Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

AUTOR: Alejandro Romero Pau
DIRECTOR: Antonio Usón Sardaña
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Septiembre 2013

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

RESUMEN:

El proyecto a continuación redactado contiene la documentación necesaria, para la construcción de una Línea Aérea de Alta Tensión de 132 kV, utilizada para la evacuación de la energía producida en el futuro "Parque Eólico Alcubierre", proyecto que cumple con lo que determinan los vigentes Reglamentos e Instrucciones Técnicas Complementarias.

El proyecto consta de una serie de documentos : Memoria, Anexos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, Presupuesto y Planos; todos ellos destinados a exponer la finalidad de la línea eléctrica, describir y definir la instalación y sus elementos integrantes, valorar el conjunto de la instalación y evidenciar el cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas en el vigente Reglamento.

En el documento "Memoria" se redactan tanto los antecedentes del proyecto, como el objeto y el alcance del mismo. En dicho documento se detallara el trazado de la línea, origen, final y los términos municipales y organismos afectados; se describirá la instalación, indicando sus características generales, así como la de los materiales que se prevén utilizar.

Las necesidades, diseño y justificación de los elementos constituyentes de la línea aérea, conductores, apoyos, tierras, etc, estarán descritas en el anexo "Cálculos". Otros dos anexos "Producción y Gestión de Residuos" y "Plan de Control de Calidad" complementarán la información de la "Memoria".

Los dos próximos documentos "Pliego de Condiciones" y "Estudio de Seguridad y Salud". El "Pliego de Condiciones" definirá los requisitos tanto de carácter general como los de carácter técnico que han de cumplirse en la construcción de la Línea Aérea de Alta Tensión. El objeto del "Estudio de Seguridad y Salud" será el establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales.

El documento "Presupuesto" reflejará detalladamente el precio del proyecto en cuestión, tanto la obra civil, como los materiales, su montaje y derivados.

En el último documento "Planos" se exponen mediante planos de detalle, todas las características de la línea descritas en la Memoria y Anexos de una forma más visual para su mejor comprensión.

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

DOCUMENTO Nº1:

MEMORIA

AUTOR: Alejandro Romero Pau
DIRECTOR: Antonio Usón Sardaña
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Septiembre 2013

ÍNDICE GENERAL DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA

ANEXOS A LA MEMORIA

ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEXO 2. PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

ANEXO 3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

DOCUMENTO Nº 2. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTOS

DOCUMENTO Nº 5. PLANOS

1. SITUACIÓN.
2. EMPLAZAMIENTO.
3. PLANTA-PERFIL.
4. APOYOS TIPO.
5. CADENAS DE SUSPENSIÓN 132 KV.
6. CADENA DE AMARRE COMPLETA 132 KV.
7. PUESTA A TIERRA DE APOYOS.
8. CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW. AMARRE BAJANTE.
9. CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW. AMARRE PASANTE.
10. CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW. SUSPENSIÓN.
11. PLACA DE SEÑALIZACIÓN.
12. AMORTIGUADORES.
13. DISPOSITIVO SALVAPÁJAROS.

ÍNDICE DOCUMENTO Nº 1

1.- ANTECEDENTES 1
2.- OBJETO DEL PROYECTO 2
3.- ALCANCE DEL PROYECTO 3
4.- PROMOTOR 3
5.- NORMATIVA APLICABLE 4
6.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES 5
7.- TRAZADO DE LA LÍNEA 7
8.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN 8
8.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES 8
8.2.- APOYOS 9
8.3.- CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA 11
8.4.- CADENAS DE AISLAMIENTO 12
8.5.- ACCESORIOS 17
8.6.- CIMENTACIONES 18
8.7.- PUESTA A TIERRA 19
8.8.- SEÑALIZACIÓN 20
9.- CRUZAMIENTOS 21
10.- CONCLUSIÓN 22

1.- ANTECEDENTES

Se redacta el presente proyecto de Línea Aérea de Alta Tensión 132 kV S/C para la evacuación de la energía eléctrica generada por el futuro Parque Eólico "Alcubierre", a petición de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza con C.I.F.: Q-5018001-G y domicilio social en c/ María de Luna s/n, Edificio B, 50.018 de Zaragoza.

El solicitante promueve actuaciones en el entorno de la Sierra de Alcubierre, para las que se requiere una demanda de suministro eléctrico, o en el caso de instalaciones de generación, una capacidad de acceso de la red para la evacuación de energía.

La infraestructura eléctrica básica necesaria para atender la petición del suministro eléctrico contempla la construcción de una Línea Aérea de Alta Tensión 132 kV desde la futura S.E.T. "P.E. Alcubierre", objeto de otro proyecto, hasta el punto de conexión previsto que es la instalación existente "Seccto. Robres", esta propiedad de ENDESA.

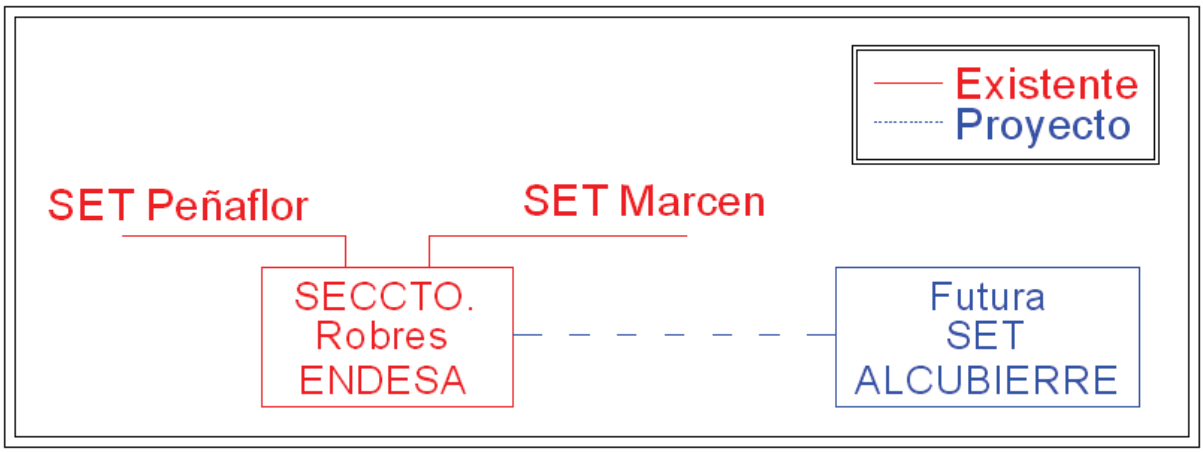
La Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza recibe notificación de la resolución del concurso de priorización correspondiente a la zona eléctrica. Dicha resolución, publicada en la Orden de 8 de Junio de 2011, del Consejero de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, prioriza, entre otras, la solicitud correspondiente al Parque Eólico "Alcubierre", con una potencia de 40 MW.

2.- OBJETO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene por objeto definir las características de la Línea Aérea de Alta Tensión 132 kV necesaria para la evacuación de la energía generada en el futuro parque Eólico "Alcubierre", promovido por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza , y priorizado en la Orden de 8 de Junio de 2011, del Consejero de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón, cuya evacuación se plantea en la existente subestación "Seccto. Robres", propiedad de ENDESA en el nivel de tensión de 132 kV, ubicada en el término municipal de Robres (Provincia de Huesca).

Con el presente documento se pretenden establecer las características a las que habrán de ajustarse las instalaciones, siempre de acuerdo con lo que determinen los vigentes Reglamentos e Instrucciones Técnicas Complementarias, para así obtener la Aprobación de Proyecto correspondiente.

A continuación se incluye un esquema de las instalaciones proyectadas:



3.- ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto está constituido por los siguientes documentos: Memoria, Anexos, Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud Laboral, Presupuesto y Planos. En él se describen, justifican y valoran, con un nivel de detalle constructivo, todos los elementos constitutivos de la Línea Aérea de Alta Tensión necesaria para la evacuación de la energía producida en el futuro Parque Eólico "Alcubierre".

Con la presente documentación se pretende describir las características constructivas a las que habrán de ajustarse las instalaciones eléctricas descritas, siempre de acuerdo con lo que señalan los vigentes reglamentos que se refieren a este tipo de instalaciones.

4.- PROMOTOR

Se redacta el presente proyecto a petición de:

Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza
C.I.F.: Q-5018001-G
C/ María de Luna, 3
Edificio Torres Quevedo (Campus Río Ebro)
50.018 Zaragoza (ZARAGOZA)

5.- NORMATIVA APLICABLE

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas siguientes en su edición vigente:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las Líneas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a ITC-LAT 09 (R.D. 223/2008, 15 de Febrero).
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (R.D. 3275/1982, 12 Noviembre).
- Decreto 34/2005, de 8 de Febrero, del Gobierno de Aragón y Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, de Ministerio de la Presidencia, por los que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas con objeto de proteger la avifauna.
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 Noviembre).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Enero, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. 27/12/00).
- Normas técnicas particulares de ENDESA
- Proyecto tipo UNESA.
- Normas DIN y UNE.
- Recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.
- Normas de Seguridad e Higiene en el trabajo, y la legislación referente a maquinaria.
- Cualquier otra ley, norma o reglamento señalado al efecto por las autoridades locales o nacionales competentes.

