreno, en Ωm .

$\rho_s =$ Resistividad superficial del suelo, en Ωm .

$\rho_H =$ Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

$t =$ Tiempo de duración de la falta, en segundos.

$t' =$ Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

$t'' =$ Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$Up \text{ (acc)} = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56 \text{ V.}$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'p = 1390.5 \text{ V.}$	£	$Up = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'p \text{ (acc)} = 4158 \text{ V.}$	£	$Up \text{ (acc)} = 18978.56 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$UE = 6570 \text{ V.}$	£	$Ubt = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$Id = 300 \text{ A.}$	>	

8.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en Ωm .

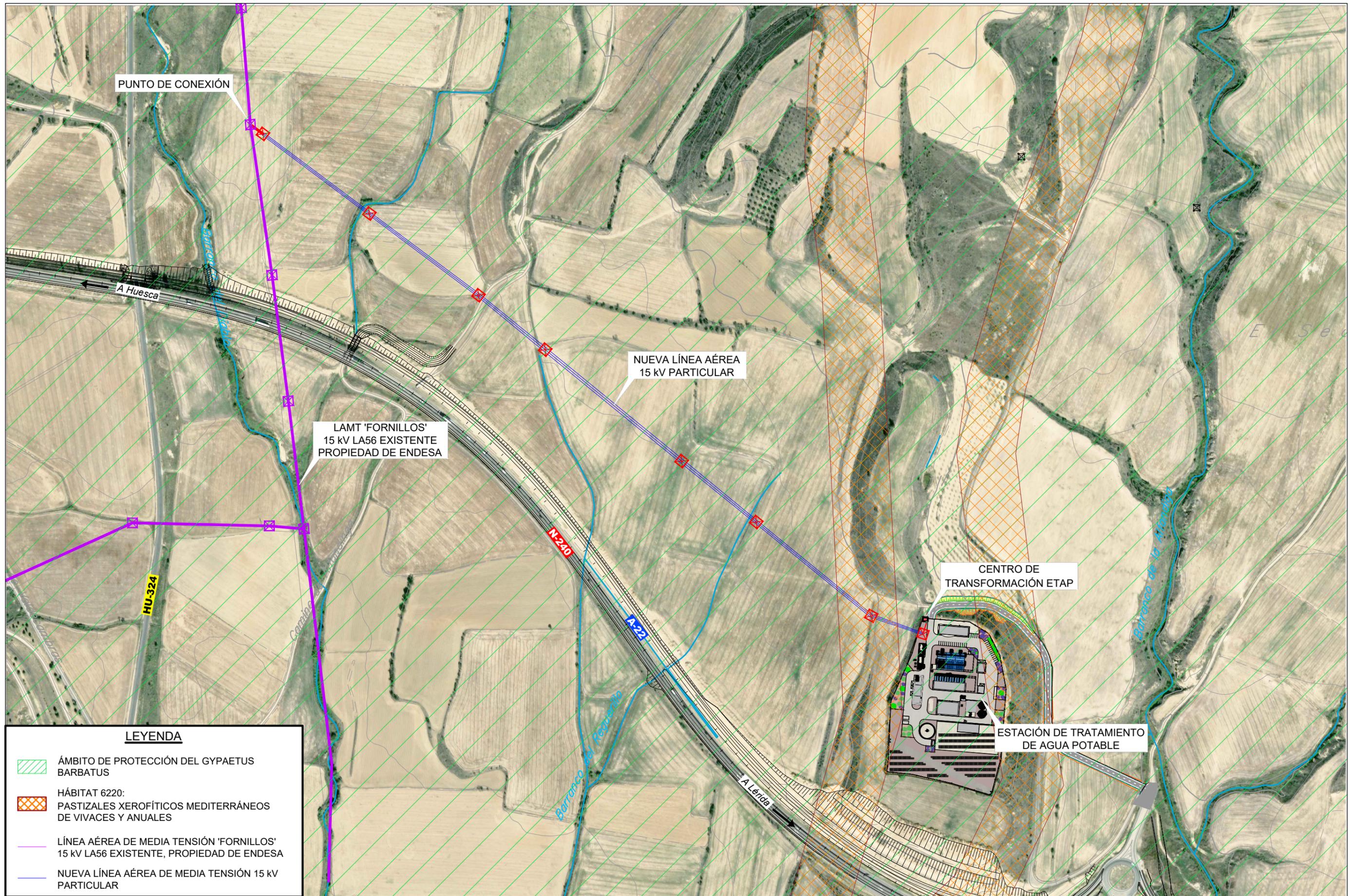
I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2 , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9 Corrección del diseño inicial.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

APÉNDICE 6. FIGURAS AMBIENTALES



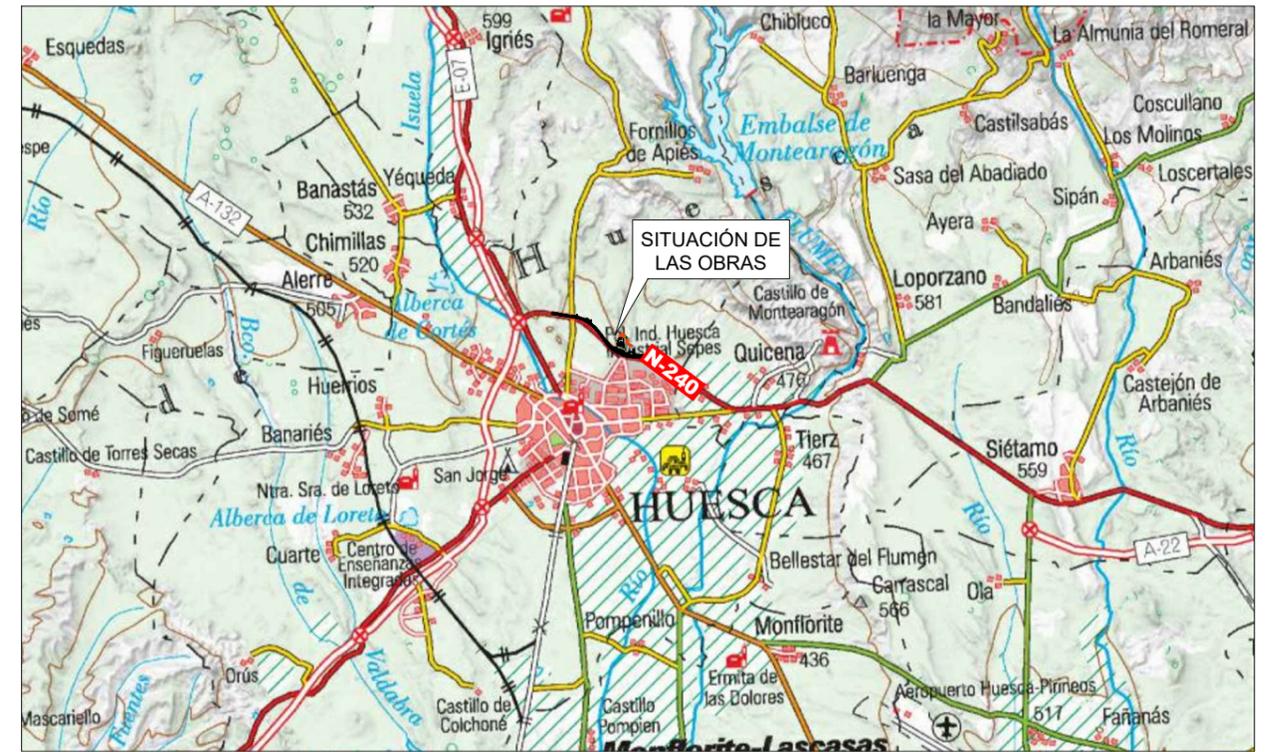
LEYENDA

- ÁMBITO DE PROTECCIÓN DEL GYPAETUS BARBATUS
- HÁBITAT 6220: PASTIZALES XEROFÍTICOS MEDITERRÁNEOS DE VIVACES Y ANUALES
- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 'FORNILLOS' 15 kV LA56 EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA
- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR

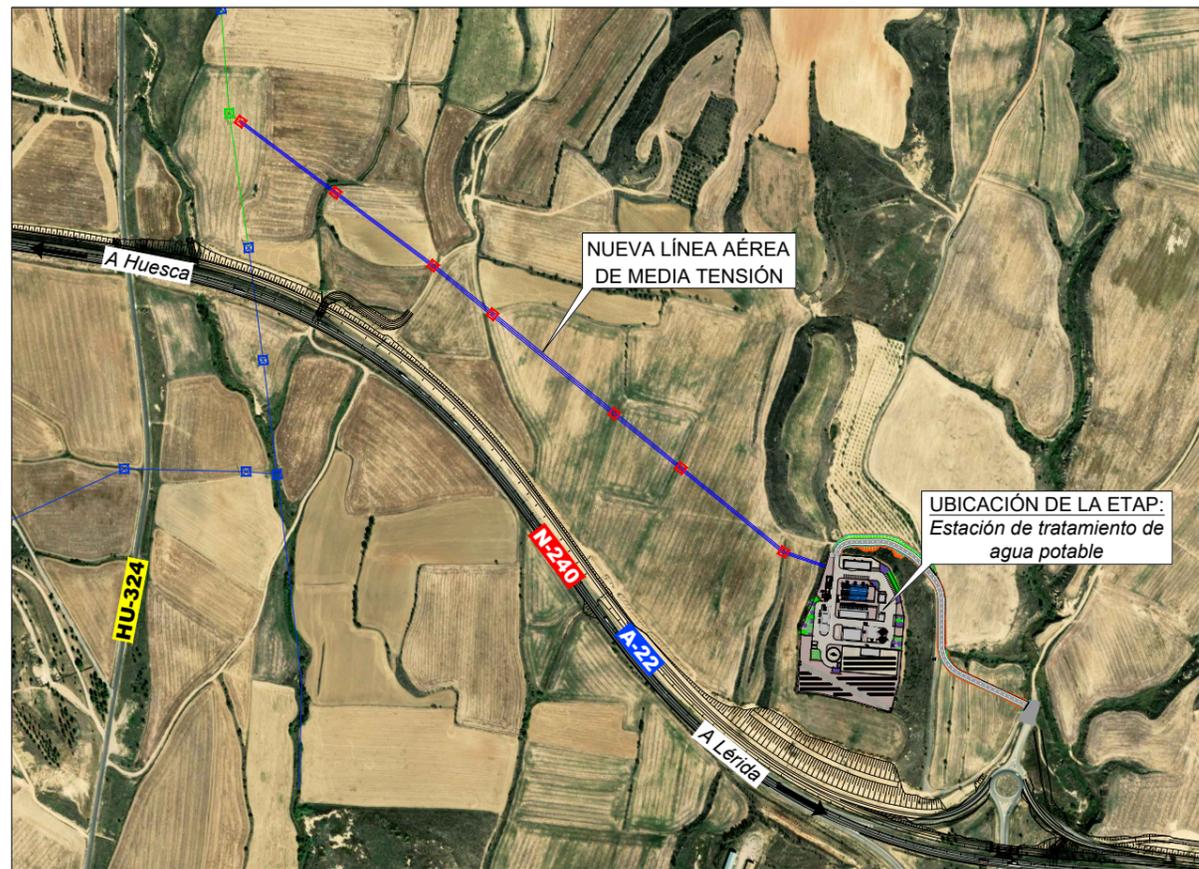
APÉNDICE 7. PLANOS



MAPA DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/10.000.000



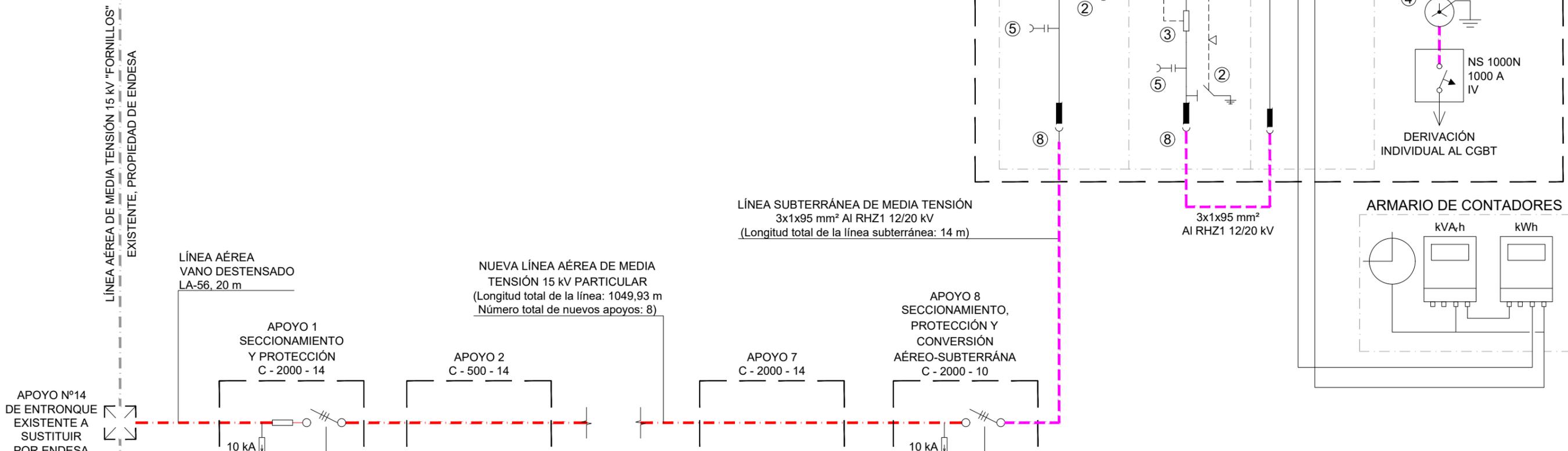
PLANO DE SITUACIÓN
ESCALA: 1/150.000



PLANO DE EMPLAZAMIENTO
ESCALA: 1/25.000

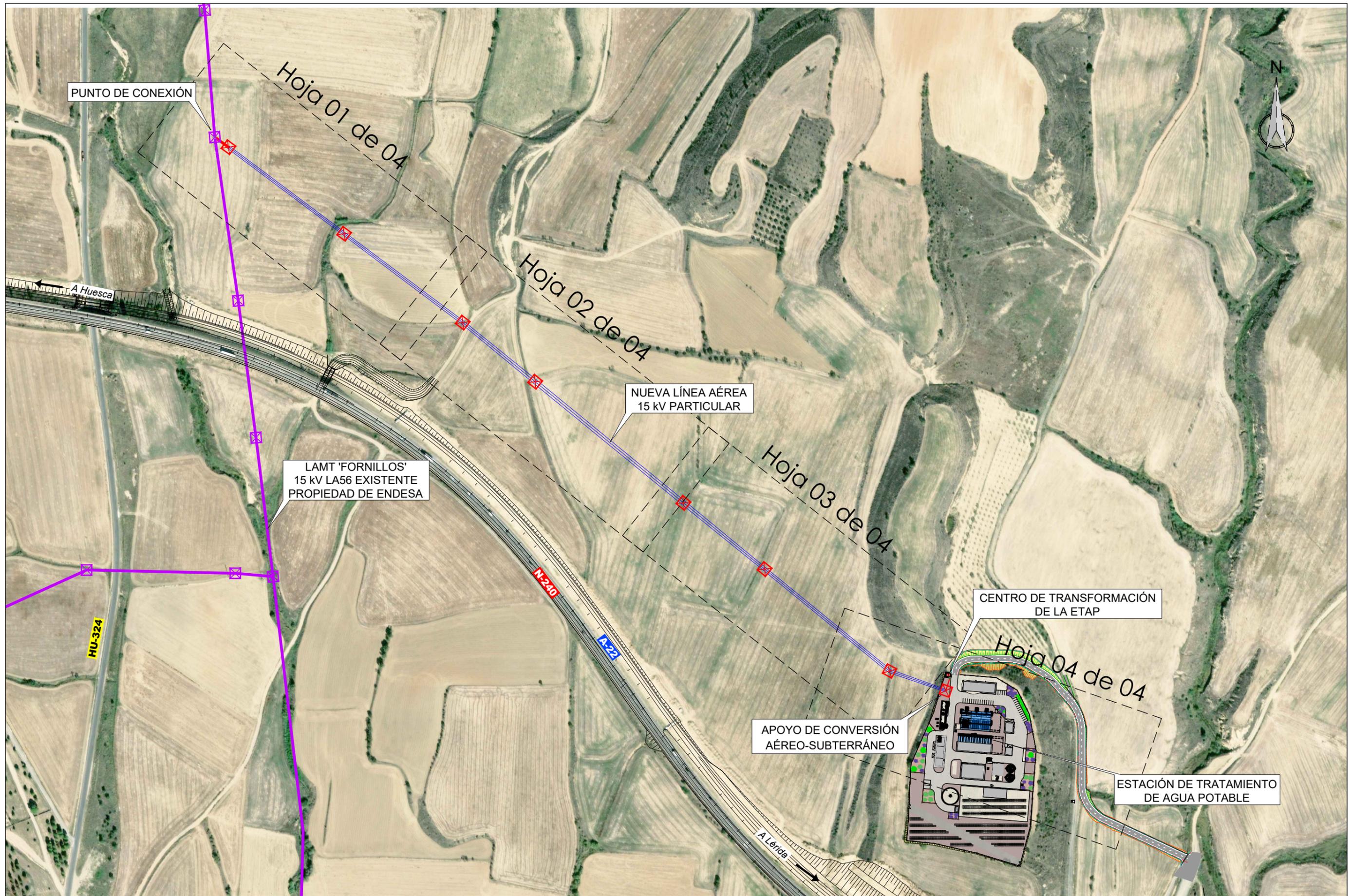
ÍNDICE DE PLANOS		
PLANO Nº	TÍTULO DEL PLANO	Nº HOJAS
1	SITUACIÓN, EMPLAZAMIENTO E ÍNDICE DE PLANOS	1
2	ESQUEMA UNIFILAR	1
3	PLANTA GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	1
4	LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV	
4.1	PLANTA DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	4
4.2	PERFIL LONGITUDINAL	4
4.3	APOYOS PRINCIPIO Y FINAL DE LÍNEA	1
4.4	APOYOS INTERMEDIOS	1
4.5	CRUCETAS Y CIMENTACIONES	1
4.6	CADENAS DE AISLADORES Y PROTECCIÓN AVIFAUNA	1
5	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO	
5.1	PLANTA	1
5.2	OBRA CIVIL	1
5.3	RED DE TIERRAS	1
6	PARCELAS AFECTADAS	4

**CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ABONADO
"ETAP HUESCA"**



LEYENDA

- ① INTERRUPTOR-SECCIONADOR III
- ② SECCIONADOR III DE P.A.T.
- ③ FUSIBLES APR
- ④ TRANSFORMADOR DE POTENCIA
- ⑤ DETECTOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN
- ⑥ TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
- ⑦ TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- ⑧ TERMINAL DE CONEXIÓN
- BOTELLA DE CONEXIÓN CON CELDA
- LAMT 'FORNILLOS' 15 kV LA56 EXISTENTE PROPIEDAD DE ENDESA
- - - - - NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 3x1x95 mm² AI RHZ1 12/20 kV





APOYO N°14
L.A.M.T. DE ENDESA
PUNTO DE CONEXIÓN
APOYO DE ENTRONQUE (Ver nota)

LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV FORNILLOS
EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA

COORDENADAS DE LOS APOYOS Y LA ARQUETA

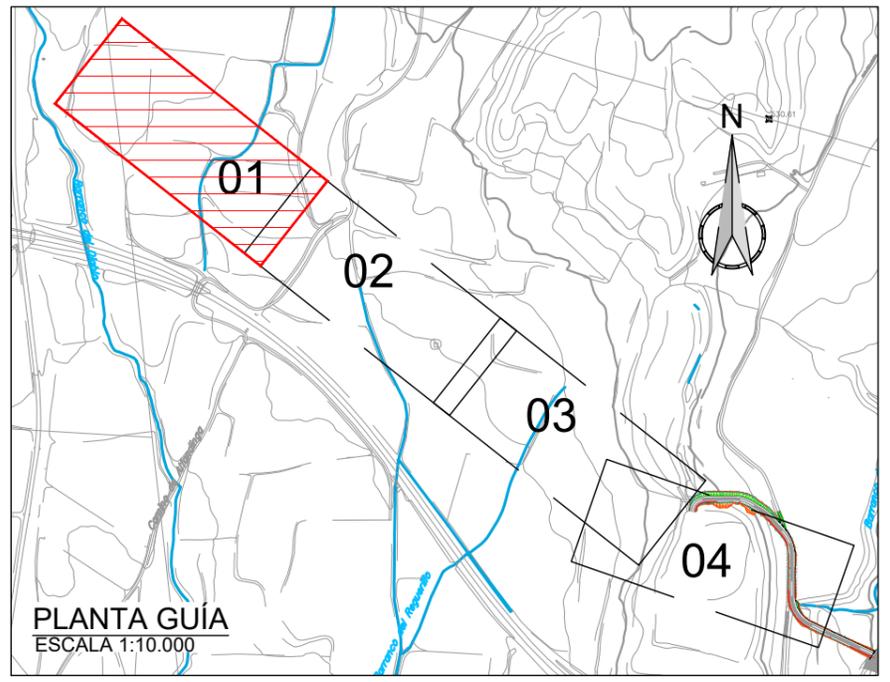
APOYO	X	Y
N°14	714.272,147	4.671.004,808
A1	714.288,162	4.670.992,828
A2	714.422,396	4.670.892,412
A3	714.560,392	4.670.789,182
A4	714.644,511	4.670.720,548
A5	714.817,024	4.670.579,792
A6	714.911,396	4.670.502,792
A7	715.056,549	4.670.384,360
A8	715.122,138	4.670.361,696
AR1	715.124,197	4.670.370,290

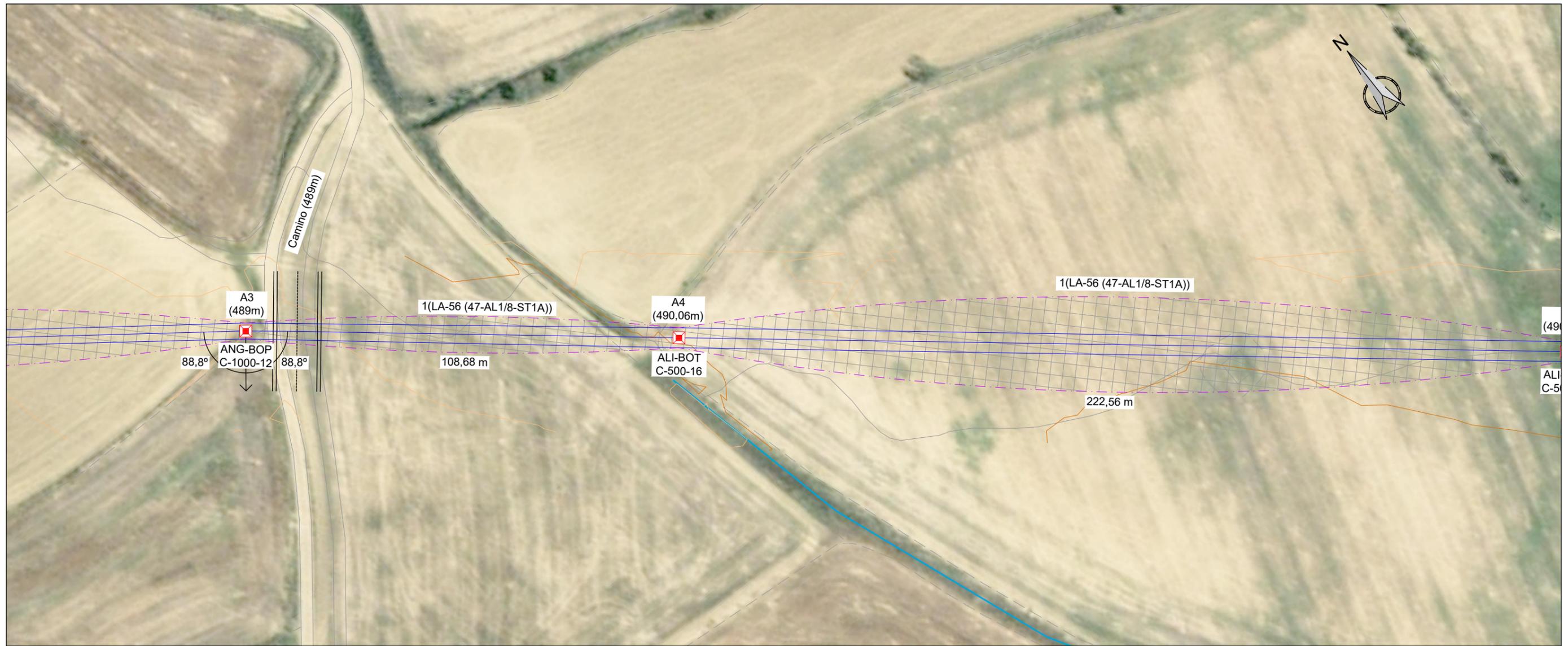
NOTA:
ENDESA SUSTITUIRÁ AL ACTUAL APOYO TM 14-500 POR UN APOYO TM14-2000 TR+ TR PARA LA DERIVACIÓN DE LA NUEVA LÍNEA DE CLIENTE

DENOMINACIÓN U.N.E.		LA-56
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm²)	ALUMINIO (AL1)	46,8
	ACERO (ST1A)	7,8
	TOTAL (AL1/ST1A)	54,6
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº DE ALAMBRES: 6 DIÁMETRO (mm): 3,15
	ACERO	Nº DE ALAMBRES: 1 DIÁMETRO (mm): 3,15
		NÚCLEO DE ACERO (mm): 3,15 CABLE COMPLETO (mm): 9,45
	DIÁMETRO	
CARGA DE ROTURA DAN		1.640
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C Ω/km		0,6136
MASA (kg/m)		0,1891
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO (kg/mm²)		7.900
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL °C (mmx10 ⁻⁶)		19,1

LEYENDA

- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR
- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV 'FORNILLOS' EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV
- Denominación U.N.E. (Ver tabla)
- ÁREA DE VUELO DE LA LÍNEA AÉREA
- Longitud del vano
- APOYO DE ENTRONQUE A SUSTITUIR POR ENDESA
- Número de apoyo y cota del terreno
- NUEVO APOYO DE LA LÍNEA AÉREA
- Tipo de apoyo y designación
- NUEVO APOYO DE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO
- ARQUETA





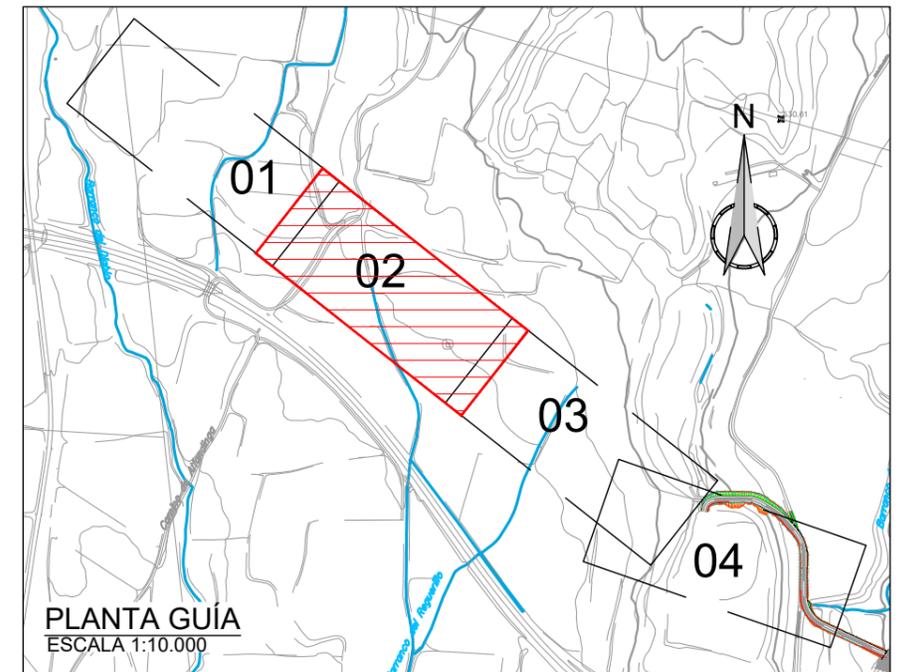
COORDENADAS DE LOS APOYOS Y LA ARQUETA

APOYO	X	Y
Nº14	714.272,147	4.671.004,808
A1	714.288,162	4.670.992,828
A2	714.422,396	4.670.892,412
A3	714.560,392	4.670.789,182
A4	714.644,511	4.670.720,548
A5	714.817,024	4.670.579,792
A6	714.911,396	4.670.502,792
A7	715.056,549	4.670.384,360
A8	715.122,138	4.670.361,696
AR1	715.124,197	4.670.370,290

DENOMINACIÓN U.N.E.		LA-56
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm²)	ALUMINIO (AL1)	46,8
	ACERO (ST1A)	7,8
	TOTAL (AL1/ST1A)	54,6
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº DE ALAMBRES 6
		DIÁMETRO (mm) 3,15
	ACERO	Nº DE ALAMBRES 1
		DIÁMETRO (mm) 3,15
DIÁMETRO	NÚCLEO DE ACERO (mm) 3,15	
	CABLE COMPLETO (mm) 9,45	
CARGA DE ROTURA DAN		1.640
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C Ω/km		0,6136
MASA (kg/m)		0,1891
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO (kg/mm²)		7.900
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL °C (mmx10 ⁻⁶)		19,1

LEYENDA

- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR
- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV 'FORNILLOS' EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV
- Denominación U.N.E. (Ver tabla)
- ÁREA DE VUELO DE LA LÍNEA AÉREA
- Longitud del vano
- APOYO DE ENTRONQUE A SUSTITUIR POR ENDESA
- Número de apoyo y cota del terreno
- NUEVO APOYO DE LA LÍNEA AÉREA
- Tipo de apoyo y designación
- NUEVO APOYO DE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO
- ARQUETA





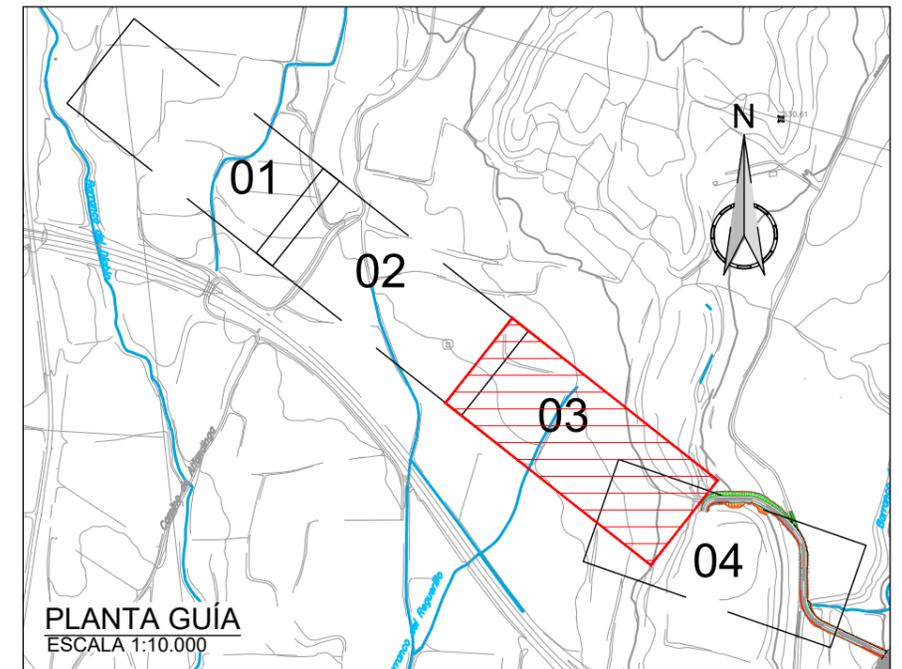
COORDENADAS DE LOS APOYOS Y LA ARQUETA

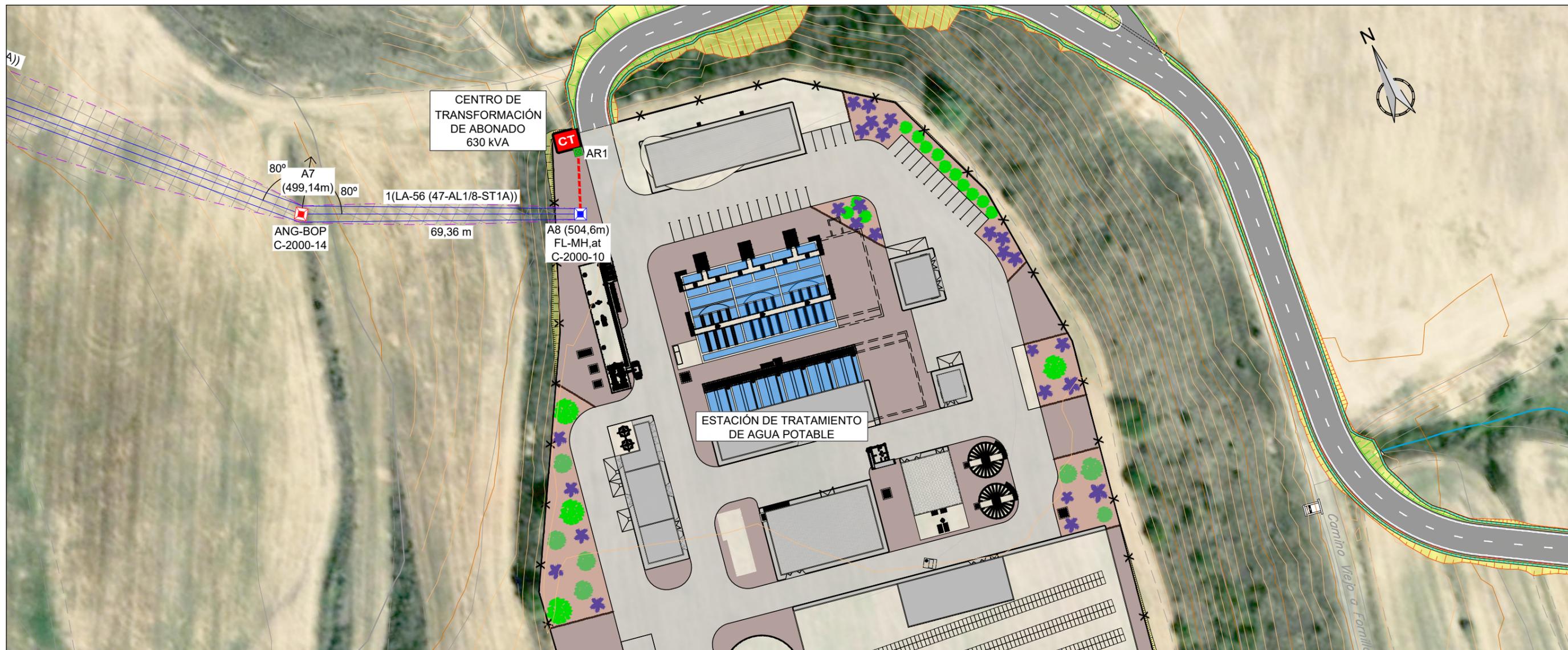
APOYO	X	Y
Nº14	714.272,147	4.671.004,808
A1	714.288,162	4.670.992,828
A2	714.422,396	4.670.892,412
A3	714.560,392	4.670.789,182
A4	714.644,511	4.670.720,548
A5	714.817,024	4.670.579,792
A6	714.911,396	4.670.502,792
A7	715.056,549	4.670.384,360
A8	715.122,138	4.670.361,696
AR1	715.124,197	4.670.370,290