6.- EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La línea discurrirá por los términos municipales de Alcubierre y Robres, y atraviesa en su recorrido los siguientes polígonos catastrales:

TÉRMINO MUNICIPAL	POLÍGONO CATASTRAL
ROBRES	11
ALCUBIERRE	31, 30, 25, 27, 26, 18

El trazado puede consultarse en los planos de Situación y Emplazamiento y está definido por el siguiente listado de coordenadas UTM, referenciadas en el huso 30 (ED50):

- **Origen de la línea:** Pórtico en S.E.T. "P.E. Alcubierre":

Pórtico	X_{UTM} (m)	Y_{UTM} (m)
P	710.529,76	4.635.442,66

- **Vértices:**

VÉRTICE	X_{UTM} (m)	Y_{UTM} (m)
V1 (Apoyo T01)	710.567,57	4.635.442,66
V2 (Apoyo T02)	710.782,83	4.635.316,90
V3 (Apoyo T12)	710.612,68	4.633.106,40
V4 (Apoyo T15)	710.742,82	4.632.191,43
V5 (Apoyo T22)	711.303,77	4.630.509,69
V6 (Apoyo T25)	711.483,40	4.629.667,58
V7 (Apoyo T27)	711.584,75	4.629.192,39
V8 (Apoyo T28)	711.644,07	4.628.914,30
V9 (Apoyo T29)	711.695,26	4.628.674,32
V10 (Apoyo T30)	711.708,7384	4.628.314,6208

- **Final de la línea:** Pórtico Seccto. Robres:

Apoyo	X_{UTM} (m)	Y_{UTM} (m)
P	711.692,3777	4.628.290,5222

7.- TRAZADO DE LA LÍNEA

El origen de la Línea Aérea será el pórtico de la futura S.E.T. "P.E. Alcubierre", objeto de otro proyecto, desde donde y a través de 11 alineaciones y 30 apoyos se llegará al pórtico de la Subestación existente "Seccto. Robres".

La longitud total de la línea es de 7.560,78 m, discurriendo por los Términos Municipales de Alcubierre y Robres, en la provincia de Huesca.

ALINEACIÓN	APOYOS	LONGITUD (m)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	P – T01	29,13	Alcubierre
2	T01 – T02	359,96	Alcubierre
3	T02 – T12	2.701,99	Alcubierre
4	T12 – T15	822,07	Alcubierre
5	T15 – T22	1.793,71	Alcubierre
6	T22 – T25	815,11	Alcubierre
7	T25 – T27	404,60	Alcubierre
8	T27 – T28	112,29	Robres
9	T28 – T29	234,70	Robres
10	T29 – T30	249,31	Robres
11	T30 - P	37,81	Robres
TOTAL	**11 Alineaciones**	**7.560,78**	

Las cotas del terreno en el trazado de la línea varían aproximadamente entre 428 m sobre el nivel del mar en las inmediaciones del apoyo T09, y los 336 m en las inmediaciones del apoyo T22. Por tanto, al encontrarse toda la línea por debajo de los 500 m de altitud, y según el vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión, se considerará a efectos de cálculo la zona A.

8.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

8.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada	145 kV
Potencia a transportar	40 MW
N° de circuitos	1
N° de conductores por fase	Uno (Simplex)
Disposición conductores	Tresbolillo
Longitud de la línea:	7.560,78 km
Zona de cálculo	A
Velocidad de viento máxima considerada	140 km/h.
Conductores por circuito	Tres, de aluminio y acero tipo LA-280 (HAWK)
Tense EDS LA-280 a 15° C sin sobrecargas	1.552 daN (EDS 18%) 345 daN (EDS 4%)
Cable de tierra	Uno, Cable compuesto OPGW 51E67Z
Tense EDS OPGW a 15° C sin sobrecargas	1.200 daN (EDS 12%) 400 daN (EDS 4%)
Aislamiento	Cadenas de 10 elementos U100 BS / 127 en vidrio templado
Apoyos	30 torres metálicas de celosía, pertenecientes a las Series OLMO, ARCE y DRAGO, del fabricante MADE
Tipo de cimentación de Apoyos	Monobloque: OLMO Fraccionada 4 patas: ARCE y DRAGO
Puesta a tierra de Apoyos	Electrodo de difusión o anillo difusor

8.2.- APOYOS

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía, de la serie OLMO, ARCE y DRAGO del fabricante MADE. Son de cimentación monobloque (OLMO) y fraccionada (ARCE y DRAGO) y están construidos con perfiles angulares galvanizados totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos troncopiramidales de sección cuadrada, y la cabeza con tramos prismáticos rectos así mismo de sección cuadrada y de 1,00 m (OLMO), 1,20 m (ARCE) y 1,50 m (DRAGO) de anchura entre gramiles.

Todos los apoyos dispondrán de una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica por encima de los circuitos de energía.

El apoyo T01 contará con crucetas rectas en las fases tendidas por el ángulo exterior, según se indica en el plano de planta-perfil, para conducir el conductor hacia el punto de conexionado en el pórtico de la S.E.T. "Alcubierre".

En la siguiente tabla se expresa la ubicación de cada torre definida por sus coordenadas UTM en el huso 30 (ED50) así como los tipos de apoyo y características particulares en cada caso, siendo:

- PL: .....Principio de Línea
- AL:..... Alineación
- AL/AM:.....Alineación/Amarre
- AL/A: .....Alineación/Anclaje
- AN/AM: .....Ángulo/Amarre
- AN/A:.....Ángulo/Anclaje
- FL: .....Final de Línea

Nº	POSICIÓN (HUSO 30)		TIPO	ALTURA LIBRE	ARMADO	FUNCIÓN
	X_{UTM}	Y_{UTM}				
P	710.529,76	4.635.442,66	S.E.T. "Alcubierre"	14	-	-
T01	710.567,57	4.635.316,66	DRAGO 1600	18	F32	PL/FL
T02	710.782,83	4.635.316,90	ARCE 900	18,45	F43	AN/AM
T03	710.847,57	4.635.091,30	OLMO 275	5T	F51E	AL
T04	710.804,28	4.634.987,69	OLMO 275	5T	F51E	AL
T05	710.715,18	4.634.833,34	OLMO 275	3TA	F51E	AL
T06	710.602,00	4.634.637,29	ARCE 900	13,95	F43	AL/AM
T07	710.566,41	4.634.323,49	OLMO 275	4T	F51E	AL
T08	710.531,75	4.634.017,91	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T09	710.510,14	4.633.827,37	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T10	710.540,04	4.633.617,14	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T11	710.573,78	4.633.379,93	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T12	710.612,68	4.633.106,40	ARCE 900	16,2	F43	AN/A
T13	710.656,74	4.632.796,65	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T14	710.701,36	4.632.482,91	OLMO 275	5T	F51E	AL
T15	710.742,82	4.632.191,43	ARCE 1400	18,45	F43CR	AN/AM
T16	710.762,72	4.632.051,52	ARCE 900	13,95	F43	AL/AM
T17	710.883,10	4.631.811,77	ARCE 900	20,7	F43E	AL/AM
T18	711.005,65	4.631.567,70	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T19	711.131,60	4.631.316,87	OLMO 275	3TA	F51E	AL
T20	711.195,64	4.631.016,67	OLMO 275	3TA	F51E	AL
T21	711.243,50	4.630.792,27	OLMO 275	4T	F51E	AL
T22	711.303,77	4.630.220,55	ARCE 900	18,45	F43	AN/A
T23	711.365,45	4.630.220,55	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T24	711.425,83	4.629.937,44	OLMO 275	4T	F51E	AL
T25	711.483,40	4.629.667,58	ARCE 1400	18,45	F43	AN/AM
T26	711.531,69	4.629.441,17	OLMO 275	4T	F51E	AL
T27	711.584,75	4.629.192,39	ARCE 900	13,95	F43	AN/AM
T28	711.644,07	4.628.914,30	ARCE 1800	13,95	F43	AN/AM
T29	711.695,26	4.628.674,32	ARCE 1800	13,95	F43	AN/AM
T30	711.708,74	4.628.314,62	DRAGO 1600	15	F32	PL/FL
P	711.692,37	4.628.290,52	S.E.T. "SECCTO. Robres"	14	-	-

8.3.- CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea serán de Aluminio-Acero del tipo LA-280, de acuerdo a la Norma UNE 21018, de las siguientes características:

- Denominación: ..... LA-280 (HAWK)
- Composición (n° alambres Al/Ac): ..... 26 de 3,44 mm + 7 de 2,68 mm
- Sección total: ..... 281,1 mm^2
- Diámetro total: ..... 21,8 mm
- Peso del cable: ..... 0,977 kg/m
- Módulo de elasticidad: ..... 770.10^9 Pa
- Coeficiente de dilatación lineal: ..... $18,9 \times 10^{-6}$ $°C^{-1}$
- Carga de rotura: ..... 8.620 daN
- Resistencia eléctrica a 20°C: ..... 0,1194 Ω/km

Para el cable de tierra se proyecta instalar un cable compuesto, fibra-óptica, de las siguientes características, de acuerdo con las Normas UNE-EN 60794-4 y GE NNJ001:

- Denominación: ..... OPGW 51E67Z
- Sección: ..... 80,0 mm^2
- Diámetro: ..... 15,1 mm
- Peso del cable: ..... 0,65 kg/m
- Módulo de elasticidad: ..... $1,73.10^{12}$ Pa
- Coeficiente de dilatación lineal: ..... $13,9 \times 10^{-6}$ $°C^{-1}$
- Carga de rotura: ..... 10.000 daN

8.4.- CADENAS DE AISLAMIENTO

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) y eléctricamente para 132 kV. Las cadenas de aislamiento estarán formadas por 10 Aisladores del tipo U 100 BS / 127 (CEI - 305) en vidrio templado, de las siguientes características:

- Tipo de Aislador: ..... U 100 BS
- Paso: ..... 127 mm
- Dimensión de acoplamiento: 16A
- Línea de fuga por unidad: ..... 315 mm
- Carga rotura mínima: ..... 100 kN
- Tensión a frecuencia industrial:
  - De 1 min en seco: ..... 70 kV
  - De 1 min bajo lluvia: ..... 40 kV
- Tensión al impulso de choque en seco: ..... 100 kV

El nivel de aislamiento para la cadena de 10 elementos será:

$$10 \times \frac{315}{145} = 21{,}72 \text{ mm/kV}$$

Valor aceptable para la zona que atraviesa la línea, para la que se recomienda un nivel de aislamiento entre 16 y 20 mm/kV.