DENOMINACIÓN U.N.E.		LA-56
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm²)	ALUMINIO (AL1)	46,8
	ACERO (ST1A)	7,8
	TOTAL (AL1/ST1A)	54,6
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº DE ALAMBRES: 6 DIÁMETRO (mm): 3,15
	ACERO	Nº DE ALAMBRES: 1 DIÁMETRO (mm): 3,15
		NÚCLEO DE ACERO (mm): 3,15 CABLE COMPLETO (mm): 9,45
	DIÁMETRO	
CARGA DE ROTURA DAN		1.640
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C Ω/km		0,6136
MASA (kg/m)		0,1891
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO (kg/mm²)		7.900
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL °C (mmx10 ⁻⁶)		19,1

LEYENDA

- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR
- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV 'FORNILLOS' EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV
- Denominación U.N.E. (Ver tabla)
- ÁREA DE VUELO DE LA LÍNEA AÉREA
- Longitud del vano
- APOYO DE ENTRONQUE A SUSTITUIR POR ENDESA
- Número de apoyo y cota del terreno
- NUEVO APOYO DE LA LÍNEA AÉREA
- Tipo de apoyo y designación
- NUEVO APOYO DE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO
- ARQUETA





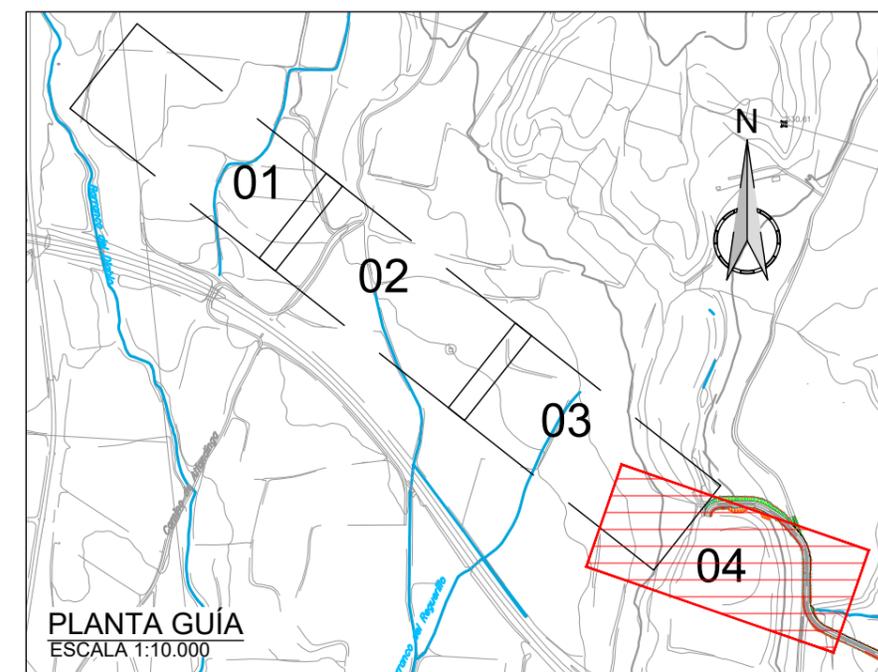
COORDENADAS DE LOS APOYOS Y LA ARQUETA

APOYO	X	Y
Nº14	714.272,147	4.671.004,808
A1	714.288,162	4.670.992,828
A2	714.422,396	4.670.892,412
A3	714.560,392	4.670.789,182
A4	714.644,511	4.670.720,548
A5	714.817,024	4.670.579,792
A6	714.911,396	4.670.502,792
A7	715.056,549	4.670.384,360
A8	715.122,138	4.670.361,696
AR1	715.124,197	4.670.370,290

DENOMINACIÓN U.N.E.		LA-56
SECCIÓN TRANSVERSAL (mm²)	ALUMINIO (AL1)	46,8
	ACERO (ST1A)	7,8
	TOTAL (AL1/ST1A)	54,6
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº DE ALAMBRES
		DIÁMETRO (mm)
	ACERO	Nº DE ALAMBRES
		DIÁMETRO (mm)
DIÁMETRO	NÚCLEO DE ACERO (mm)	3,15
	CABLE COMPLETO (mm)	9,45
CARGA DE ROTURA DAN		1.640
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20°C Ω/km		0,6136
MASA (kg/m)		0,1891
MÓDULO DE ELASTICIDAD TEÓRICO (kg/mm²)		7.900
COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL °C (mmx10 ⁻⁶)		19,1

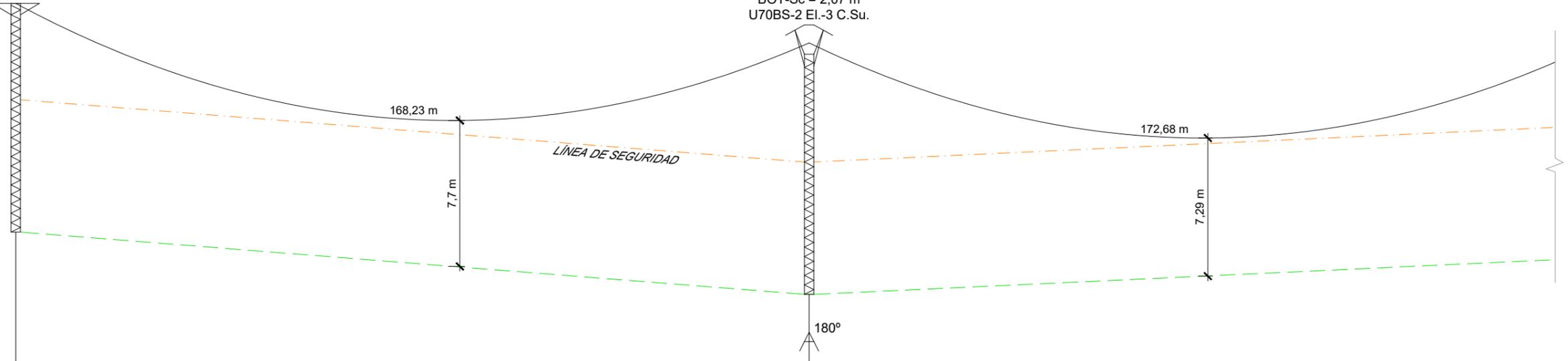
LEYENDA

- NUEVA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV PARTICULAR
- LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV 'FORNILLOS' EXISTENTE, PROPIEDAD DE ENDESA
- NUEVA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN 15 kV
- Denominación U.N.E. (Ver tabla)
- ÁREA DE VUELO DE LA LÍNEA AÉREA
- Longitud del vano
- APOYO DE ENTRONQUE A SUSTITUIR POR ENDESA
- Número de apoyo y cota del terreno
- NUEVO APOYO DE LA LÍNEA AÉREA
- Tipo de apoyo y designación
- NUEVO APOYO DE CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO
- ARQUETA



F.Línea-C-2000-14
MH,at-Sc = 1,75 m
U70BS-2 El.-3 C.Am.

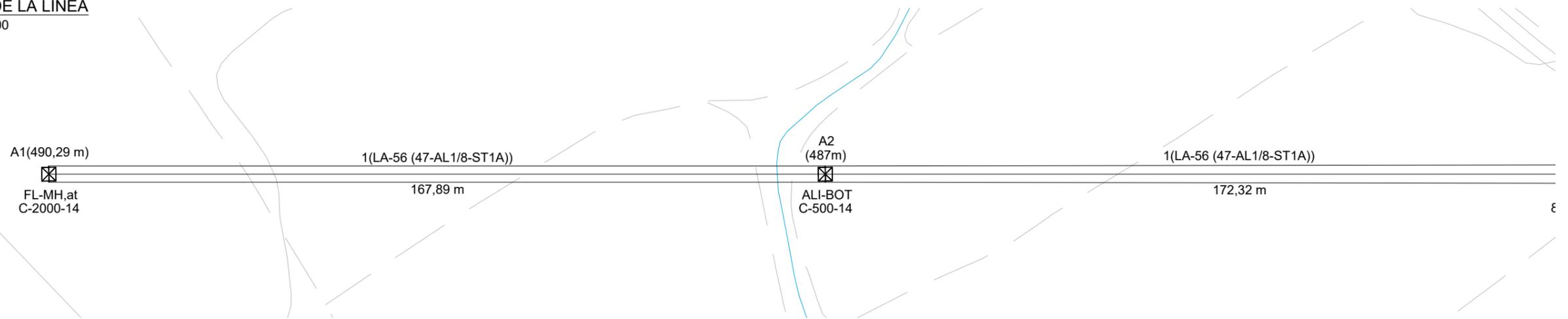
Alinea.-C-500-14
BOT-Sc = 2,07 m
U70BS-2 El.-3 C.Su.

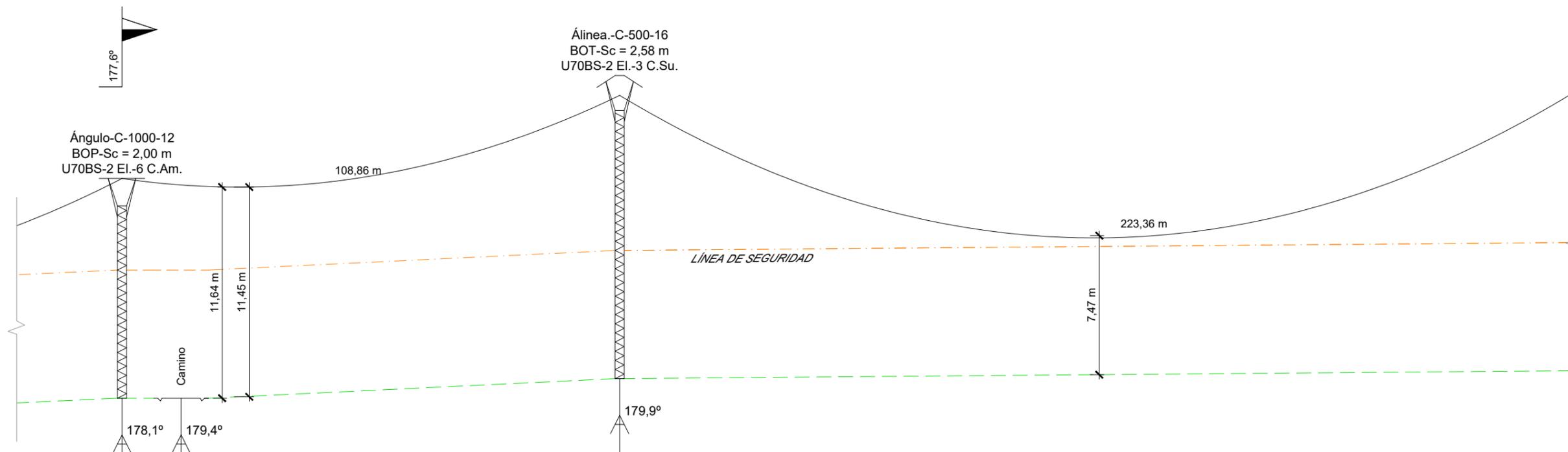


PLANO COMPARACIÓN= 482 m

APOYO	1	2	
COTAS DEL TERRENO (m)	490,29	487	
DESNIVEL (m)		-3,29	1,99
DISTANCIAS PARCIALES (m)		167,89	
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	167,89	
LONGITUD VANO (m)		167,89	172,32
ZONA		B	B

PLANTA DE LA LÍNEA
Escala 1:1.000

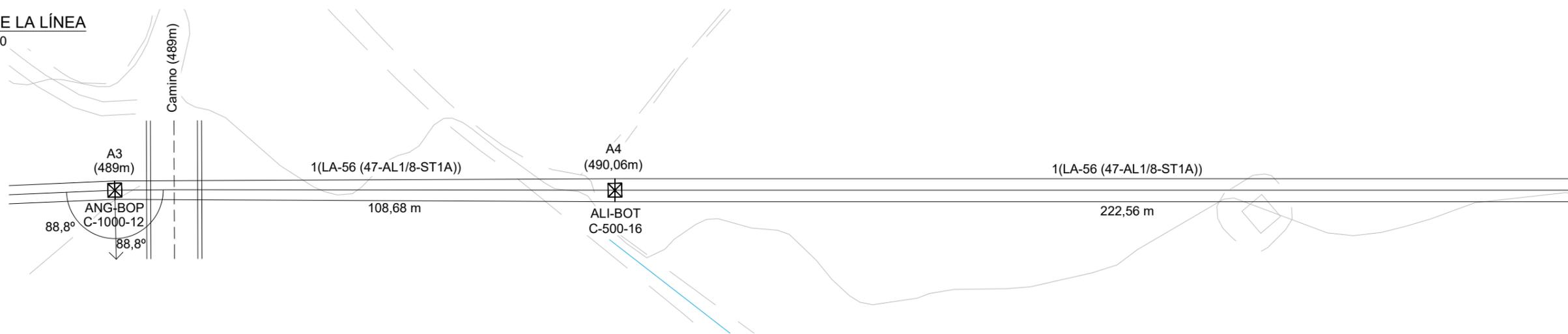


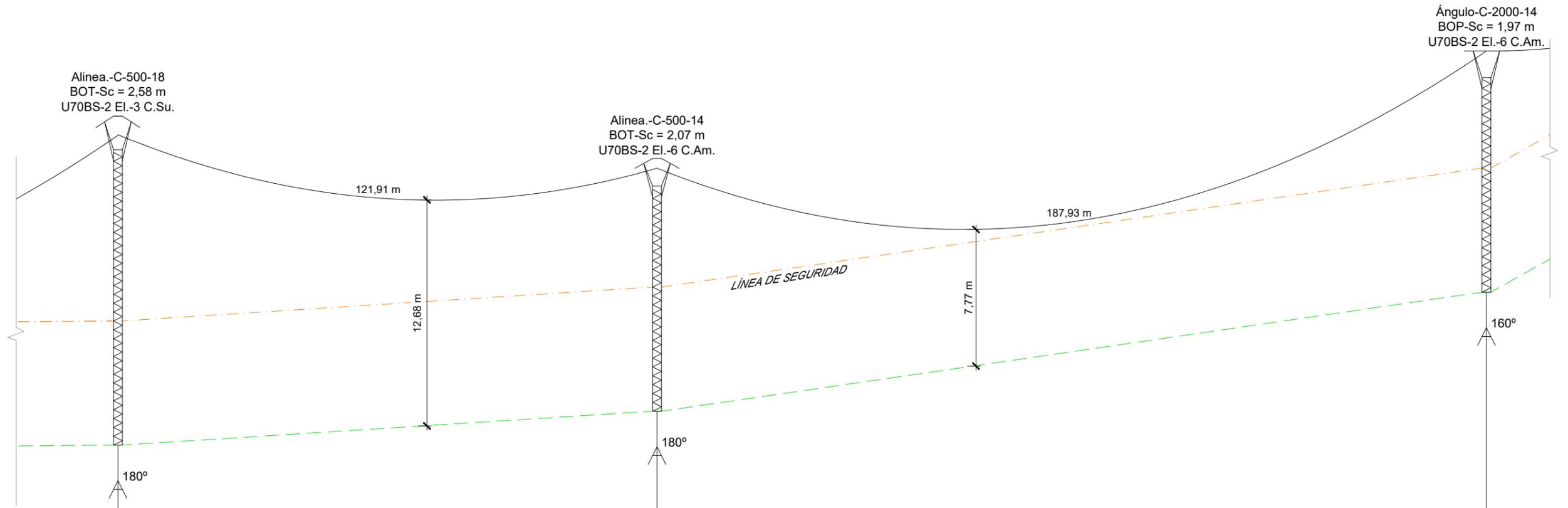


PLANO COMPARACIÓN= 482 m

APOYO	3	4	
COTAS DEL TERRENO (m)	489	490,06	
DESNIVEL (m)		1,07	0,46
DISTANCIAS PARCIALES (m)	172,32	108,68	
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	340,21	448,89	
LONGITUD VANO (m)		108,68	222,56
ZONA		B	B