La normativa aplicable para la fabricación de estos aisladores será:

- UNE 21.009.- Medidas de acoplamiento para rótula y alojamiento.

- UNE-EN 60.383.- Ensayos de aisladores para líneas superiores a 1000V.

- UNE-EN 60.305.- Características de los elementos de tipo caperuza y vástago.

- UNE-EN 60372.- Dispositivos de enclavamiento.

8.4.1.- Cadenas de amarre

Cada cadena de amarre está constituida por 10 elementos de vidrio templado del tipo caperuza y vástago, con las siguientes características:

- Denominación: U100BS
- Material: ..... Vidrio Templado
- Paso: ..... 127 mm
- Diámetro: ..... 255 mm
- Línea de fuga: ..... 315 mm
- Carga de rotura: ..... 100 kN
- Norma de acoplamiento: ..... 16 A

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según CEI 383/1993:

- Tensión mantenida a frecuencia industrial en seco: ..... 490 kV
- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia: ..... 345 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros: ..... 760 kV
- Longitud línea de fuga: ..... 3.150 mm
- Línea de fuga específica: ..... 21,72 mm/kV

8.4.2.- Cadenas de suspensión

Cada cadena de suspensión estará constituida por 10 elementos de vidrio templado del tipo caperuza y vástago, con las siguientes características:

- Denominación: U100BS
- Material: ..... Vidrio Templado
- Paso: ..... 127 mm
- Diámetro: ..... 255 mm
- Línea de fuga: ..... 315 mm
- Carga de rotura: ..... 100 kN
- Norma de acoplamiento: ..... 16 A

Las características eléctricas del conjunto de aisladores son las siguientes, según CEI 383/1993:

- Tensión mantenida a frecuencia industrial en seco: .....440 kV
- Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia: .....320 kV
- Tensión mantenida a impulso tipo rayo 1,2/50 micros:.....675 kV
- Longitud línea de fuga:..... 3.150 mm
- Línea de fuga específica:.....21,72 mm/kV

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

8.4.3 Herrajes

Se engloban bajo esta denominación todos los elementos necesarios para la fijación de los aisladores a los apoyos y a los conductores, los de fijación del cable de tierra a la torre, los de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor como antivibradores, separadores, manguitos...

Para la elección de los herrajes se tendrá en cuenta su comportamiento frente al efecto corona y serán fundamentalmente de acero forjado, protegido de la oxidación mediante galvanizado a fuego.

Todos los bulones serán siempre con tuerca, arandela y pasador, estando comprendido el juego entre éstos y sus taladros entre 1 y 1,5 mm. El juego axial entre piezas estará comprendido entre 1 y 2,5 mm.

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

Todas las características métricas, constructivas, de ensayo, etc. de los herrajes serán las indicadas en las normas siguientes:

- UNE-EN 61.284
- UNE 21.009
- UNE 21.021
- UNE-EN 60372
- UNE 207009

8.4.3.1 Herrajes para el conductor

La composición de las distintas cadenas de herrajes para el conductor, sus cargas de rotura y esfuerzos máximos a los que pueden ser sometidos serán los que marca el R.L.A.T. para el conductor.

Cadena de amarre:

- 2 Grillete normal GN
- 1 Anilla bola larga AB16P
- 1 Rótula Larga R16P
- 1 Grapa de amarre a compresión
- 1 Cola de suspensión

Cadena de suspension:

- 1 Grillete normal GN
- 1 Anilla Bola AB16
- 1 Rótula Corta R16
- 1 Grapa de suspensión armada

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

8.4.3.2 Herrajes para el cable de tierra

Las cadenas serán sencillas, debiendo tenerse en cuenta los máximos esfuerzos soportables para cumplir los coeficientes de seguridad impuestos por el R.L.A.T., estando constituidas por las siguientes piezas:

Cadena de suspensión OPGW:

- Grillete recto
- Eslabón revirado
- Grapa de suspensión armada
- Grapa de conexión paralela
- Grapa de conexión a torre
- Inserto goma neopreno
- Juego de varillas preformadas

Cadena de amarre bajante OPGW:

- Grillete recto con tornillo
- Grillete revirado con tornillo
- Tirante
- Horquilla guardacabos
- Empalme de protección
- Retención
- Grapa conexión sencilla
- Antivibradores
- Varillas de protección

Cadena de amarre pasante OPGW:

- Grillete recto con tornillo
- Grillete revirado con tornillo
- Tirante
- Horquilla guardacabos
- Empalme de protección
- Retención
- Grapa conexión paralela
- Grapa conexión sencilla
- Antivibradores
- Varillas de protección

8.5.- ACCESORIOS

- **Antivibradores:**

Sirven para proteger los conductores y el cable de tierra de los efectos perjudiciales que pueden producir los fenómenos de vibración eólica a causa de los vientos de componente transversal a la línea y velocidades comprendidas entre 1 y 10 m/s. Cumplirán la norma UNE-EN 61897.

En los cables de fase se instalarán uno por conductor y vano hasta 500 metros, y dos por conductor y vano en los mayores de 500 metros. Para el cable de tierra (OPGW) se instalarán dos por vano.

La distancia entre el antivibrador y la grapa del conductor se verificará con el fabricante de antivibradores mediante los cálculos oportunos.

- **Salvapájaros:**

Se instalarán salvapájaros de tipo espiral sobre el cable de tierra a lo largo de toda la línea. Estos dispositivos se instalarán con una cadencia de 10 metros, serán de un color vivo para mejorar su visibilidad, y con ellos se pretende reducir la mortalidad de aves en la línea por colisión.

- **Contrapesos para bucle:**

Se instalarán en los bucles de los cables de fase indicados en el plano de planta y perfil. Serán de 10 kg cada uno, apropiados al diámetro del conductor de fase, y se colocarán en número de dos por cada bucle. Con ellos se pretende reducir la oscilación del bucle causada por el viento.

8.6.- CIMENTACIONES

Las cimentaciones e los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 98.

Se proyectan las cimentaciones de los distintos apoyos de acuerdo con la naturaleza del terreno. El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no es inferior a:

- Hipótesis normales: 1,5
- Hipótesis anormales: 1,2

8.6.1.- Cimentación tipo monobloque

La cimentación de los apoyos de la serie OLMO será del tipo monobloque prismático de sección cuadrada, calculado según la fórmula de Sulzberger, internacionalmente aceptada.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Dichas cimentaciones se terminarán con un vierteaguas de 5 cm de altura para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante según para un terreno con coeficiente de compresibilidad K=12 kg/cm^3xcm. En el caso de coeficientes de compresibilidad menores, deberá procederse a recalcular estas cimentaciones.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

8.6.2.- Cimentación tipo fraccionada (cuatro patas)

Las cimentaciones de los apoyos de las serie ARCE y DRAGO serán del tipo "Pata de Elefante", fraccionadas en cuatro bloques independientes y secciones circulares.

El bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre cada uno de los bloques de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Sus dimensiones, calculadas por el fabricante según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras suponiendo un terreno normal (resistencia característica a compresión de 2,5 kg/cm^2 y ángulo de arranque de las tierras de 30°). En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recálculo de las zapatas.

Las diversas cimentaciones están representadas en el documento PLANOS.

8.7.- PUESTA A TIERRA

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

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- **Electrodo de Difusión:**

Se dispondrán picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

el extremo superior de la pica de tierra quedará, como mínimo, a 0,8 m por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre las picas de tierra y el apoyo.

- **Anillo difusor:**

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

A continuación se presenta una relación de los apoyos de la línea, con su correspondiente clasificación en función de su ubicación:

APOYO Nº	TIPO DE APOYO	CLASIFICACIÓN
T-01	DRAGO 1600 18 F32	NO FRECUENTADO
T-02	ARCE 900 18,45 F43	NO FRECUENTADO
T-03	OLMO 275 5T F51E	NO FRECUENTADO
T-04	OLMO 275 5T F51E	NO FRECUENTADO
T-05	OLMO 275 3TA F51E	NO FRECUENTADO
T-06	ARCE 900 13,95 F43	NO FRECUENTADO
T-07	OLMO 275 4T F51E	NO FRECUENTADO
T-08	OLMO 275 4TA F51E	NO FRECUENTADO
T-09	OLMO 275 4TA F51E	NO FRECUENTADO
T-10	OLMO 275 5TA F51E	NO FRECUENTADO
T-11	OLMO 275 5TA F51E	NO FRECUENTADO
T-12	ARCE 900 16,2 F43	NO FRECUENTADO
T-13	OLMO 275 4TA F51E	NO FRECUENTADO
T-14	OLMO 275 5T F51E	NO FRECUENTADO

APOYO Nº	TIPO DE APOYO	CLASIFICACIÓN
T-15	ARCE 1400 18,45 F43CR	NO FRECUENTADO
T-16	ARCE 900 13,95 F43	NO FRECUENTADO
T-17	ARCE 900 20,7 F43E	NO FRECUENTADO
T-18	OLMO 275 5TA F51E	NO FRECUENTADO
T-19	OLMO 275 3TA F51E	NO FRECUENTADO
T-20	OLMO 275 3TA F51E	NO FRECUENTADO
T-21	OLMO 275 4T F51E	NO FRECUENTADO
T-22	ARCE 900 18,45 F43	NO FRECUENTADO
T-23	OLMO 275 5TA F51E	NO FRECUENTADO
T-24	OLMO 275 4T F51E	NO FRECUENTADO
T-25	ARCE 1400 18,45 F43	NO FRECUENTADO
T-26	OLMO 275 4T F51E	NO FRECUENTADO
T-27	ARCE 900 13,95 F43	NO FRECUENTADO
T-28	ARCE 1800 13,95 F43	NO FRECUENTADO
T-29	ARCE 1800 13,95 F43	NO FRECUENTADO
T-30	DRAGO 1600 15 F32	NO FRECUENTADO

Dado que, según su ubicación, todos los apoyos de la línea se clasifican como no frecuentados con respecto a los criterios definidos en el apartado 7.3.4.2 de la ITC 07 del R.L.A.T., y que la subestación "Alcubierre" se proyectará en la posición de la presente línea con desconexión automática inmediata para su protección, la puesta a tierra de los apoyos deberá ejecutarse de forma que el valor de resistencia de puesta a tierra sea lo suficientemente bajo como para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra; se cumplirá así lo señalado en el apartado 7.3.4.3, "verificación del diseño del sistema de puesta a tierra", de la ITC 07 del R.L.A.T.

8.8.- SEÑALIZACIÓN

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), fabricante y tipo de apoyo, tensión de la Línea (132 kV), símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa.

9.- CRUZAMIENTOS

En las siguientes tablas se indican los organismos o entidades afectados por la línea en proyecto, bien por cruzamientos o paralelismos, que cumplen lo que al respecto se establece en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

Cruzamiento con Carreteras (Diputación General de Aragón):

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
T16 - T17	Cruzamiento con Crta. A-129 PK 38.723	Alcubierre

Cruzamiento con Líneas (ENDESA):

APOYOS Nº	AFECCIÓN	TÉRMINO MUNICIPAL
T28 - T29	Cruzamiento con LAT 132 kV "Peñaflor-Marcen"	Robres

10.- CONCLUSIÓN

En los apartados de esta memoria, se ha expuesto la finalidad y justificación de la Línea Aérea de Alta Tensión 132 kV para evacuación de energía eléctrica del Parque Eólico "Alcubierre", en los términos municipales de Alcubierre y Robres, provincia de Huesca.

En los anexos y planos que se acompañan se justifican y detallan los fundamentos técnicos que han servido de base para la confección de este proyecto, los cuales cumplen con lo establecido en el vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Con los datos expuestos en la presente memoria, en unión con los documentos que se acompañan, creemos haber dado una idea clara de la obra a realizar, esperando la Sociedad peticionaria por ello que este proyecto sirva de base para la tramitación del Expediente de Autorización Administrativa y Aprobación del Proyecto de Ejecución.

Zaragoza, Septiembre de 2.013

El Ingeniero Técnico Industrial al servicio de EINA

Alejandro Romero Pau

Colegiado Nº X.XXX del C.O.I.I.A.R.

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE ANEXO 1

1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS 2

1.1.- CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA 2

1.2.- ECUACIONES DE PROPAGACIÓN 6

1.3.- CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO 7

1.4.- CAÍDA DE TENSIÓN 7

1.5.- PÉRDIDA DE POTENCIA 7

1.6.- EFECTO CORONA 8

1.7.- RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA 11

2.- CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES 12

2.1.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA (OPGW) 12

2.2.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO 14

2.3.- ACCIONES A CONSIDERAR 19

2.4.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES 22

Tablas de cálculo mecánico del conductor LA – 280 y OPGW 51E67Z 22

2.5.- TABLA RESUMEN DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES 25

3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD 27

3.1.- DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO 27

3.2.- SEPARACIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES Y ACCESORIOS EN TENSIÓN A APOYOS 27

3.3.- SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES 28

3.4.- DISTANCIAS PARA CRUZAMIENTOS 31

4.- CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS 33

4.1.- ACCIONES A CONSIDERAR 33

4.2.- SIMULTANEIDAD DE ACCIONES 33

4.3.- TABLAS DE CÁLCULO DE APOYOS 36

4.4.- CÁLCULO DE CIMENTACIONES 44

Cimentaciones Monobloque 44

Cimentación tipo cuatro patas 45

1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.1.- CONSTANTES Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA

Datos eléctricos de la instalación

- Tensión nominal: ..... U = 132 kV
- Tensión más elevada: ..... U = 145 kV
- Circuitos: ..... Uno
- N° de Conductores/Fase: ..... 1 (Simplex)
- Conductor: LA-280
- Frecuencia: ..... 50 Hz
- Factor de potencia (desfavorable): ..... cos φ = 0,9
- Longitud: ..... 7.560,78 m
- Potencia a transportar: ..... 40 MW

Características del conductor LA-280

- Denominación: ..... LA-280 (HAWK)
- Composición (n° alambres Al/Ac): ..... 26 de 3,44 mm + 7 de 2,68 mm
- Sección total: ..... 281,1 mm²
- Diámetro total: ..... 21,8 mm
- Resistencia eléctrica a 20°C: ..... 0,1194 Ω/km

La densidad máxima de corriente en régimen permanente según indica el Reglamento en su apartado 4.2.1 de la ITC-LAT 07 para una sección total de 281,1 mm^2 es de 2,207 A/mm^2; a este valor se le aplica un coeficiente reductor de 0,937 por tratarse de un conductor de composición 26 + 7 resultando:

$$\theta_r = 0{,}937 \cdot 2{,}207 = 2{,}068 \ A/mm^2$$

que supone una intensidad máxima por conductor de:

$$I = 2{,}068 \cdot 281{,}1 \approx 581{,}22 \text{ A}$$

La distancia media geométrica entre fases para la disposición tresbolillo más repetida en la línea es:

$$D=\sqrt[3]{D_{1-2}.D_{2-3}.D_{3-1}} = \sqrt[3]{6{,}33\,.\,6{,}33\,.\,4{,}04} = 5{,}54\ m$$

- Potencia a transportar:

La potencia máxima por circuito que puede transportar viene dada por la intensidad anteriormente calculada.

$$Pmax(MW) = \frac{\sqrt{3}.U.I.cos\varphi}{1000}$$

Por lo cual:

$$Pmax(MW) = \frac{\sqrt{3}.U.I.cos\varphi}{1000} = \frac{\sqrt{3}.132.581{,}22.0{,}9}{1000} = 119{,}59\ MW$$

- Resistencia eléctrica:

$$R_k = 0{,}1194\frac{\Omega}{km}$$
$$R = 0{,}1194.7{,}560 = 0{,}903\Omega$$

- Reactancia media por kilómetro:

La reactancia kilométrica de la línea viene dada por la fórmula:

$$X = 2\pi f.M\ \Omega/km$$

Siendo M el coeficiente de inducción mútua

$$M = \left(K + 4{,}605.\log\left(\frac{2D}{d}\right)\right).10^{-4}\ H/km$$

Donde:

-X = Reactancia en ohmios por kilómetro

-F = Frecuencia en hertzios

-D = Separación media geométrica entre conductores en mm

-d = Diámetro del conductor en mm

-K = Constante que toma el valor de 0,5

La separación media geométrica entre fases ha sido calculada anteriormente, así que sustituyendo valores se obtiene una reactancia de:

$$X = 0{,}4057\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}4057 \frac{\Omega}{km} . 7{,}560\ km = 3{,}067\ \Omega$$

- Susceptancia por kilómetro:

El valor de la susceptancia kilométrica de la línea se calcula mediante la fórmula:

$$B_K = C \cdot 2\pi \cdot f\ (S/km)$$

Sustituyendo C (capacidad kilométrica) por la expresión:

$$C = \frac{24{,}2}{\log \frac{D}{r}} \cdot 10^{-9}\ (\text{Faradios/km})$$

Tendremos:

$$B_k = \frac{24{,}2}{\log \frac{5045}{10{,}90}}\ \ 10^{9}\ \ 2\pi\ \ 50 = 3{,}9666\ \ 10^{-6}\ S/km$$

$$B = 3{,}9666\ \ 10^{-6}\ S/km\ \ 7{,}560\ km = 29{,}98\ \ 10^{-6}\ S$$

Donde:

-B = Susceptancia en Siemens/km

-F = Frecuencia de la red en hertzios

-D = Separación media geométrica entre conductores en mm

-r = Radio del conductor en mm

- Perditancia:

La perditancia o conductancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de las perdidas en los aisladores:

$$G = [P_A + P_{EC}].\frac{10^{-3}}{V^2} \text{ (S/km)}$$

Donde:

-P_A = Pérdidas en los aisladores en kW/km

-P_{EC} = Pérdidas por efecto corona en kW/km

-V = Tensión de servicios por fase de la línea en kV

Debido a que tanto las pérdidas por efecto corona como las pérdidas en los aisladores, considerando la longitud de la línea, resultan prácticamente despreciables, se supone despreciable: G_K=0

- Impedancia:

$$\overline{Z} = R + j \quad X = 0{,}903 + j \quad 3{,}067 = 3{,}197 \,|\, \underline{73{,}59^\circ}$$

- Admitancia:

La admitancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de conductancia y susceptancia kilométrica.

$$\overline{Y} = G + j \quad B = 0 + j \quad 2{,}98 \cdot 10^{-5} = 2{,}98 \quad 10^{-5} \,|\, \underline{90^\circ}$$

- Impedancia característica:

$$\overline{Z}_C = \sqrt{\frac{\overline{Z}}{\overline{Y}}} = \sqrt{\frac{3{,}197 \,|\, \underline{73{,}59^\circ}}{2{,}98 \quad 10^{-5} \,|\, \underline{90^\circ}}} = 327{,}54 \,|\, \underline{-8{,}20^\circ}$$

- Ángulo característico:

$$\overline{\theta} = \sqrt{\overline{Z} \quad \overline{Y}} = \sqrt{3{,}197 \,|\, \underline{73{,}59^\circ} \cdot 2{,}98 \cdot 10^{-5} \,|\, \underline{90^\circ}} = 0{,}0097 \,|\, \underline{81{,}80^\circ}$$

- Potencia característica:

$$P_C = \frac{U^2}{Z_C} = \frac{132^2}{326{,}52} = 53{,}36\ \text{MW}$$

1.2.- ECUACIONES DE PROPAGACIÓN

Las ecuaciones de propagación para la línea en función de las constantes del cuadripolo equivalente son:

$$\overline{V}_1 = \overline{A} \cdot \overline{V}_2 + \overline{B} \cdot \overline{I}_2$$
$$\overline{I}_1 = \overline{C} \cdot \overline{V}_2 + \overline{D} \cdot \overline{I}_2$$