PLANTA DE LA LÍNEA
Escala 1:1.000

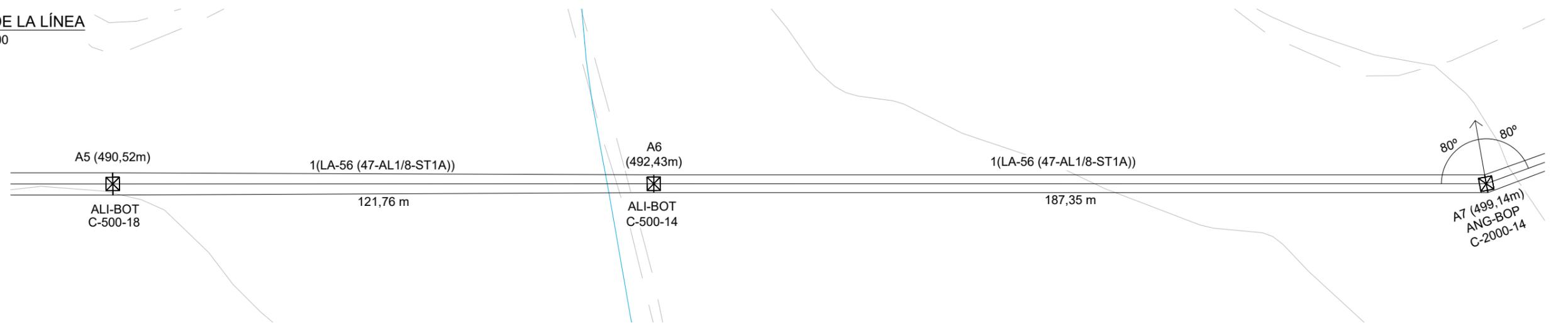


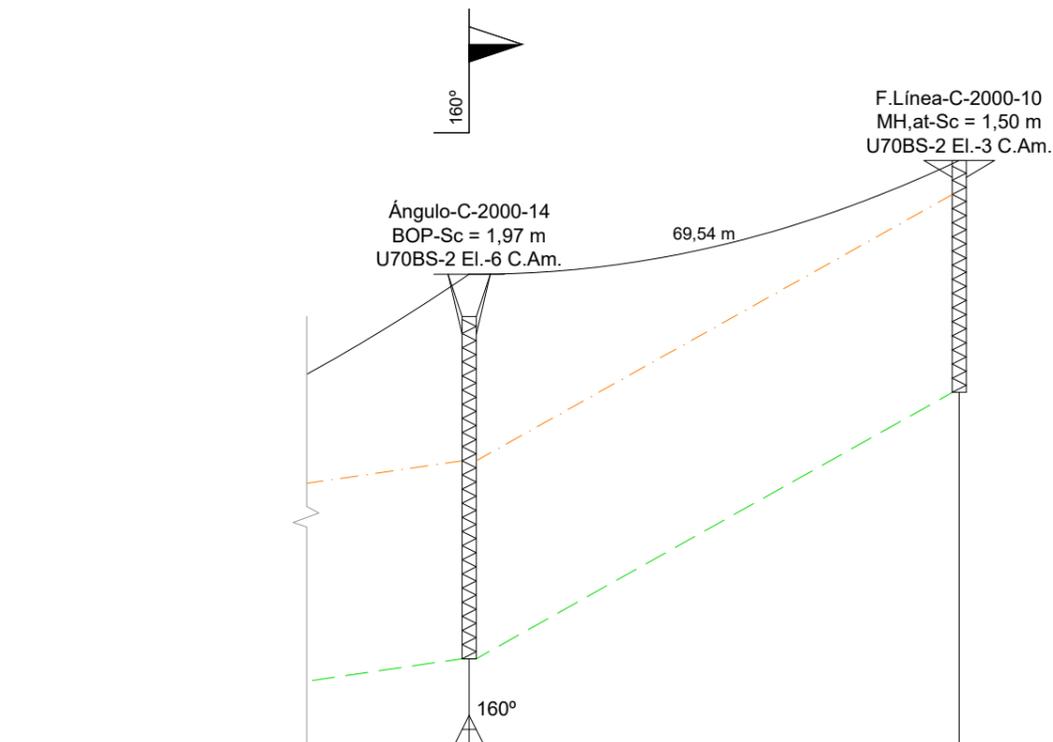


PLANO COMPARACIÓN= 482 m

APOYO	5	6	7
COTAS DEL TERRENO (m)	490,52	492,43	499,14
DESNIVEL (m)		1,91	6,71
DISTANCIAS PARCIALES (m)	222,56	121,76	187,35
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	671,46	793,22	980,57
LONGITUD VANO (m)		121,76	187,35
ZONA		B	B

PLANTA DE LA LÍNEA
Escala 1:1.000



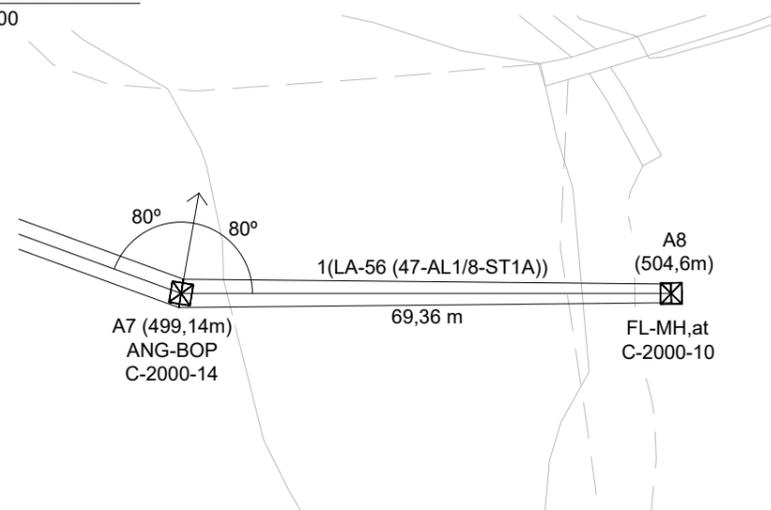


PLANO COMPARACIÓN= 482 m

APOYO	7	8
COTAS DEL TERRENO (m)	499,14	508,56
DESNIVEL (m)		9,42
DISTANCIAS PARCIALES (m)	187,35	69,36
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	980,57	1049,93
LONGITUD VANO (m)		69,36
ZONA		B

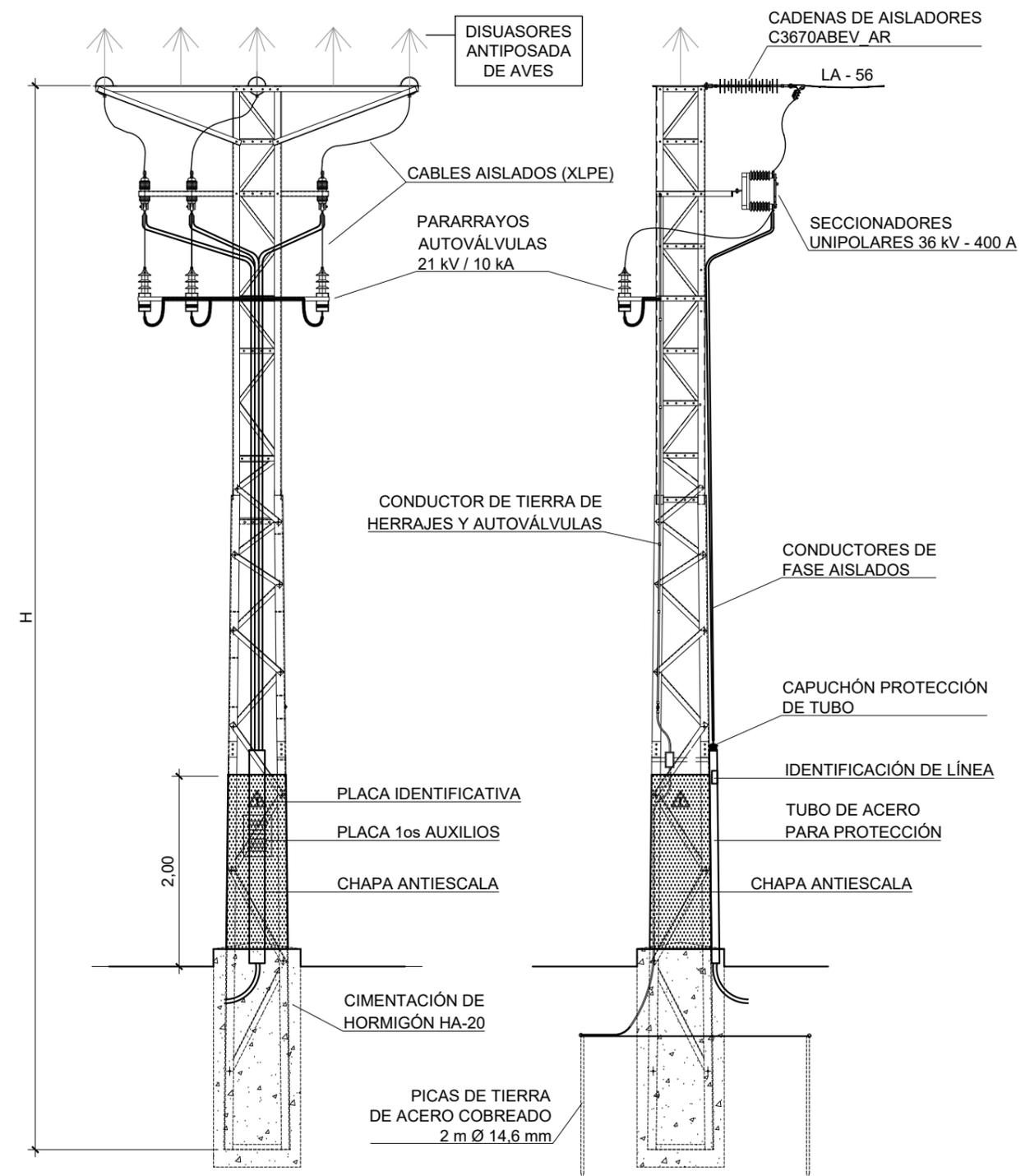
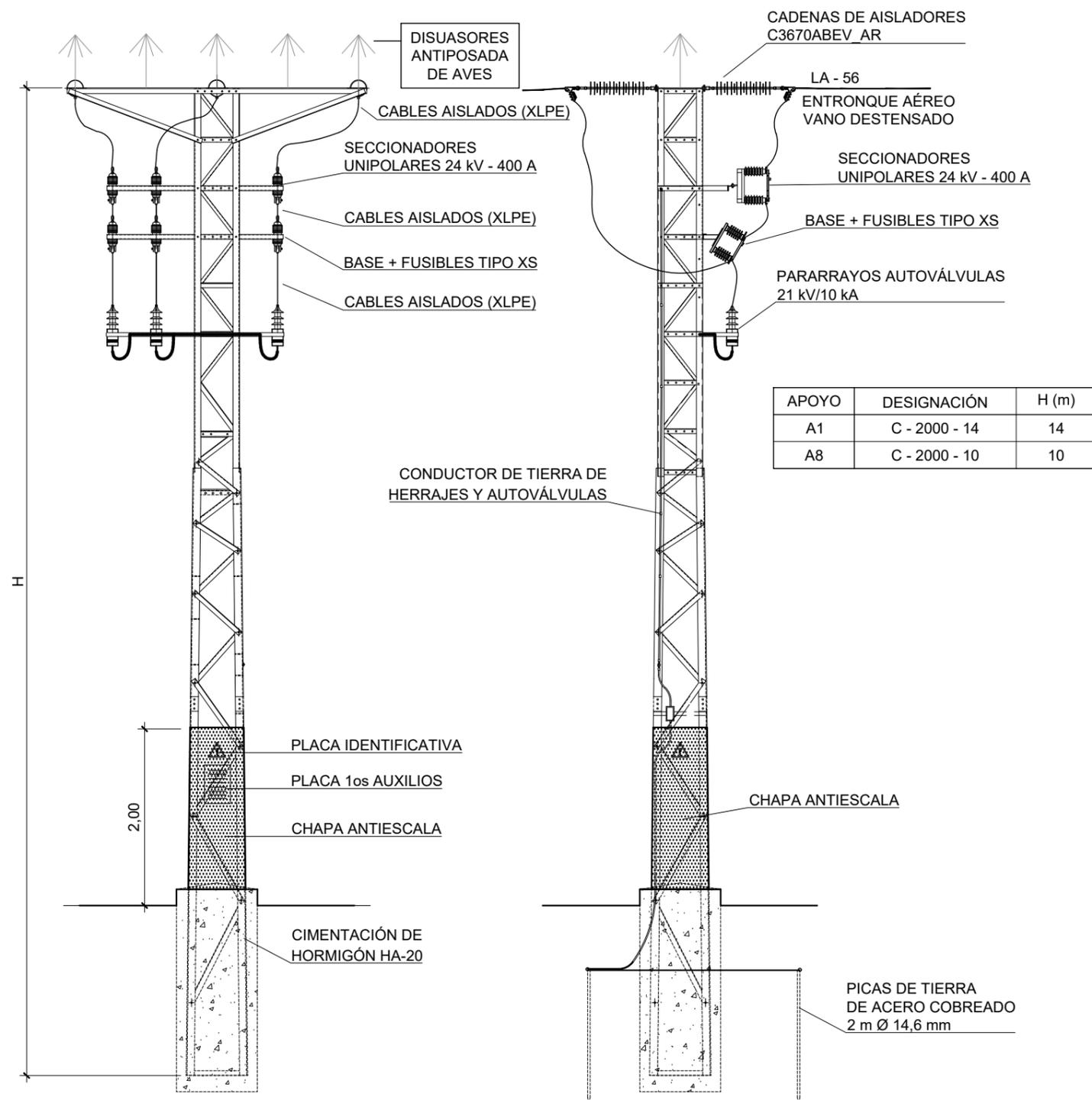
PLANTA DE LA LÍNEA

Escala 1:1.000



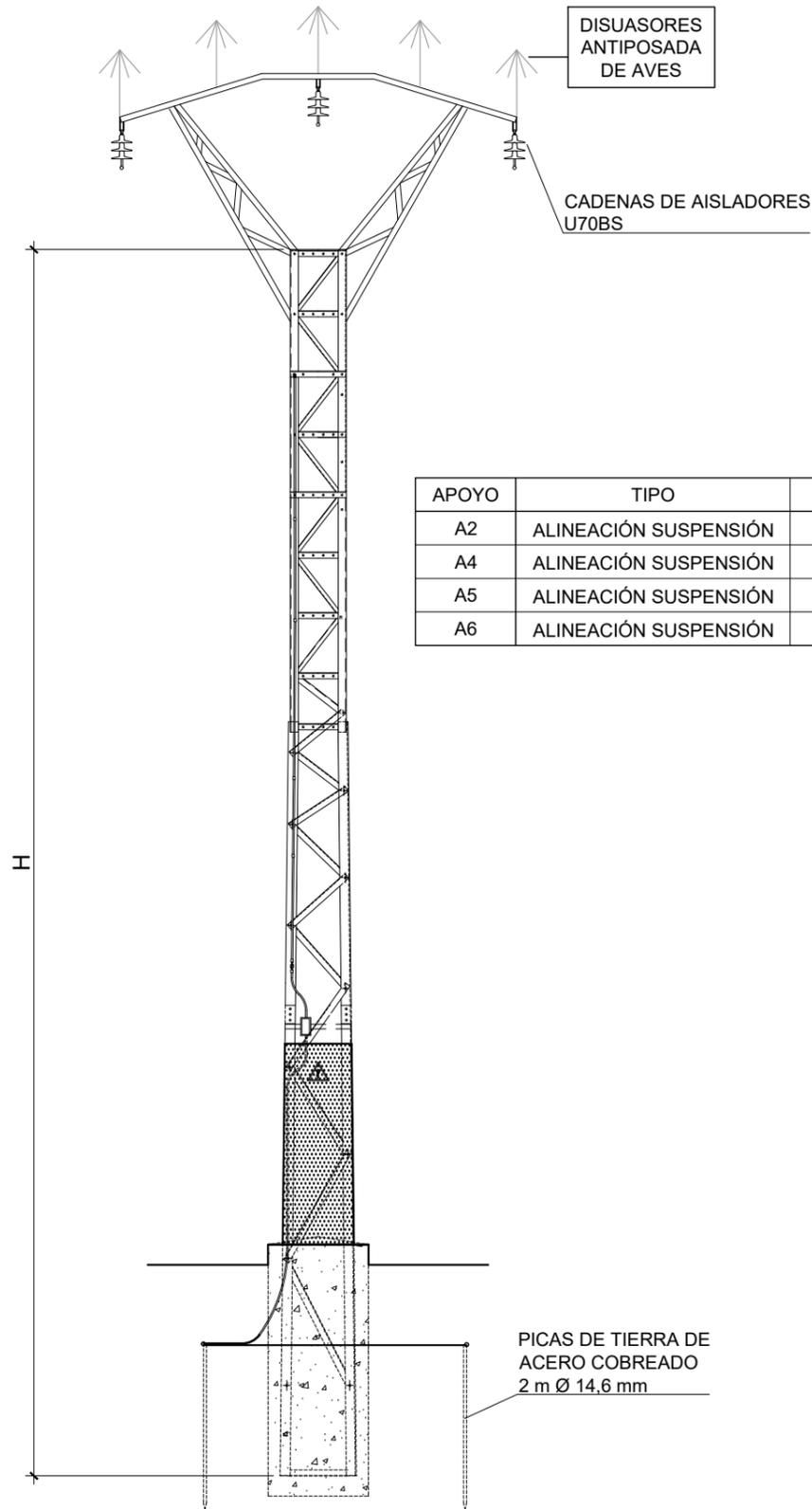
APOYO A1 (PRINCIPIO DE LÍNEA) SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