Las constantes auxiliares de la línea considerando únicamente los dos primeros términos del desarrollo en serie de las funciones hiperbólicas son:

$$\overline{A} = 1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{2} = \overline{D}$$
$$\overline{B} = \overline{Z} \cdot \left(1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{6}\right)$$
$$\overline{C} = \overline{Y} \cdot \left(1 + \frac{\overline{Z} \cdot \overline{Y}}{6}\right)$$

Las constantes son:

$$\overline{A} = \overline{D} = 0{,}9997 + j \cdot 1{,}34 \cdot 10^{-5}$$
$$\overline{B} = 0{,}898 + j \cdot 3{,}052$$
$$\overline{C} = -0{,}133311E-09 + j\ 2{,}984 \cdot 10^{-5}$$

Tomando como referencia para el eje real la tensión nominal en la subestación receptora, constante e igual a 132.000 V, la tensión simple será:

$$V_2 = \frac{132.000}{\sqrt{3}} = 76.210\ \text{V} \qquad \overline{V_2} = 76.210 \angle 0^\circ\ \text{V}$$

Como carga en la subestación receptora se tomará 40 MW, con un cos φ = 0,9, que supone una intensidad de:

$$I_2 = \frac{P_2}{\sqrt{3}\ V_2\ \cos} = \frac{40.000}{\sqrt{3}\ \ 132\ \ 0{,}9} = 194{,}39\ \text{A} \quad \overline{I_2} = 194{,}39 \angle -25{,}84$$

La tensión al principio de la línea será, de acuerdo a las ecuaciones de propagación:

$$\overline{V}_1 = \overline{A}\ \ \overline{V}_2 + \overline{B}\ \ \overline{I}_2 = 76.622{,}27 + j\ \ 458{,}895\ \text{A}$$

$$\overline{V}_1 = 76.623{,}64 \mid 0{,}343\ V$$

lo que da una caída de tensión de:

$$\Delta V\% = \frac{\left|\overline{V}_2\right| - \left|\overline{V}_1\right|}{\left|\overline{V}_1\right|} \cdot 100 = \frac{76.624 - 76.210}{76.624} \cdot 100 = 0{,}54\ \%$$

1.3.- CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO

La capacidad de transporte total de la línea atendiendo a su intensidad será:

$$P_{circuito} = \frac{\sqrt{3}\cdot U \cdot I \cdot \cos}{1000} = \frac{\sqrt{3}\cdot 132 \cdot 581 \cdot 0{,}9}{1000} = 119{,}55\ MW$$

1.4.- CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia (despreciando la influencia capacitiva), producida la línea viene dada por la expresión

$$e\% = \frac{100 \cdot (R_K + X_K \cdot \tan\varphi) \cdot P \cdot L}{U^2}$$

- **Potencia máxima a transportar: 40 MW**

$$e\ \% = \frac{100 \cdot (0{,}1194 + 0{,}4057 \cdot 0{,}4843) \cdot 40 \cdot 7{,}523}{132^2} = 0{,}546\ \%$$

- **Potencia máxima admisible: 119,55 MW**

$$e\ \% = \frac{100 \cdot (0{,}1194 + 0{,}4057 \cdot 0{,}4843) \cdot 119{,}55 \cdot 7{,}523}{132^2} = 1{,}631\ \%$$

1.5.- PÉRDIDA DE POTENCIA

- **Potencia máxima a transportar: 40 MW**

$$P\% = \frac{100 \cdot R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2} \quad L = \frac{100 \cdot 0{,}1194 \cdot 40}{132^2 \quad 0{,}9^2} \cdot 7{,}523 = 0{,}25\%$$

y en valor absoluto:

$$0{,}0025 \cdot 40 = 0{,}10 \text{ MW}$$

- **Potencia máxima admisible: 119,55 MW**

$$P\% = \frac{100 \cdot R \cdot P}{U^2 \cdot \cos^2} \quad L = \frac{100 \cdot 0{,}1194 \cdot 119{,}55}{132^2 \quad 0{,}9^2} \cdot 7{,}523 = 0{,}76\%$$

y en valor absoluto:

$$0{,}0076 \cdot 119{,}55 = 0{,}91 \text{ MW}$$

De los cálculos expuestos se deduce que el conductor elegido (LA – 280), cumple con todas las condiciones exigidas tanto en lo que concierne a caídas de tensión, capacidad de transporte y pérdidas de potencia.

1.6.- EFECTO CORONA

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire. Será interesante por lo tanto comprobar si en algún punto de la línea se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_C = V_C \cdot \sqrt{3} = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_C \cdot \delta \cdot m_T \cdot r \cdot ln\frac{D}{r}$$

donde:

- U_C = tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, es decir, tensión crítica disruptiva.
- V_C = tensión simple correspondiente.
- 29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25° C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.

- m_C = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).

- m_T = coeficiente meteorológico .

- r = radio del conductor en cm.

- D = distancia media geométrica entre fases en cm.

- δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

- El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3{,}921 \cdot h}{273 + \theta}$$

donde:

- h = presión barométrica en cm de columna de mercurio.

- θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor medio aproximado de h de 72,44 cm (396 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15° C, obteniendo δ = 0,9862

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva.

Si considerásemos tiempo seco (m_T=1):

$$U_C = V_C \cdot \sqrt{3} = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0{,}85 \cdot \frac{3{,}921 \quad 72{,}44}{273 + 15} \cdot 1 \cdot 1{,}09 \cdot \ln \frac{545}{1{,}09} = 207{,}24 \text{ kV}$$

U_C = 207,24 kV > 145 kV

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, no tendríamos efecto corona en la línea.

Si considerásemos tiempo húmedo (m_T=0,8):

UC=165,79 kV > 145 kV

Al ser el valor de la tensión crítica disruptiva mayor que la tensión compuesta más elevada, definida según el apartado 4.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, tampoco tendríamos efecto corona en la línea.

1.7.- RESUMEN CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA

Resistecia eléctrica: .....0,903 Ω

Reactancia de autoinducción: .....3,067 Ω

Susceptancia: ..... $29,98.10^{-5}$ S

Perditancia: .....0 S

Impedancia: ..... Módulo: 3,197 Argumento: 73,59°

Admitancia: ..... Módulo: $2.98.10^{-5}$ Argumento: 90°

Impedancia característica: ..... Módulo: 327,54 Argumento: -8,2°

Ángulo característico: ..... Módulo: 0,0097 Argumento: 81,8°

Potencia característica: .....53,36 MW

2.- CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

2.1.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES Y DEL CABLE DE TIERRA (OPGW)

Datos de cálculo conductor LA-280

- Denominación ..... LA-280 HAWK
- Sección ..... 281,1 mm²
- Diámetro ..... 21,80 mm
- Peso propio ..... 0,977 kg/m
- Sobrecarga de viento (máximo 140 km/h) ..... 1,512 daN/m
- Carga de rotura ..... 8.620 daN
- Módulo de elasticidad ..... 77.10^9 Pa
- Coef. dilatación lineal ..... $18{,}9 \times 10^{-6}$ °C^{-1}
- Tense EDS, a 15°C sin sobrecargas
  - 18% ..... 1.552 daN
  - 4% ..... 345 daN

Datos de cálculo cable OPGW 51E67Z

- Denominación ..... OPGW 51E67Z
- Sección .....80,0 mm^2
- Diámetro ..... 15,1 mm
- Peso propio..... 0,650 kg/m
- Sobrecarga de viento (máximo 140 km/h)..... 1,257 daN/m
- Carga de rotura..... 10.000 daN
- Módulo de elasticidad ..... 17,3.10^9 Pa
- Coef. dilatación..... 13,9x10^{-6} $°C^{-1}$
- Tense EDS, a 15°C sin sobrecargas
  - 12%..... 1.200 daN
  - 4%..... 400 daN

2.2.- HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Las hipótesis de sobrecarga para el cálculo de las tensiones y flechas del conductor, serán las definidas por el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión en su apartado 3.5.3 de la ITC 07, para Zonas A, B y C.

Además se tendrá en cuenta el límite dinámico EDS, que es aquél que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio eólico del conductor en condiciones de temperatura normales. La tensión máxima de trabajo a 15°C sin sobrecarga en Zona A, no debe sobrepasar el valor del 19% de la carga de rotura de los conductores.

Para el cálculo de las tensiones y flechas reglamentarias utilizaremos la ecuación del cambio de condiciones, partiendo de la hipótesis de tense EDS fijo, considerándose además que el coeficiente de seguridad en la hipótesis de tracción máxima según reglamento no sea inferior a 3.

Ecuación del cambio de condiciones:

$$t_1^2 \cdot (t_1 - k + \lambda \cdot E \cdot (\theta_1 - \theta_0)) = a^2 \cdot w^2 \cdot \frac{E}{24} \cdot m_1^2$$

El valor de k viene dado por la expresión:

$$k = t_0 - (a^2 \cdot m_0^2 \cdot w^2 \cdot \frac{E}{24 \cdot t_0^2})$$

El tense horizontal del cable se puede expresar como:

$$T = t \cdot s$$

La flecha vendrá dada por la expresión:

$$f = \frac{a^2 \cdot w}{8 \cdot t_1}$$

Siendo:

t1 = tensión específica en la hipótesis a calcular en daN/mm2

a = vano de regulación en m

t0 = tensión específica en el estado inicial en daN/mm2

t1 = tensión específica en la hipótesis a calcular en daN/mm2

a =vano de regulación en m

m0 = coeficiente de simultaneidad de sobrecargas de hielo y viento estado inicial

m1 = coeficiente de simultaneidad de sobrecargas de hielo y viento hipótesis a calcular

$\theta 1 - \theta 0$ =diferencia de temperaturas

λ = coeficiente dilatación lineal

E = módulo elasticidad en Pa

w = peso por metro y por mm² de sección

T = Tense horizontal en daN

s = Sección del cable

El vano de cálculo o regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá dado por la expresión:

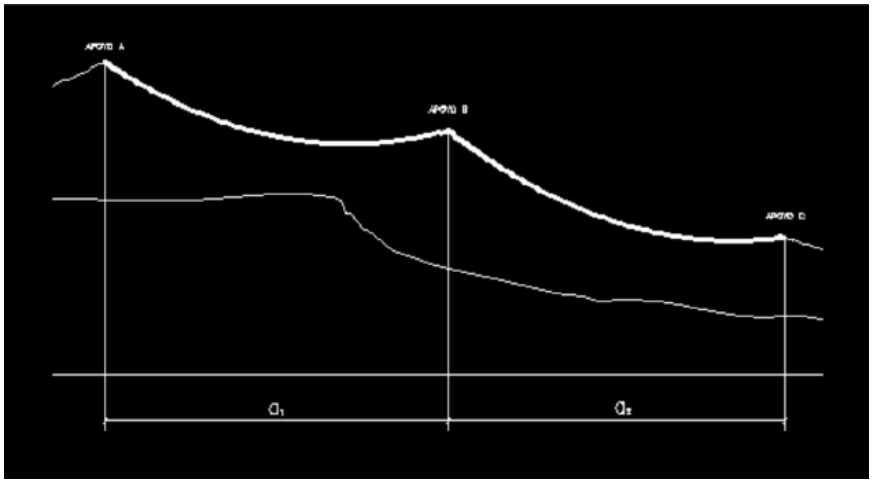
$$Vano_{regulación} = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

De los diferentes vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, se determinarán sus flechas de regulación a partir de la expresión:

$$FLECHA_{VANO\,AREGULAR} = Flecha_{VANO\,CALCULO}\left(\frac{Vano_{AREGULAR}}{Vano_{CALCULO}}\right)^2$$

2.2.1 Vano

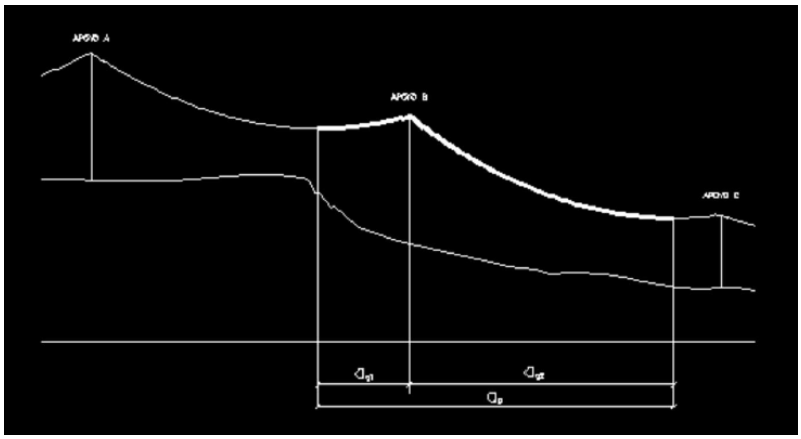
Según el Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, se define como vano como la distancia entre dos apoyos consecutivos de una línea eléctrica:



2.2.2 Gravivano

El gravivano de un apoyo es la longitud de vano que determina la acción del propio peso que los cables transmiten al mismo. Se expresa dicha longitud por la distancia horizontal entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo que se considere:

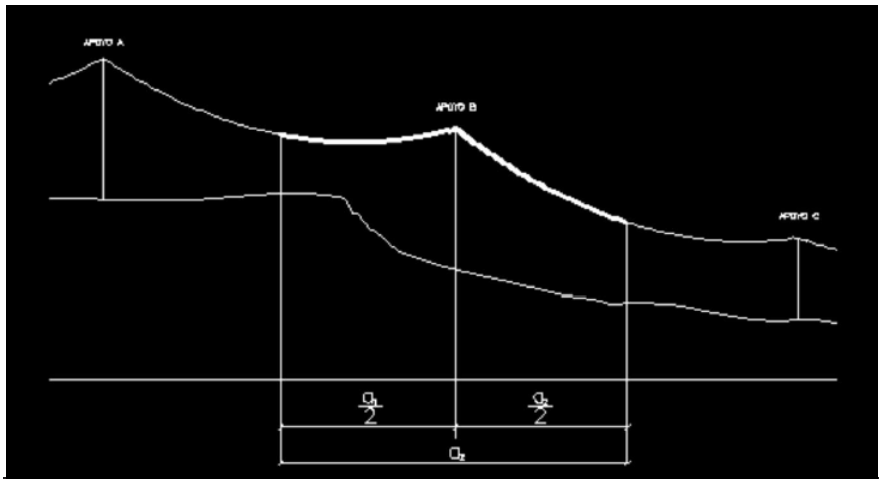
$$a_g = a_{g1} + a_{g2}$$



2.2.3 Eolovano

El eolovano de un apoyo es la longitud de vano horizontal que hay que considerar para determinar el esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los cables, transmiten éstos al apoyo:

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2}$$



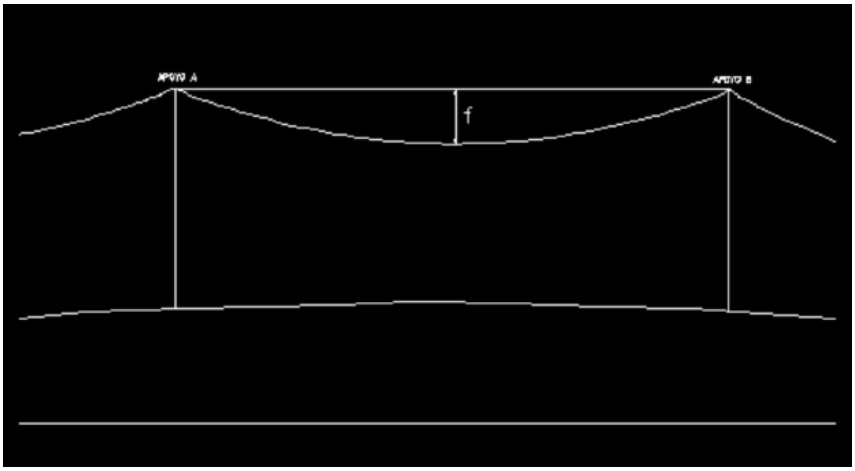
2.2.4 Vano de regulación

El vano de cálculo o de regulación se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá por la expresión:

$$Vano\ regulacion = a_r = \sqrt{\frac{\sum a^3}{\sum a}}$$

2.2.5 Flechas

Se denomina flecha a la distancia del punto más bajo de la catenaria con respecto a la recta que une los extremos de los apoyos que conforman un vano:



La flecha de un vano, se puede calcular con la siguiente expresión:

$$f = \frac{P.a^2}{8.T}$$

Donde:

-f: flecha (m)

-P: peso del cable (daN/m)

-A: longitud del vano (m)

-T: tensión del cable (daN)

Aunque, a simple vista, al observar un vano de una línea aérea pueda parecer que la longitud de cable es considerablemente mayor que la longitud horizontal entre los apoyos que forman el vano observando, ésta no lo es, y se puede comprobar fácilmente con la siguiente expresión:

$$L = a + \frac{8.f^2}{3.a}$$

Donde:

-L: longitud del cable (m)

-f: flecha (m)

-a: longitud del vano (m)

Probablemente, el documento más importante durante la ejecución de una línea eléctrica aérea, sean las tablas de tendido, donde figuran las longitudes de las flechas para los vanos de cálculo según la temperatura y la longitud del vano de tendido. Estas tablas se adjuntan más adelante.

$$Flecha\ vano\ a\ regular = Flecha\ vano\ calculado.\left(\frac{vano\ a\ regular}{vano\ cálculo}\right)^2$$

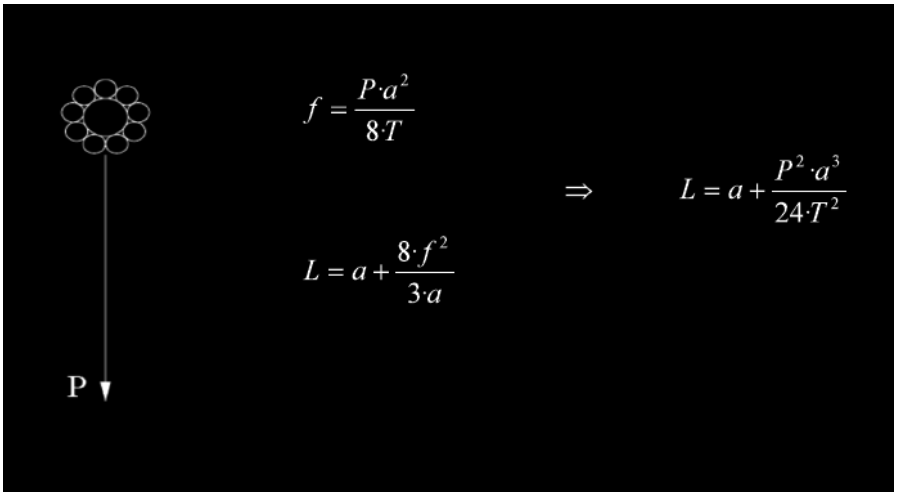
2.3.- ACCIONES A CONSIDERAR

Para realizar el cálculo mecánico de un conductor es fundamental conocer cuáles son las fuerzas que actúan sobre el mismo:

2.3.1 Acción del propio peso

El cable tendido entre dos apoyos forma una curva llamada catenaria, de difícil cálculo, que se puede aproximar bastante bien por una parábola para vanos de hasta 500m.