APOYO A8 (FIN DE LÍNEA) SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEO



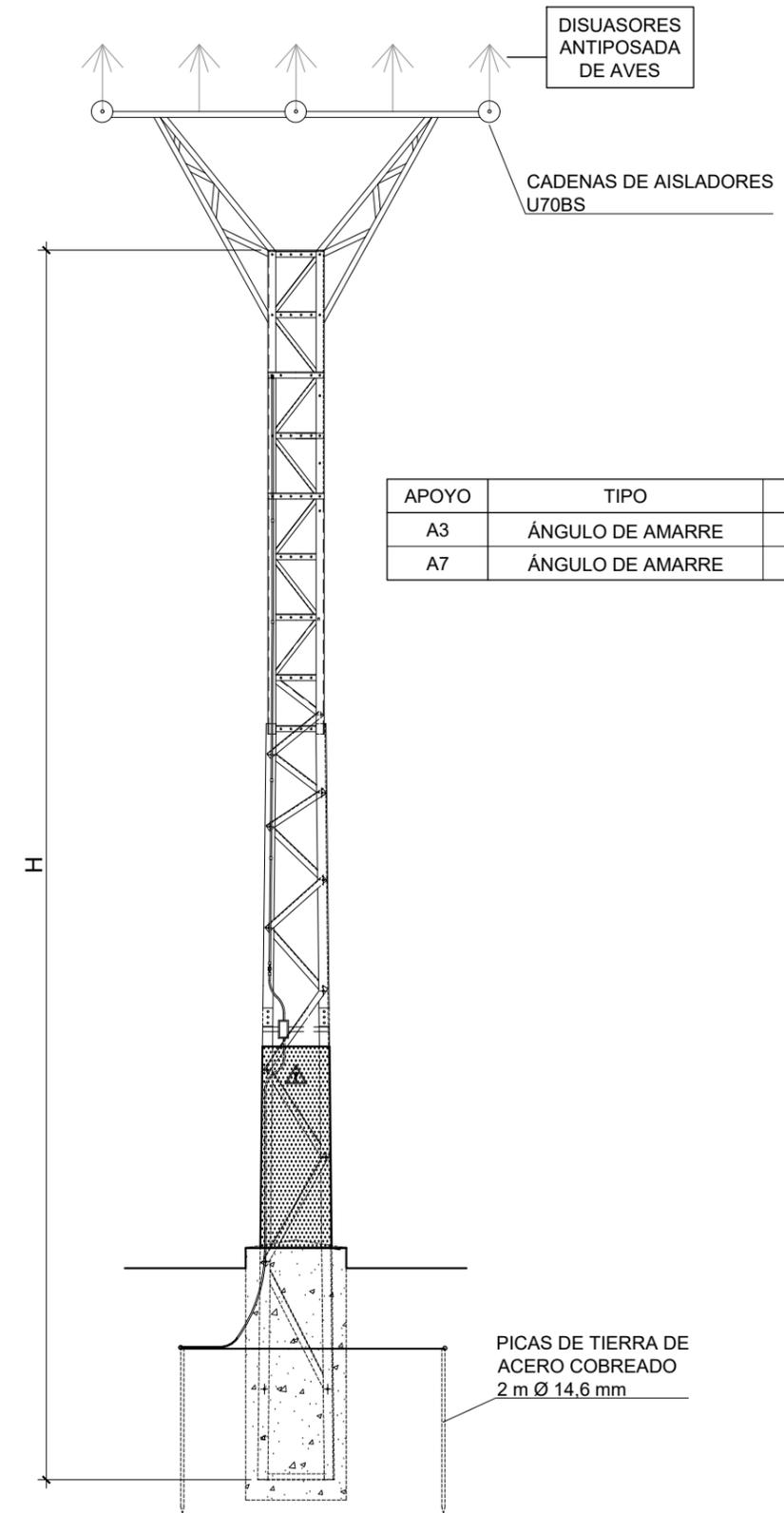
APOYOS INTERMEDIOS

MONTAJE DE BÓVEDA TRIANGULAR



APOYO	TIPO	DESIGNACIÓN	H (m)
A2	ALINEACIÓN SUSPENSIÓN	C - 500 - 14	14
A4	ALINEACIÓN SUSPENSIÓN	C - 500 - 16	16
A5	ALINEACIÓN SUSPENSIÓN	C - 500 - 18	18
A6	ALINEACIÓN SUSPENSIÓN	C - 500 - 14	14

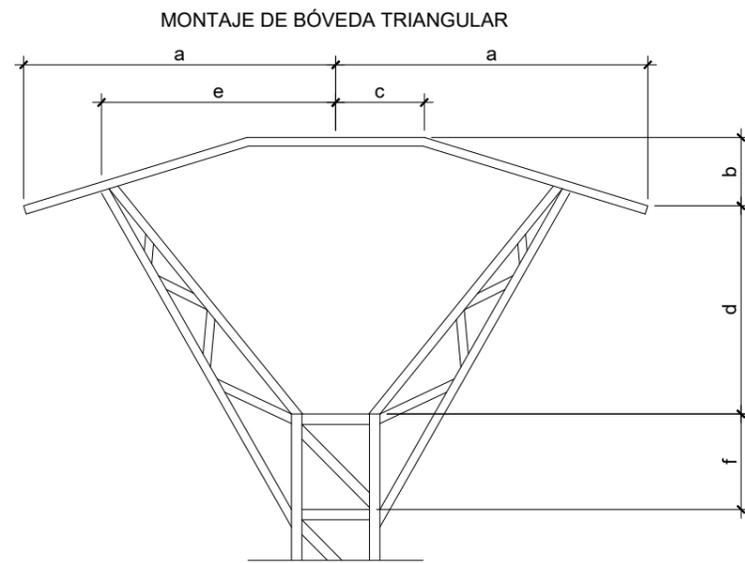
MONTAJE DE BÓVEDA PLANA



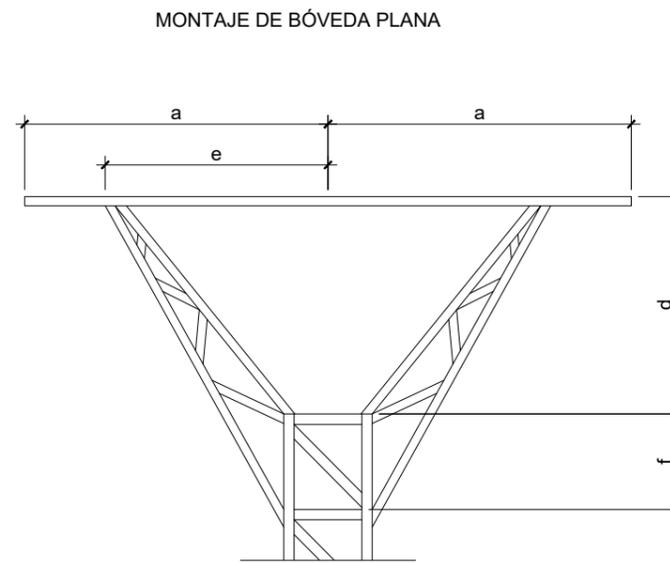
APOYO	TIPO	DESIGNACIÓN	H (m)
A3	ÁNGULO DE AMARRE	C - 1000 - 12	12
A7	ÁNGULO DE AMARRE	C - 2000 - 14	14

CRUCETAS

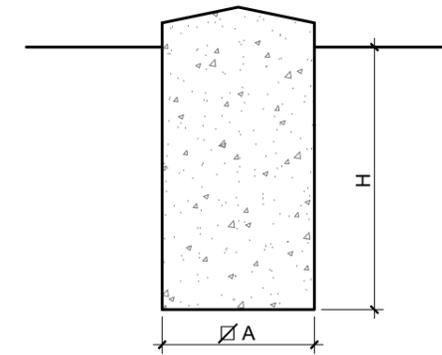
CIMENTACIONES



APOYOS	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)	f (m)
A2	2,00	0,55	0,60	1,00	1,10	0,60
A4	2,50	0,65	0,60	1,25	1,10	0,60
A5	2,50	0,65	0,60	1,25	1,10	0,60
A6	2,00	0,55	0,60	1,00	1,10	0,60



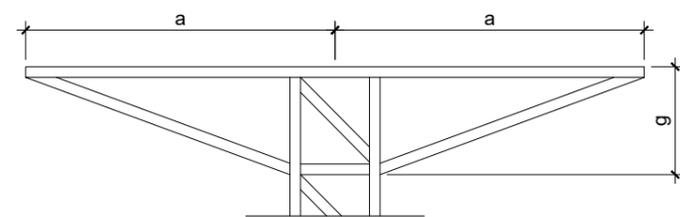
APOYOS	a (m)	d (m)	e (m)	f (m)
A3	2,00	1,50	1,10	0,60
A7	2,00	1,50	1,10	0,60



Monobloque

APOYOS	A (m)	H (m)
A1	1,30	2,15
A2	1,28	1,55
A3	1,26	1,75
A4	1,41	1,60
A5	1,51	1,60
A6	1,28	1,55
A7	1,30	2,15
A8	1,07	2,05

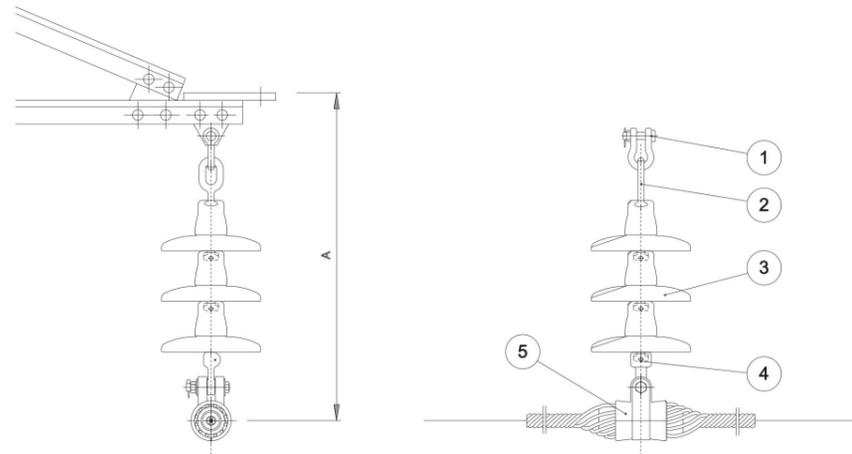
MONTAJE HORIZONTAL ATIRANTADO



APOYOS	a (m)	g (m)
A1	1,75	0,60
A8	1,50	0,60

NOTA: Las crucetas deberán elegirse para que soporten los esfuerzos (horizontales, cargas verticales), obtenidos en el anexo de cálculo.

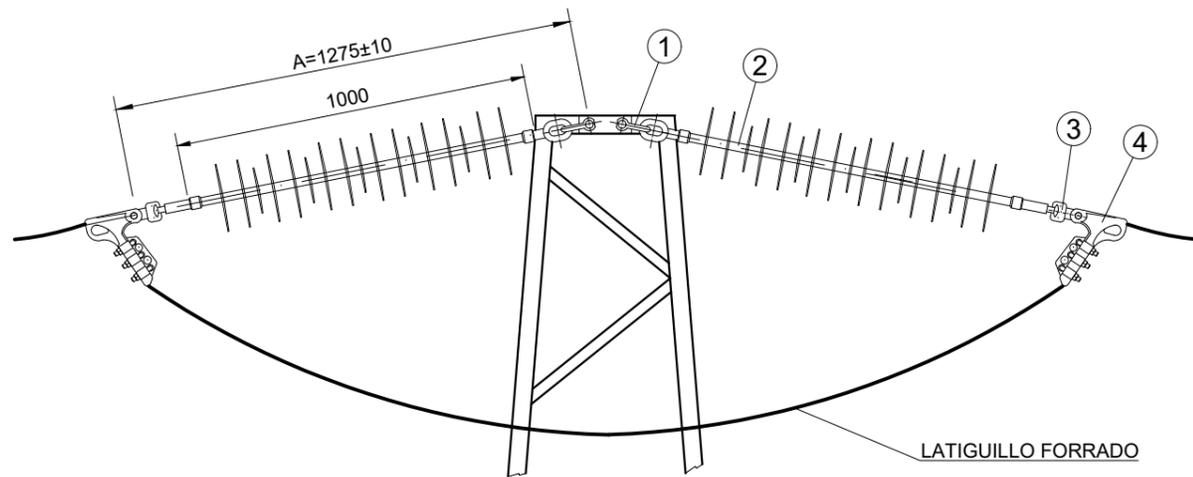
CADENA DE AISLAMIENTO DE SUSPENSIÓN



MARCA	Nº DE PIEZAS	DENOMINACIÓN
1	1	GRILLETE NORMAL GN
2	1	ANILLA BOLA AB16
3	3	AISLADOR DE CAPERUZA Y VÁSTAGO U70BS/127
4	1	RÓTULA CORTA R16
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA TIPO GSA

Formación cadenas	Distancia alcanzada	Distancia mínima de seguridad
U70BS/127	A=780 mm	> 700 mm

CADENA DE AISLAMIENTO DE AMARRE



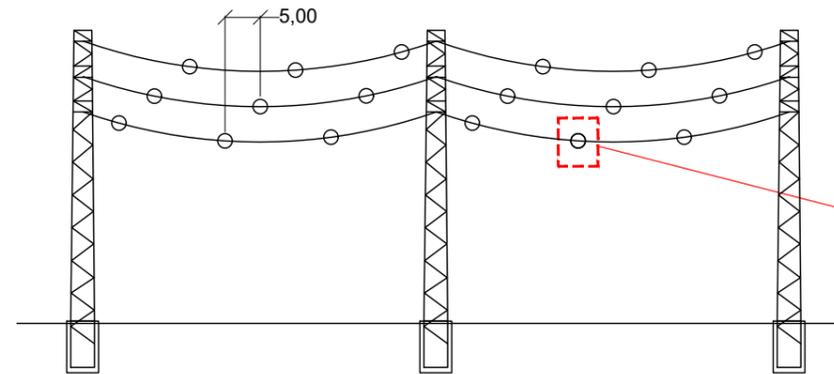
MARCA	DENOMINACIÓN
1	GRILLETE NORMAL GN
2	AISLADOR POLIMÉRICO C3670EBAV_AR
3	RÓTULA LARGA R16P
4	GRAPA DE AMARRE

Formación cadenas	Distancia alcanzada	Distancia mínima de seguridad
C3670EBAV_AR	A=1275 mm	> 1000 mm

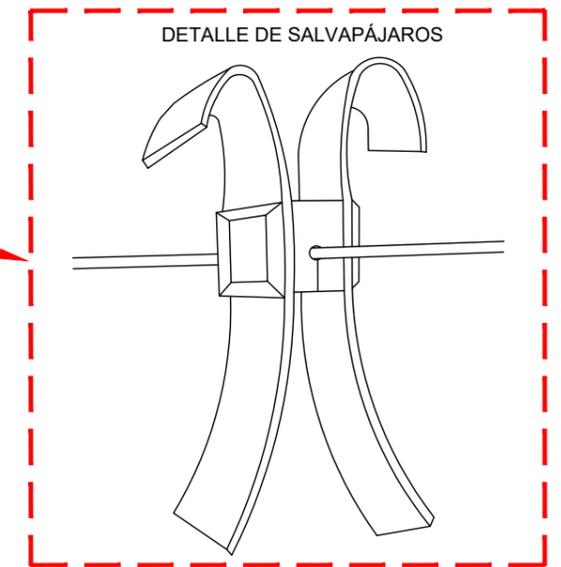
PROTECCIÓN AVIFAUNA

DISPOSITIVO ANTICOLISIÓN

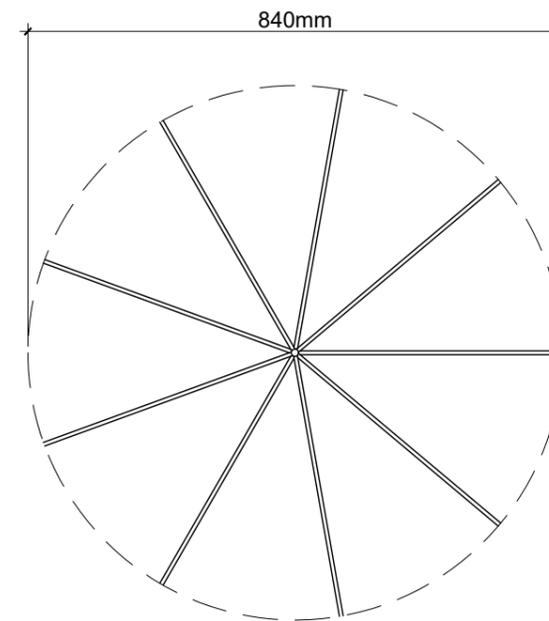
INSTALACIÓN DE SALVAPÁJAROS EN CONDUCTORES DE FASE



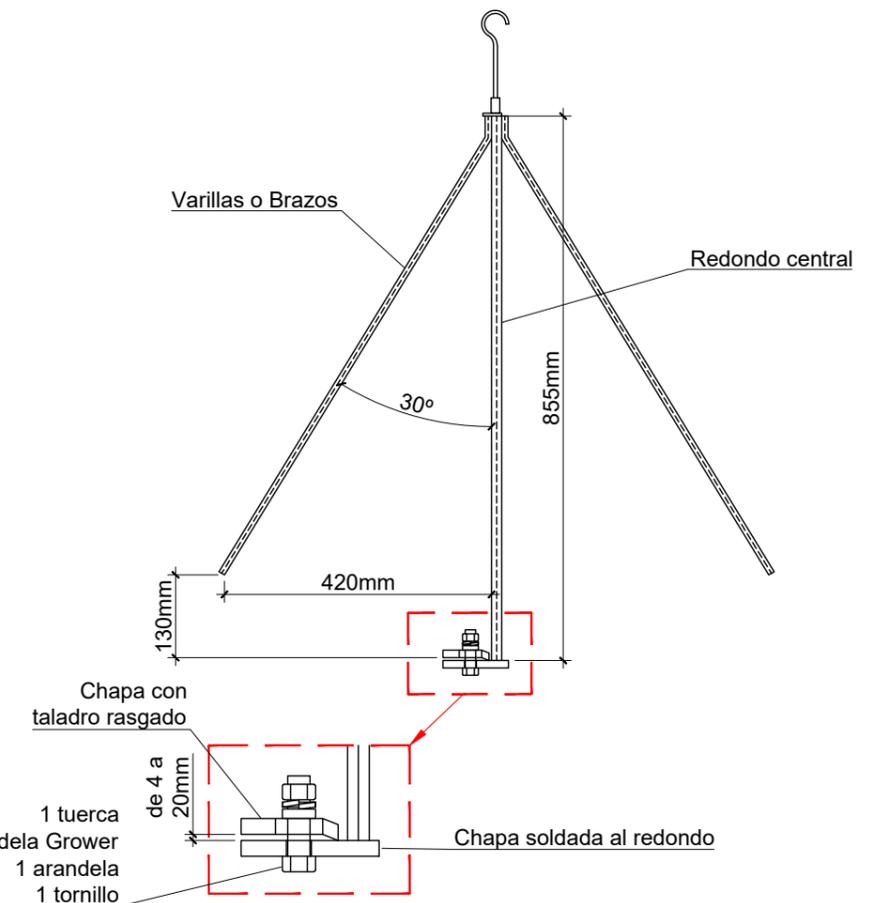
DETALLE DE SALVAPÁJAROS



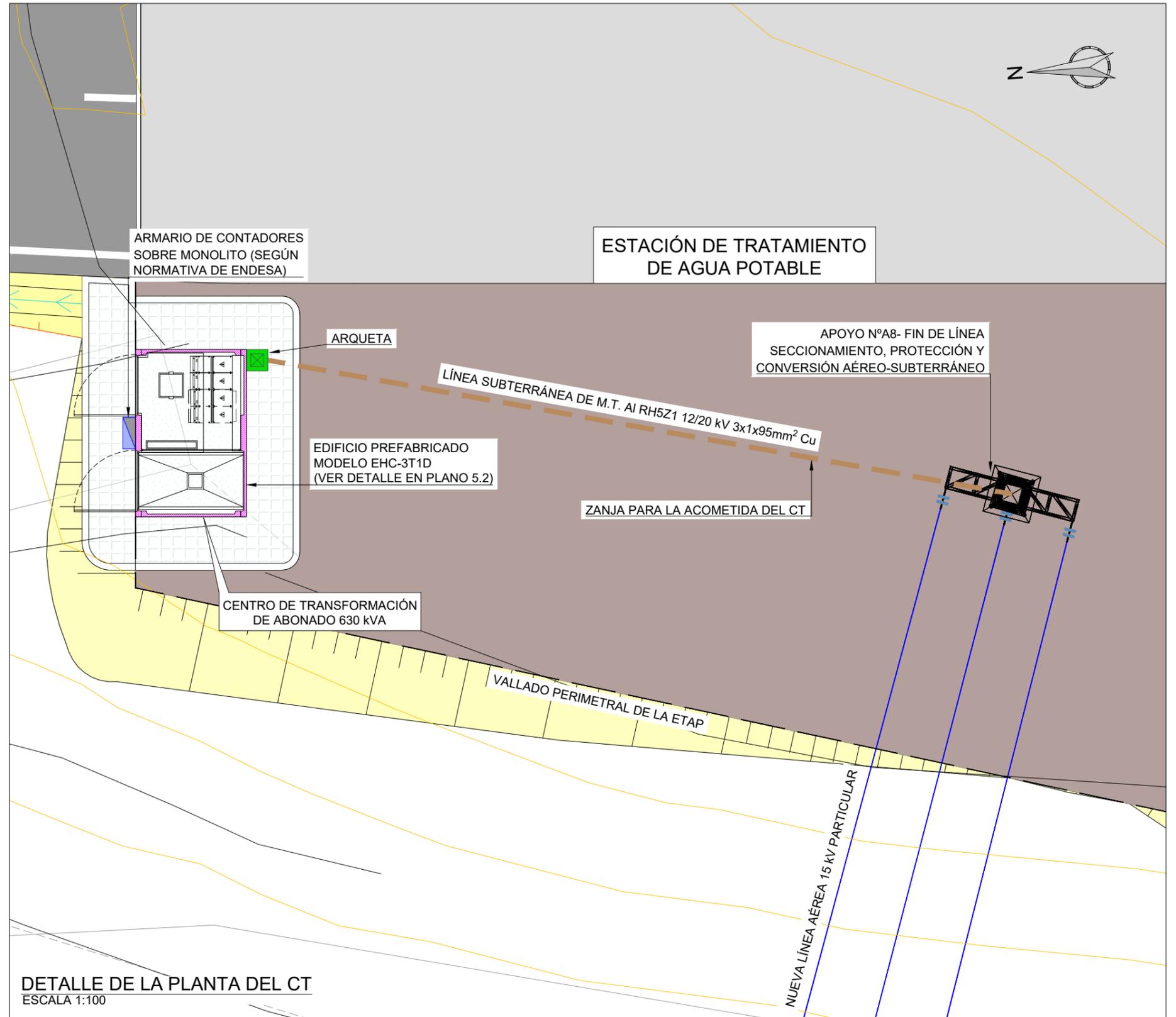
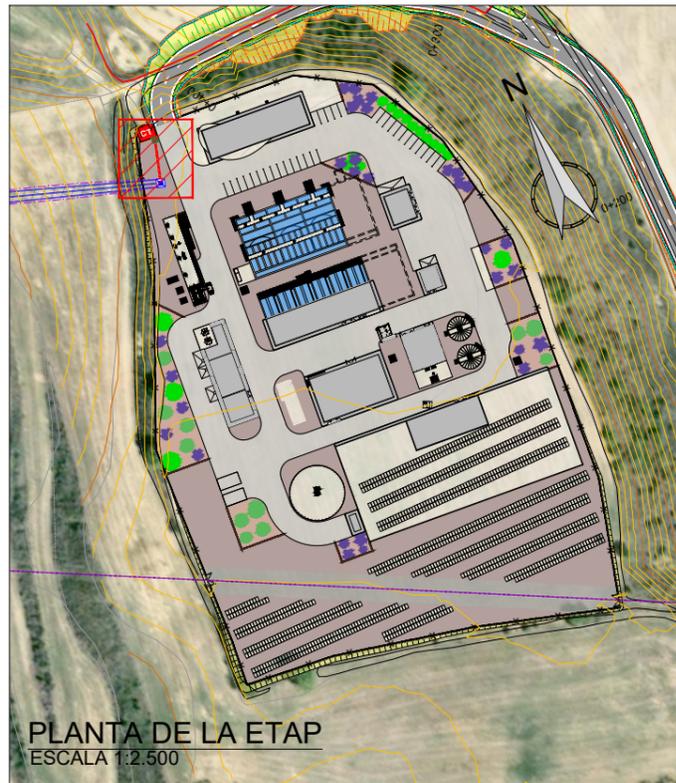
DISUASORES ANTIPOSADEA DE AVES

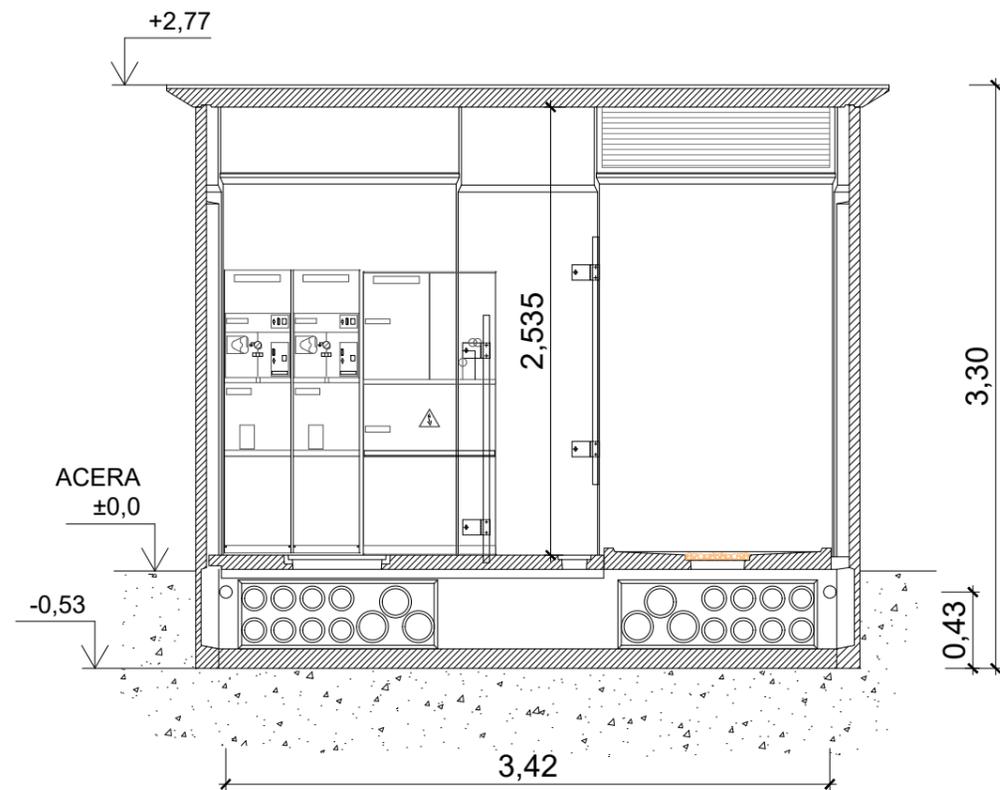


Modelo ÁGUILA - Acero HDG - Altura 855mm
- Peso 4,5 kg - Incorpora dispositivo de fijación universal