Si relacionamos las ecuaciones de la flecha y la longitud del cable en un vano, se observa fácilmente la acción del peso del cable sobre el mismo:



$$f = \frac{P \cdot a^2}{8 \cdot T} \qquad \Rightarrow \qquad L = a + \frac{P^2 \cdot a^3}{24 \cdot T^2}$$

$$L = a + \frac{8 \cdot f^2}{3 \cdot a}$$

Donde:

-L: longitud del cable (m)

-f: flecha (m)

-a: longitud del vano (m)

-T: tensión del cable (daN)

-L: longitud del cable (m)

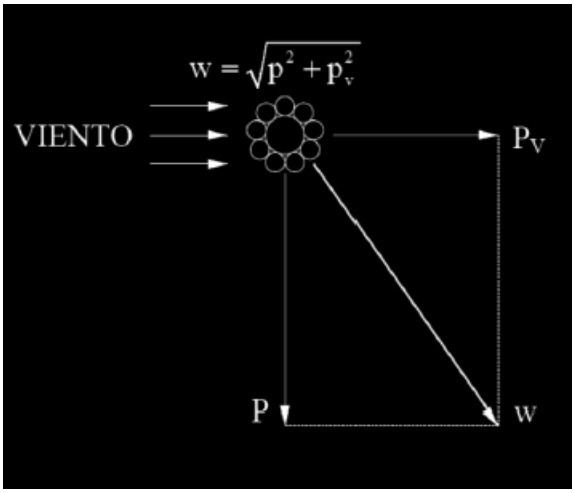
2.3.2 Acción del viento

Un cable aéreo tendido entre dos apoyos, se ve expuesto a la acción del viento que incide sobre él. Esta acción es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del viento y a la superficie expuesta.

En la siguiente imagen se puede ver la acción horizontal del viento (Pv [kg/m]) sobre el cable, combinada con la acción vertical del peso (P [kg/m]), que genera como resultante el peso aparente del cable (w [kg/m]):

$$w = \sqrt{p^2 + {p_v}^2}$$

$$p_v = P.d$$



Donde:

-w: peso aparente del cable (daN/m)

-p: peso del cable (daN)

-pv: acción horizontal del viento (daN)

-P: presión del viento (daN/m2)

-d: diámetro del cable (m)

Para determinar la presión del viento en función de la velocidad existen diversos métodos, siendo el empleado aquí el siguiente:

$$P = K.v^2.S$$

Donde:

K: constante función de la forma geométrica (0,007)

P: presión del viento (daN)

v: velocidad del viento (km/h)

S: superficie normal al viento (m2)

Para superficies expuestas al viento, con forma aerodinámica (como un cable conductor), hay que aplicar unos factores de corrección en función del diámetro de la misma:

$$D \leq 16mm \Rightarrow K = 0{,}007.0{,}6 = 0{,}0042$$

$$D > 16mm \Rightarrow K = 0{,}007.0{,}5 = 0{,}0035$$

2.3.3 Acción de la temperatura

Los cambios de temperatura producen que el cable conductor se contraiga (frío) o se dilate (calor), lo que origina variaciones en la tensión y en la flecha del cable que, aunque no son muy importantes en vanos de pequeña longitud, deberán ser tenidos en cuenta en el cálculo mecánico.

La dilatación es lineal y responde a la siguiente fórmula:

$$L = L_0.(1 - \alpha.\emptyset)$$

Donde:

L: longitud a la temperatura de estudio (m)

Lo: longitud del cable a 0°C (m))

pv: acción horizontal del viento (daN)

α: coeficiente de dilatación lineal (°C-1)

Ø: temperatura considerada

Para calcular la variación de la longitud entre dos temperaturas diferentes, Ø1 y Ø2, no hay más que aplicar la siguiente fórmula:

$$L_1 - L_2 = L_0.(1 - \alpha.\emptyset_1) - L_0.(1 - \alpha.\emptyset_2) = L_0.\propto.(\emptyset_1 - \emptyset_2)$$

2.4.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

Se adjuntan las tablas de cálculo mecánico de conductores en las que figuran las tensiones y flechas correspondientes a las hipótesis de cálculo.

Para la obtención de las flechas y tenses a utilizar en la regulación y posterior engrapado de los conductores, correspondientes a diferentes temperaturas y vanos se deberá hacer uso de la formulación detallada en el apartado anterior.

Tablas de cálculo mecánico del conductor LA – 280 y OPGW 51E67Z

LA-280 HAWK

SOBRECARGAS

Viento 140 km/h: 1,512 daN/m

DESNIVEL: 0,00 %

CONDICIONES INICIALES

Tensión horizontal (daN): 1.552,00
Temperatura (ºC) 15,0

ZONA:	A
Tipo de Cable:	HAWK
Sección Total (mm2):	281,1
Diámetro (mm):	21,80
Carga de Rotura (daN):	8.620
Peso Propio (kg/m):	0,977
Módulo de Elasticidad (Pa):	7.700 .1E7
Coeficiente de Dilatación (1/ºC):	0,0000189

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima			Desviación Cadenas		Sin Sobrecargas																				VANOS (m)
	- 5º C + Viento			+ 15º C + Viento			+ 85º C			- 5º C			- 5º C + 50% Viento		+ 45º C		+ 40º C		+ 35º C		+ 30º C		+ 25º C		+ 20º C		+15º C			+ 10º C		+ 5º C		0º C		- 10º C		
	T (daN)	F (m)	Cs	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	EDS (%)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
112,00	2.505,88	1,13	3,44	1.837,31	1,26	1.241,80	667,04	2,30	682,74	2.154,49	0,71	2.205,21	2.213,51	0,80	986,36	1,55	1.053,65	1,45	1.130,48	1,36	1.217,98	1,26	1.317,09	1,16	1.428,40	1,07	1.552,00	0,99	18,00	1.687,46	0,91	1.833,86	0,84	1.990,00	0,77	2.325,99	0,66	112,00
141,00	2.552,06	1,75	3,37	1.913,48	1,92	1.293,27	781,33	3,11	799,73	2.062,12	1,18	2.110,66	2.149,73	1,30	1.080,41	2,25	1.138,69	2,13	1.203,98	2,02	1.277,13	1,90	1.359,03	1,79	1.450,44	1,67	1.552,00	1,56	18,00	1.664,07	1,46	1.786,68	1,36	1.919,57	1,26	2.213,49	1,10	141,00
207,00	2.638,39	3,66	3,26	2.044,48	3,88	1.381,81	982,02	5,33	1.005,14	1.881,15	2,78	1.925,44	2.026,92	2,97	1.230,30	4,26	1.273,24	4,11	1.319,87	3,97	1.370,59	3,82	1.425,86	3,67	1.486,16	3,52	1.552,00	3,37	18,00	1.623,91	3,22	1.702,42	3,07	1.788,02	2,93	1.982,16	2,64	207,00
235,00	2.666,76	4,66	3,22	2.085,38	4,90	1.409,46	1.047,49	6,45	1.072,15	1.824,55	3,70	1.867,50	1.988,13	3,90	1.275,09	5,29	1.313,04	5,14	1.353,85	4,98	1.397,81	4,83	1.445,25	4,67	1.496,52	4,51	1.552,00	4,35	18,00	1.612,11	4,19	1.677,27	4,02	1.747,94	3,86	1.907,54	3,54	235,00
249,00	2.679,32	5,21	3,21	2.103,24	5,46	1.421,53	1.076,69	7,04	1.102,03	1.800,58	4,21	1.842,97	1.971,51	4,42	1.294,41	5,85	1.330,14	5,70	1.368,39	5,54	1.409,41	5,38	1.453,48	5,21	1.500,90	5,05	1.552,00	4,88	18,00	1.607,13	4,71	1.666,67	4,55	1.731,01	4,38	1.875,78	4,04	249,00
256,00	2.685,22	5,50	3,20	2.111,59	5,74	1.427,17	1.090,48	7,35	1.116,16	1.789,57	4,47	1.831,70	1.963,83	4,69	1.303,40	6,15	1.338,08	5,99	1.375,12	5,82	1.414,77	5,66	1.457,28	5,50	1.502,92	5,33	1.552,00	5,16	18,00	1.604,84	4,99	1.661,80	4,82	1.723,25	4,65	1.861,18	4,30	256,00
274,00	2.699,34	6,26	3,18	2.131,43	6,52	1.440,59	1.123,69	8,17	1.150,14	1.764,00	5,20	1.805,53	1.945,85	5,42	1.324,67	6,93	1.356,81	6,76	1.390,98	6,60	1.427,37	6,43	1.466,19	6,26	1.507,65	6,09	1.552,00	5,91	18,00	1.599,51	5,74	1.650,47	5,56	1.705,19	5,38	1.827,25	5,02	274,00
281,00	2.704,44	6,58	3,17	2.138,57	6,83	1.445,41	1.135,77	8,50	1.162,51	1.755,02	5,50	1.796,34	1.939,49	5,72	1.332,29	7,24	1.363,50	7,08	1.396,63	6,91	1.431,85	6,74	1.469,34	6,57	1.509,32	6,39	1.552,00	6,22	18,00	1.597,63	6,04	1.646,49	5,86	1.698,85	5,68	1.815,34	5,31	281,00
284,00	2.706,56	6,71	3,17	2.141,53	6,97	1.447,41	1.140,82	8,64	1.167,67	1.751,33	5,63	1.792,56	1.936,87	5,85	1.335,44	7,38	1.366,27	7,22	1.398,97	7,05	1.433,70	6,88	1.470,65	6,70	1.510,01	6,53	1.552,00	6,35	18,00	1.596,86	6,17	1.644,85	5,99	1.696,24	5,81	1.810,45	5,44	284,00
288,00	2.709,33	6,90	3,17	2.145,39	7,16	1.450,02	1.147,42	8,84	1.174,43	1.746,55	5,80	1.787,67	1.933,46	6,03	1.339,56	7,57	1.369,88	7,40	1.402,01	7,23	1.436,11	7,06	1.472,34	6,89	1.510,91	6,71	1.552,00	6,53	18,00	1.595,86	6,35	1.642,72	6,17	1.692,85	5,99	1.804,11	5,62	288,00
294,00	2.713,37	7,18	3,16	2.151,02	7,44	1.453,82	1.157,07	9,13	1.184,31	1.739,66	6,07	1.780,61	1.928,54	6,30	1.345,53	7,85	1.375,12	7,68	1.406,43	7,51	1.439,60	7,34	1.474,80	7,16	1.512,20	6,99	1.552,00	6,81	18,00	1.594,41	6,63	1.639,65	6,44	1.687,98	6,26	1.794,98	5,88	294,00
360,00	2.749,69	10,62	3,11	2.201,15	10,90	1.487,70	1.245,74	12,73	1.275,07	1.681,98	9,42	1.721,57	1.886,57	9,66	1.398,37	11,33	1.421,19	11,15	1.445,02	10,97	1.469,94	10,78	1.496,02	10,59	1.523,35	10,40	1.552,00	10,21	18,00	1.582,08	10,01	1.613,69	9,82	1.646,95	9,62	1.718,90	9,22	360,00