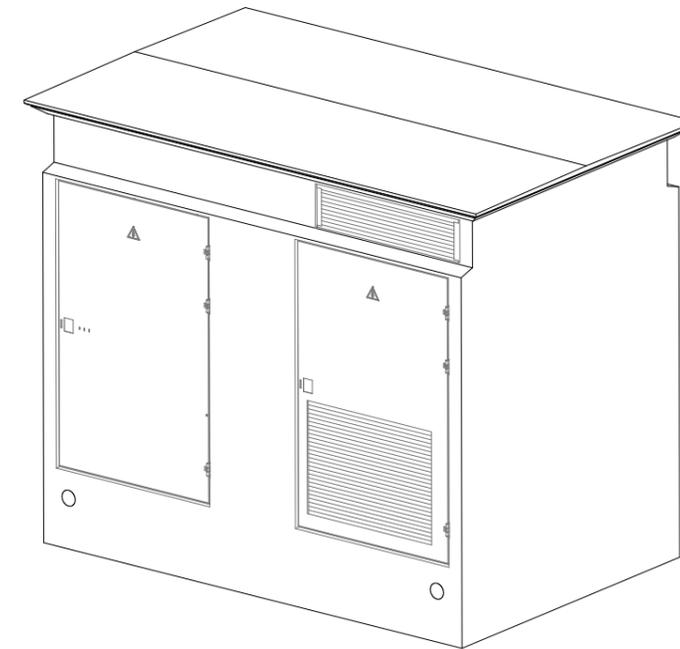


Chapa con taladro rasgado
1 tuerca
1 arandela Grower
1 arandela
1 tornillo

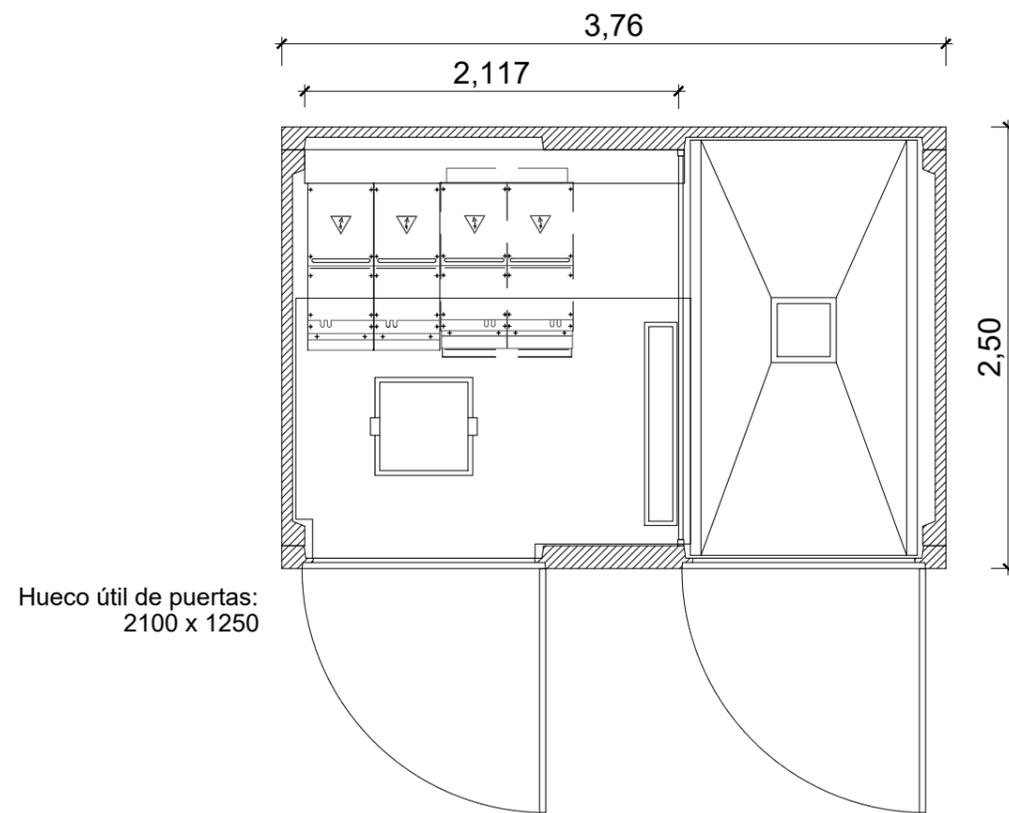




SECCIÓN



PERSPECTIVA



PLANTA

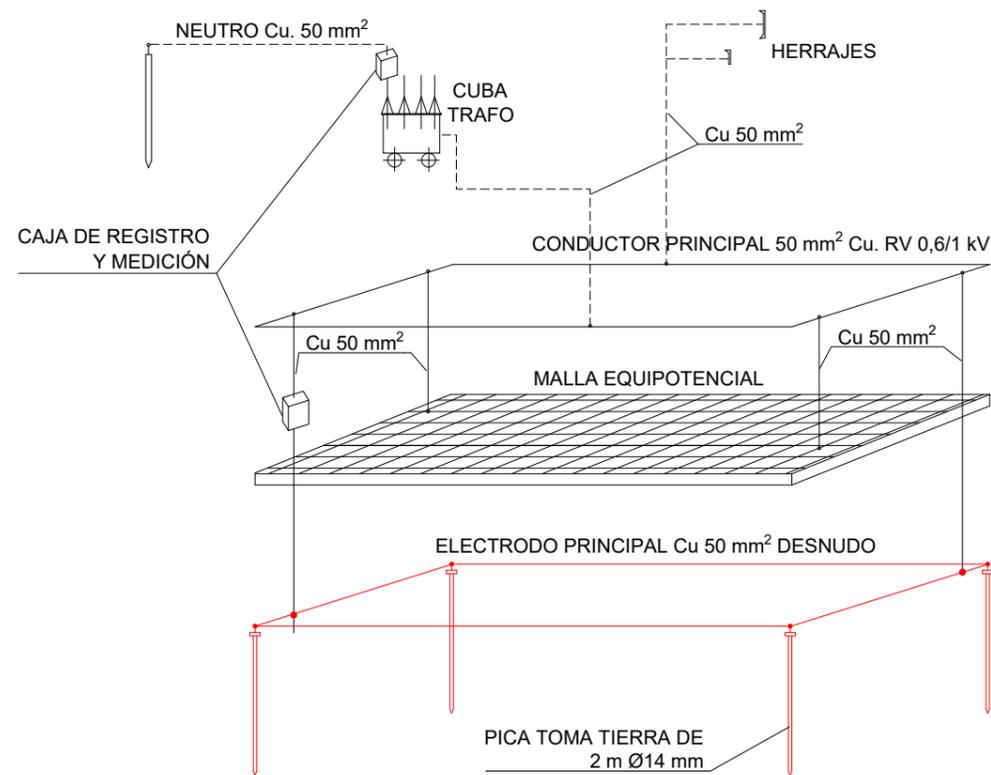
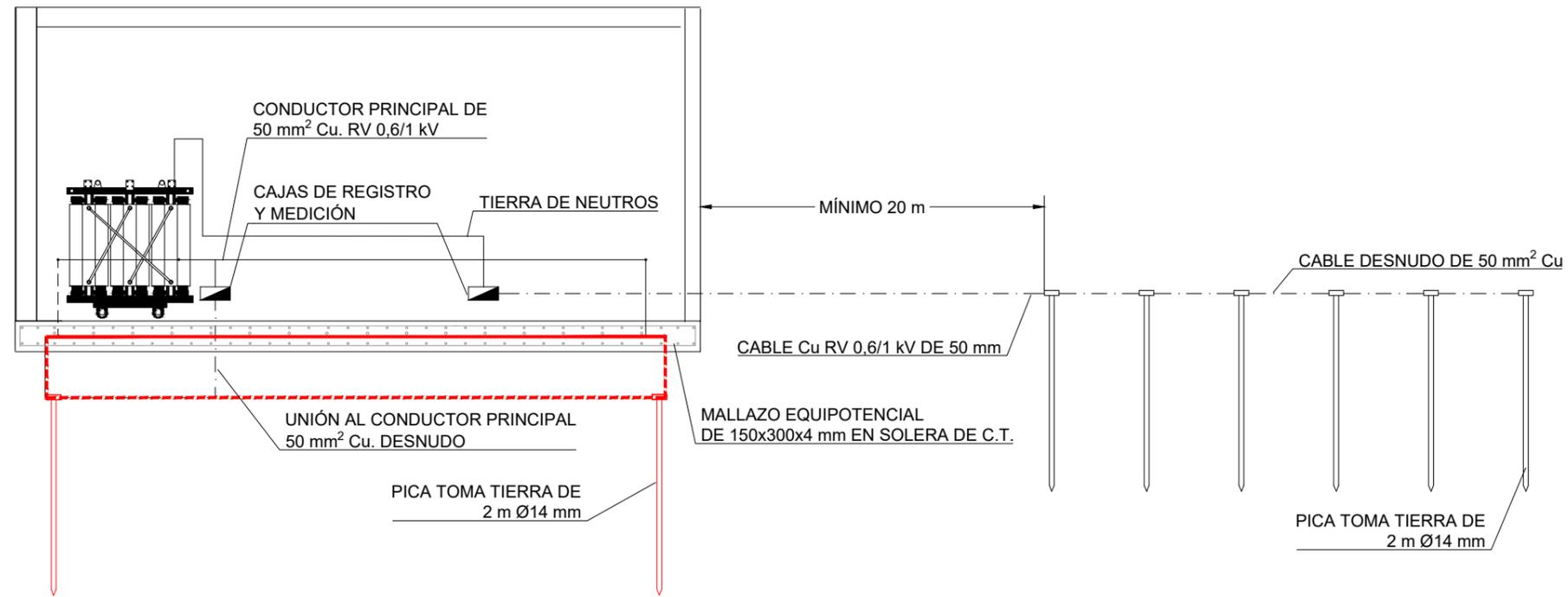


SECCIÓN DEL FOSO

SITUAR EL MÓDULO DE HORMIGÓN CENTRADO EN LA EXCAVACIÓN, DEJANDO 50 cm. POR SU FRENTE Y SU PARTE POSTERIOR, PARA PERMITIR LA EXTRACCIÓN DE LOS ÚTILES DE IZADO.

MODELO EHC-3T1D

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION 4,60 m. ancho x 3,50 m. fondo x 0,68 m. profundidad

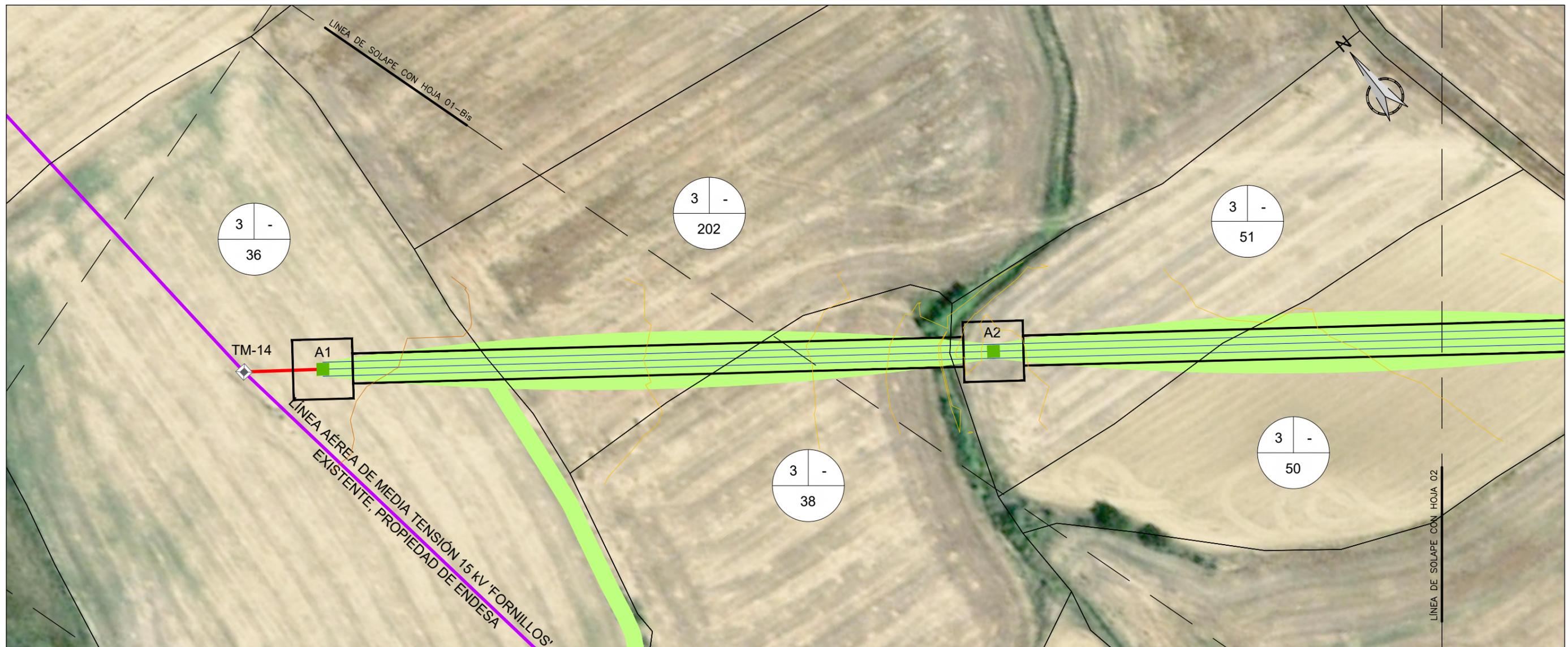


ELECTRODO PRINCIPAL
 Conductor Cu. 50 mm² desnudo cerrado en anillo
 relleno con tierra firme compactada

CONDUCTOR PRINCIPAL
 Conductor de Cu 50 mm² RV 0,6/1 kV
 cerrado en anillo

MALLA EQUIPOTENCIAL
 Se instalará embebida en la solera de C.T. formada por
 alambres de 4 mm de Ø electrosoldados, formando
 cuadrícula cuyo lado no será superior a 0,30 x 0,15 m

TIERRA DE PROTECCIÓN: 40-30/5/42
 TIERRA DE SERVICIO: 5/62
 CODIGOS SEGÚN UNESA



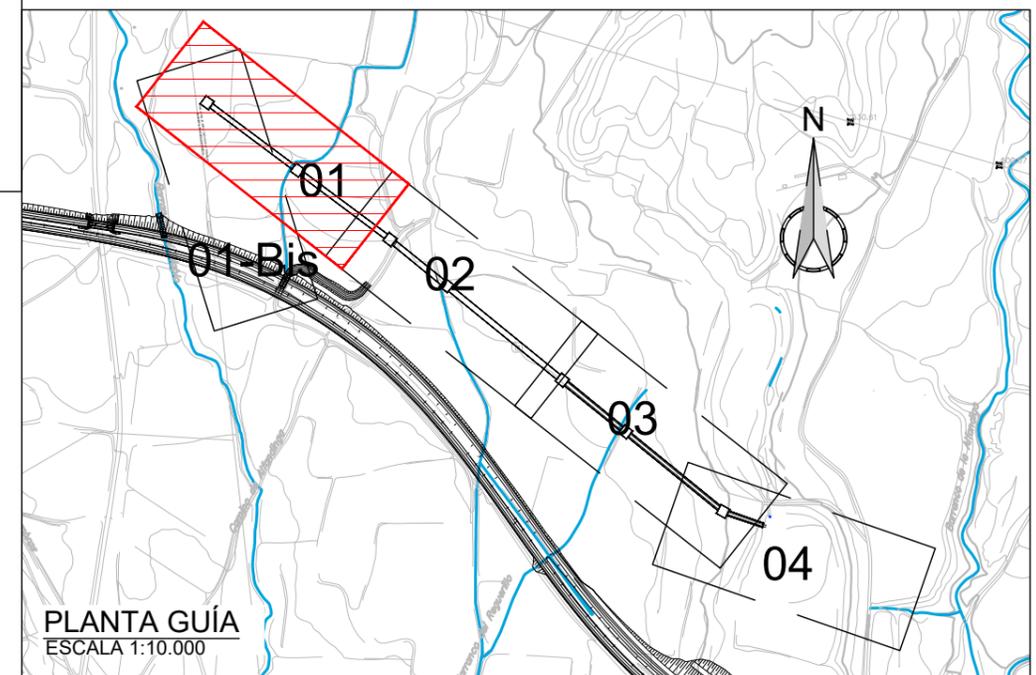
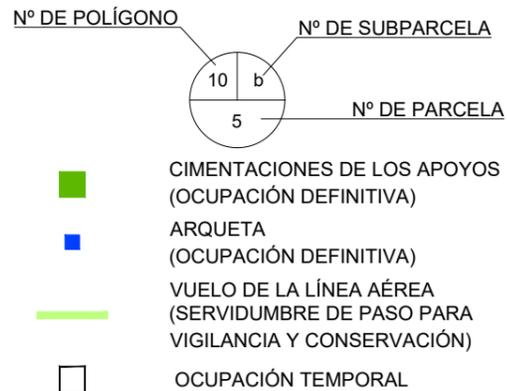
MEDICIONES

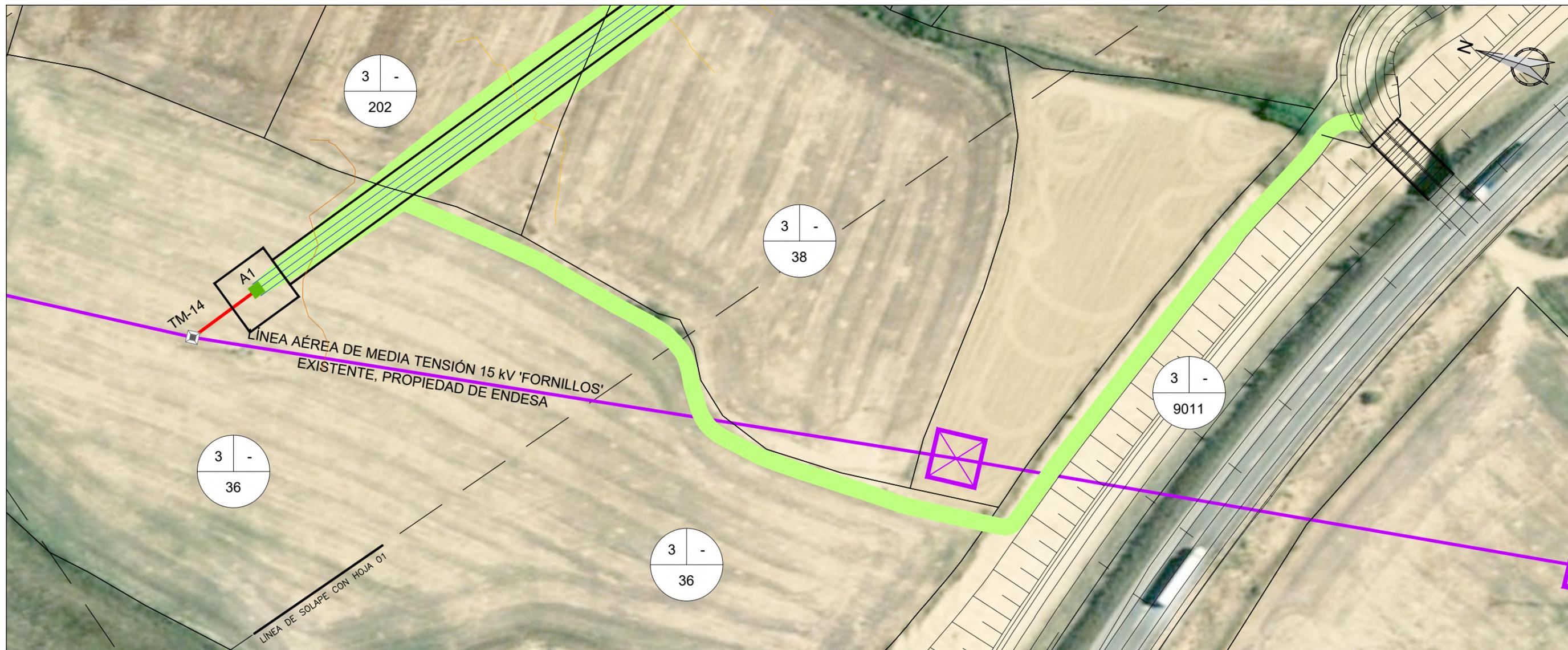
Término municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afección	Superficie afectada (m ²)
Huesca	3	36	-	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	36	-	servidumbre de paso aérea	337,33
Huesca	3	36	-	servidumbre de paso	681,11
Huesca	3	36	-	ocupación temporal	462,12
Huesca	3	202	-	servidumbre de paso aérea	817,15
Huesca	3	202	-	ocupación temporal	456,00
Huesca	3	38	-	servidumbre de paso aérea	567,20
Huesca	3	38	-	ocupación temporal	400,75
Huesca	3	51	-	servidumbre de paso aérea	595,93
Huesca	3	51	-	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	51	-	ocupación temporal	600,28
Huesca	3	50	-	servidumbre de paso aérea	1388,95
Huesca	3	50	-	ocupación temporal	948,29
Huesca	3	50	-	ocupación definitiva	18,99

MEDICIONES

Huesca	3	9011	-	servidumbre de paso	566,08
--------	---	------	---	---------------------	--------

LEYENDA





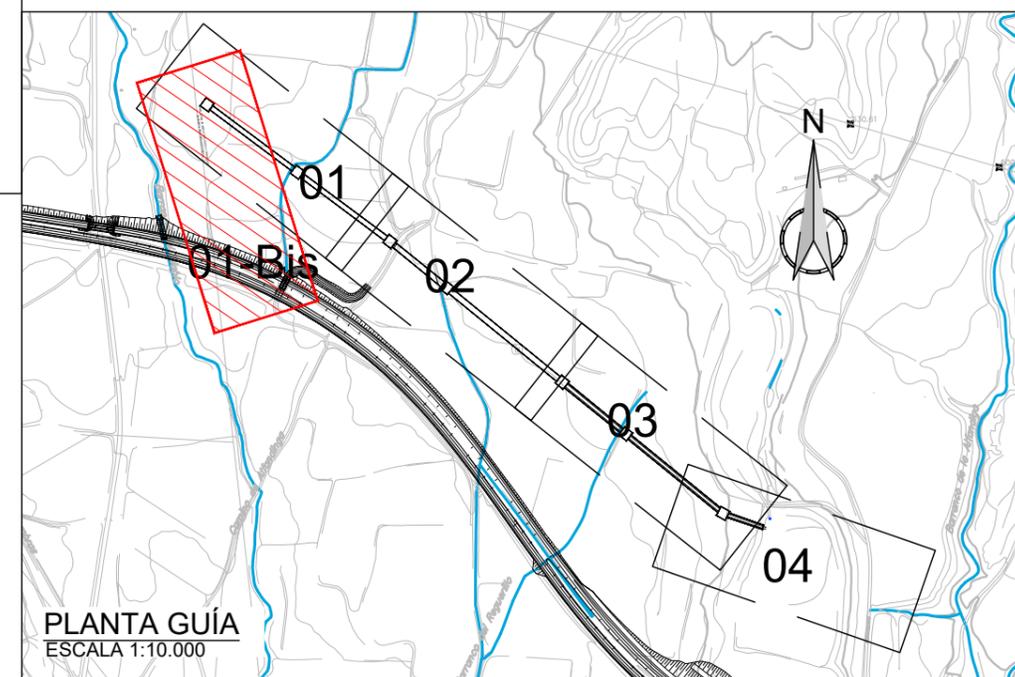
MEDICIONES

Término municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afectación	Superficie afectada (m ²)
Huesca	3	36	-	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	36	-	servidumbre de paso aérea	337,33
Huesca	3	36	-	servidumbre de paso	681,11
Huesca	3	36	-	ocupación temporal	462,12
Huesca	3	202	-	servidumbre de paso aérea	817,15
Huesca	3	202	-	ocupación temporal	456,00
Huesca	3	38	-	servidumbre de paso aérea	567,20
Huesca	3	38	-	ocupación temporal	400,75
Huesca	3	51	-	servidumbre de paso aérea	595,93
Huesca	3	51	-	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	51	-	ocupación temporal	600,28
Huesca	3	50	-	servidumbre de paso aérea	1388,95
Huesca	3	50	-	ocupación temporal	948,29
Huesca	3	50	-	ocupación definitiva	18,99

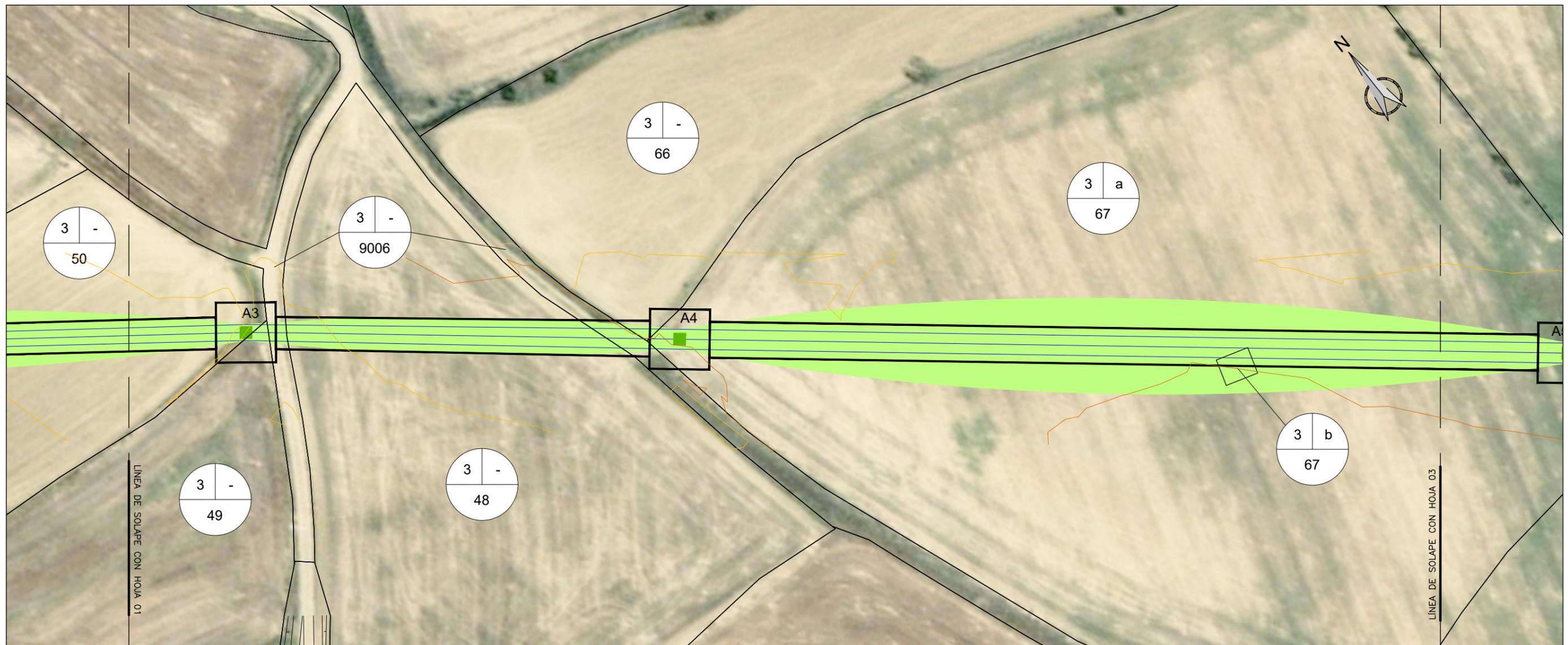
MEDICIONES

Huesca	3	9011	-	servidumbre de paso	566,08
--------	---	------	---	---------------------	--------

LEYENDA



PLANTA GUÍA
ESCALA 1:10.000



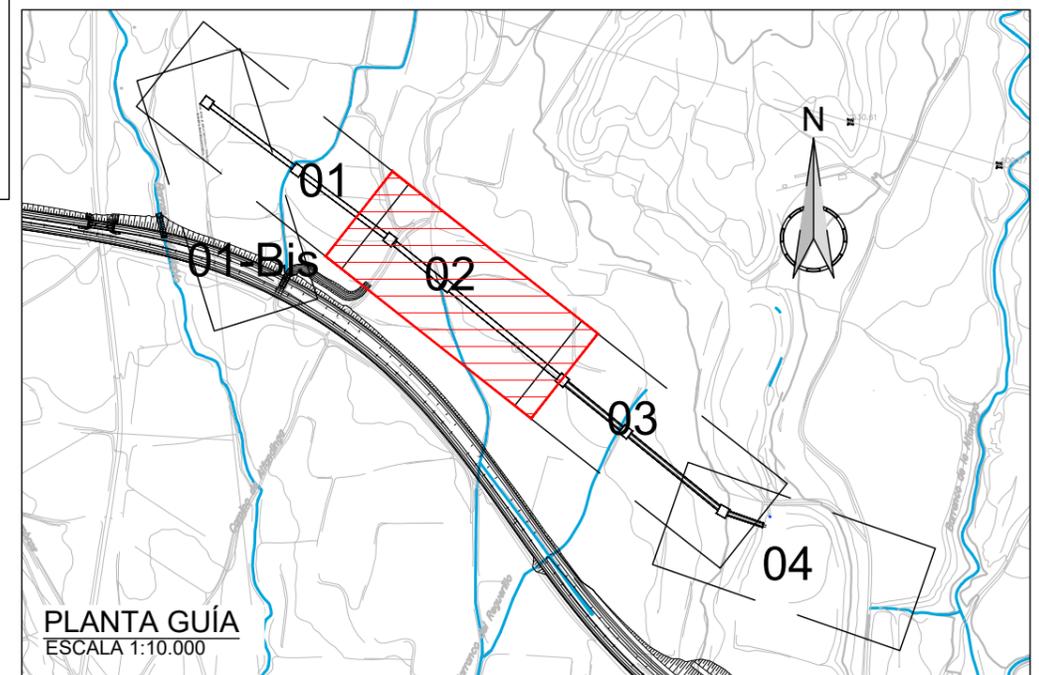
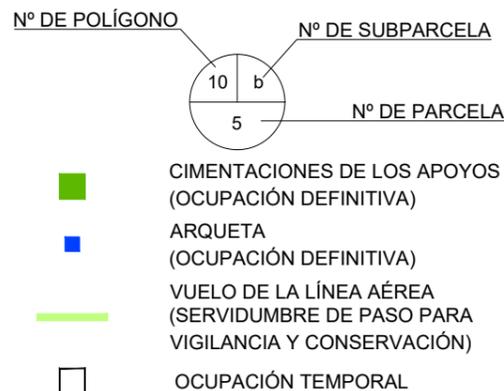
MEDICIONES

Término municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afección	Superficie afectada (m ²)
Huesca	3	50	-	servidumbre de paso aérea	1388,95
Huesca	3	50	-	ocupación temporal	948,29
Huesca	3	50	-	ocupación definitiva	18,99
Huesca	3	49	-	servidumbre de paso aérea	17,86
Huesca	3	49	-	ocupación temporal	66,32
Huesca	3	49	-	ocupación definitiva	6,01
Huesca	3	9006	-	servidumbre de paso aérea	85,29
Huesca	3	9006	-	ocupación temporal	145,39
Huesca	3	48	-	servidumbre de paso aérea	648,16
Huesca	3	48	-	ocupación temporal	680,54
Huesca	3	66	-	servidumbre de paso aérea	17,48
Huesca	3	66	-	ocupación temporal	50,55
Huesca	3	67	a	servidumbre de paso aérea	3877,45
Huesca	3	67	a	ocupación definitiva	46,60

MEDICIONES

Huesca	3	67	a	ocupación temporal	2110,03
Huesca	3	67	b	servidumbre de paso aérea	57,87
Huesca	3	67	b	ocupación temporal	27,50

LEYENDA

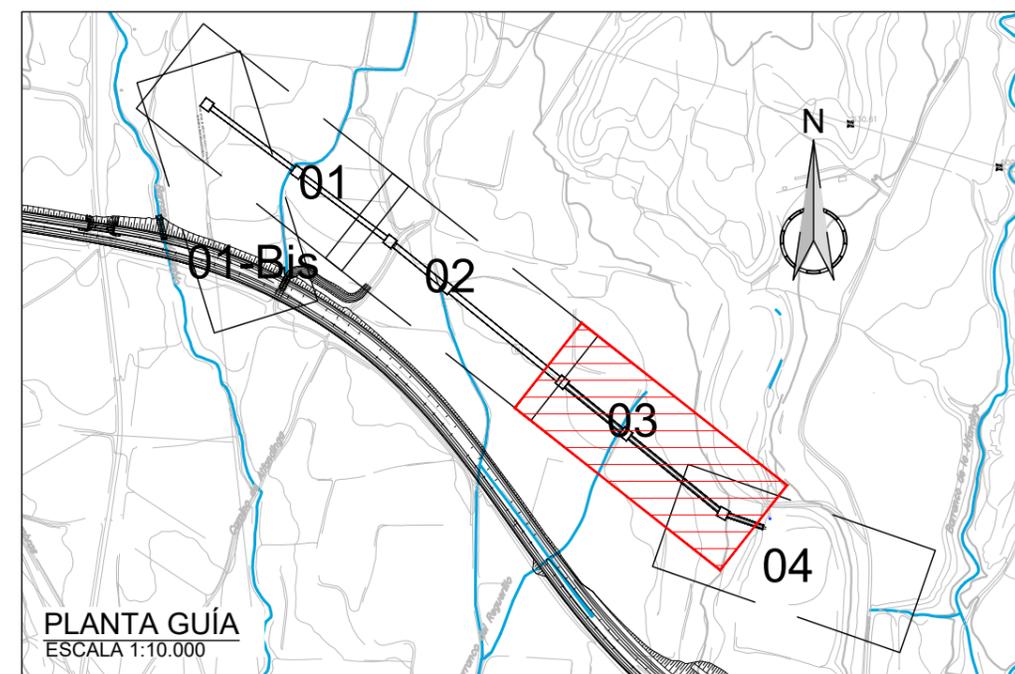


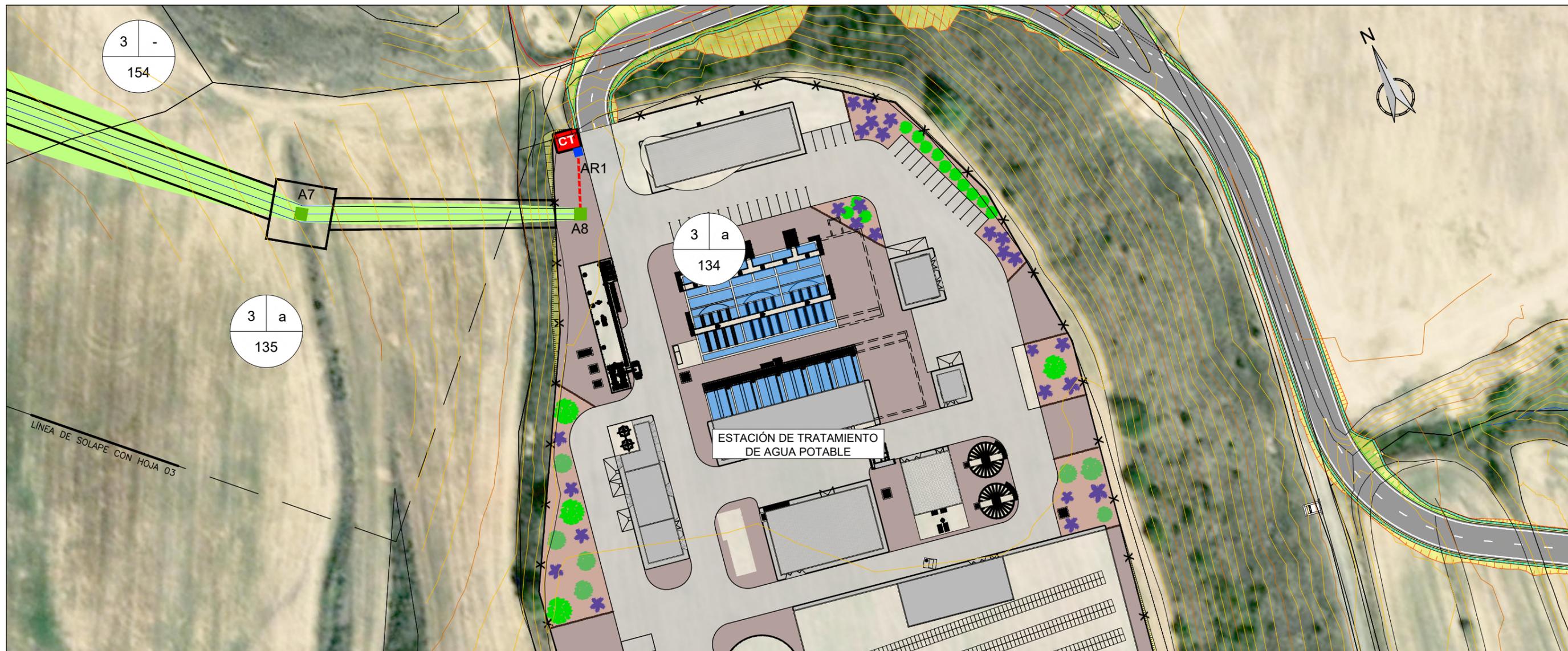


MEDICIONES

Término municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afección	Superficie afectada (m ²)
Huesca	3	67	a	servidumbre de paso aérea	3877,45
Huesca	3	67	a	ocupación definitiva	46,60
Huesca	3	67	a	ocupación temporal	2110,03
Huesca	3	69	-	servidumbre de paso aérea	953,80
Huesca	3	69	-	ocupación definitiva	3,40
Huesca	3	69	-	ocupación temporal	1003,81
Huesca	3	154	-	servidumbre de paso aérea	1833,80
Huesca	3	154	-	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	154	-	ocupación temporal	1166,28
Huesca	3	135	a	servidumbre de paso aérea	859,17
Huesca	3	135	a	ocupación definitiva	25,00
Huesca	3	135	a	ocupación temporal	951,92

LEYENDA





MEDICIONES						
Término municipal	Polígono	Parcela	Subparcela	Tipo de afectación	Superficie afectada (m ²)	
Huesca	3	154	-	servidumbre de paso aérea	1833,80	
Huesca	3	154	-	ocupación definitiva	25,00	
Huesca	3	154	-	ocupación temporal	1166,28	
Huesca	3	135	a	servidumbre de paso aérea	859,17	
Huesca	3	135	a	ocupación definitiva	25,00	
Huesca	3	135	a	ocupación temporal	951,92	
Huesca	3	134	a	ocupación definitiva de toda la parcela debido a la construcción de la ETAP		