SOBRECARGAS

Viento: 1,512 daN/m

DESNIVEL: 0,00 %

CONDICIONES INICIALES

Tensión horizontal (daN): 345,00
Temperatura (ºC) 15,0

ZONA:	A
Tipo de Cable:	HAWK
Sección Total (mm2):	281,1
Diámetro (mm):	21,80
Carga de Rotura (daN):	8.620
Peso Propio (kg/m):	0,977
Módulo de Elasticidad (Pa):	7.700 .1E7
Coeficiente de Dilatación (1/ºC):	0,0000189

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima			Desviación Cadenas		Sin Sobrecargas																				VANOS (m)
	- 5º C + Viento			+ 15º C + Viento			+ 85º C			- 5º C			- 5º C + 50% Viento		+ 45º C		+ 40º C		+ 35º C		+ 30º C		+ 25º C		+ 20º C		+15º C			+ 10º C		+ 5º C		0º C		- 10º C		
	T (daN)	F (m)	Cs	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	EDS (%)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
29,00	875,61	0,22	9,84	474,42	0,33	320,65	148,67	0,69	152,17	701,87	0,15	718,40	733,15	0,16	206,54	0,50	219,31	0,47	234,55	0,44	253,12	0,41	276,26	0,37	305,90	0,34	345,00	0,30	4,00	398,10	0,26	471,49	0,22	571,80	0,18	857,84	0,12	29,00

OPGW 51E67Z

SOBRECARGAS		
Viento:	1,257	daN/m
DESNIVEL:	0,00	%

CONDICIONES INICIALES	
Tensión horizontal (daN):	1.200,00
Temperatura (ºC)	15,0

ZONA:	A
Tipo de Cable:	51E67Z
Sección Total (mm2):	80,0
Diámetro (mm):	15,10
Carga de Rotura (daN):	10.000
Peso Propio (kg/m):	0,650
Módulo de Elasticidad (Pa):	17.300 .1E7
Coeficiente de Dilatación (1/ºC):	0,0000139

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima			Desviación Cadenas		Sin Sobrecargas																				VANOS (m)
	- 5º C + Viento			+ 15º C + Viento			+ 50º C			- 5º C			- 5º C + 50% Viento		+ 45º C		+ 40º C		+ 35º C		+ 30º C		+ 25º C		+ 20º C		+15º C			+ 10º C		+ 5º C		0º C		- 10º C		
	T (daN)	F (m)	Cs	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	EDS (%)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
112,00	1.813,17	1,22	5,51	1.435,49	1,23	1.271,08	796,36	1,28	1.225,17	1.507,07	0,68	2.318,58	1.561,19	0,80	841,86	1,21	891,43	1,14	945,14	1,08	1.003,00	1,02	1.064,90	0,96	1.130,65	0,90	1.200,00	0,85	12,00	1.272,65	0,80	1.348,26	0,76	1.426,51	0,71	1.589,65	0,64	112,00
141,00	1.890,68	1,86	5,28	1.507,26	1,86	1.334,63	854,18	1,89	1.314,13	1.471,94	1,10	2.264,53	1.551,26	1,28	893,39	1,81	935,80	1,73	981,59	1,65	1.030,87	1,57	1.083,70	1,49	1.140,09	1,42	1.200,00	1,35	12,00	1.263,32	1,28	1.329,88	1,21	1.399,50	1,15	1.546,97	1,04	141,00
207,00	2.044,10	3,71	4,88	1.642,79	3,68	1.454,63	952,47	3,66	1.465,34	1.395,70	2,49	2.147,23	1.530,44	2,79	981,53	3,55	1.012,48	3,44	1.045,45	3,33	1.080,56	3,22	1.117,95	3,12	1.157,73	3,01	1.200,00	2,90	12,00	1.244,87	2,80	1.292,41	2,69	1.342,67	2,59	1.451,48	2,40	207,00
235,00	2.098,56	4,66	4,75	1.689,17	4,62	1.495,70	983,46	4,56	1.513,01	1.368,66	3,28	2.105,63	1.523,10	3,61	1.009,31	4,45	1.036,67	4,33	1.065,67	4,21	1.096,39	4,09	1.128,95	3,98	1.163,45	3,86	1.200,00	3,74	12,00	1.238,71	3,62	1.279,66	3,51	1.322,95	3,39	1.416,83	3,17	235,00
249,00	2.123,56	5,17	4,69	1.710,17	5,12	1.514,30	997,09	5,06	1.533,98	1.356,57	3,71	2.087,04	1.519,80	4,07	1.021,51	4,93	1.047,29	4,81	1.074,53	4,69	1.103,33	4,57	1.133,77	4,45	1.165,96	4,32	1.200,00	4,20	12,00	1.235,99	4,08	1.274,02	3,96	1.314,19	3,83	1.401,25	3,60	249,00
256,00	2.135,52	5,43	4,67	1.720,17	5,38	1.523,14	1.003,49	5,31	1.543,83	1.350,89	3,94	2.078,28	1.518,24	4,30	1.027,23	5,19	1.052,27	5,06	1.078,69	4,94	1.106,57	4,81	1.136,03	4,69	1.167,14	4,56	1.200,00	4,44	12,00	1.234,71	4,31	1.271,37	4,19	1.310,07	4,07	1.393,90	3,82	256,00
274,00	2.164,74	6,14	4,60	1.744,40	6,08	1.544,60	1.018,78	5,99	1.567,35	1.337,30	4,56	2.057,39	1.514,48	4,94	1.040,89	5,86	1.064,13	5,74	1.088,58	5,61	1.114,31	5,48	1.141,40	5,35	1.169,94	5,22	1.200,00	5,09	12,00	1.231,68	4,95	1.265,07	4,82	1.300,25	4,69	1.376,32	4,43	274,00
281,00	2.175,51	6,42	4,58	1.753,28	6,36	1.552,47	1.024,31	6,27	1.575,85	1.332,41	4,82	2.049,87	1.513,12	5,20	1.045,82	6,14	1.068,41	6,01	1.092,15	5,88	1.117,10	5,75	1.143,33	5,61	1.170,94	5,48	1.200,00	5,35	12,00	1.230,59	5,22	1.262,80	5,08	1.296,71	4,95	1.369,98	4,68	281,00
284,00	2.180,04	6,55	4,57	1.757,00	6,48	1.555,76	1.026,60	6,39	1.579,39	1.330,38	4,93	2.046,74	1.512,55	5,32	1.047,87	6,26	1.070,19	6,13	1.093,63	6,00	1.118,25	5,86	1.144,14	5,73	1.171,36	5,60	1.200,00	5,46	12,00	1.230,14	5,33	1.261,86	5,20	1.295,25	5,06	1.367,35	4,79	284,00
288,00	2.185,98	6,72	4,55	1.761,88	6,65	1.560,08	1.029,61	6,55	1.584,02	1.327,73	5,08	2.042,66	1.511,81	5,47	1.050,55	6,42	1.072,52	6,29	1.095,56	6,16	1.119,76	6,02	1.145,19	5,89	1.171,91	5,75	1.200,00	5,62	12,00	1.229,55	5,48	1.260,63	5,35	1.293,33	5,21	1.363,91	4,94	288,00
294,00	2.194,71	6,97	4,54	1.769,02	6,90	1.566,40	1.033,99	6,80	1.590,75	1.323,87	5,31	2.036,73	1.510,73	5,71	1.054,46	6,66	1.075,90	6,53	1.098,38	6,40	1.121,96	6,26	1.146,71	6,13	1.172,70	5,99	1.200,00	5,86	12,00	1.228,69	5,72	1.258,85	5,58	1.290,55	5,44	1.358,91	5,17	294,00
360,00	2.277,50	10,08	4,36	1.835,76	9,98	1.625,49	1.073,57	9,82	1.651,65	1.289,86	8,17	1.984,40	1.500,95	8,61	1.089,62	9,67	1.106,29	9,53	1.123,60	9,38	1.141,59	9,23	1.160,29	9,08	1.179,75	8,93	1.200,00	8,78	12,00	1.221,09	8,63	1.243,07	8,48	1.265,97	8,32	1.314,78	8,01	360,00

SOBRECARGAS		
Viento:	1,257	daN/m
DESNIVEL:	0,00	%

CONDICIONES INICIALES	
Tensión horizontal (daN):	400,00
Temperatura (ºC)	15,0

ZONA:	A
Tipo de Cable:	51E67Z
Sección Total (mm2):	80,0
Diámetro (mm):	15,10
Carga de Rotura (daN):	10.000
Peso Propio (kg/m):	0,650
Módulo de Elasticidad (Pa):	17.300 .1E7
Coeficiente de Dilatación (1/ºC):	0,0000139

VANOS (m)	Tensión Máxima			Flecha Máxima						Flecha Mínima			Desviación Cadenas		Sin Sobrecargas																				VANOS (m)
	- 5º C + Viento			+ 15º C + Viento			+ 50º C			- 5º C			- 5º C + 50% Viento		+ 45º C		+ 40º C		+ 35º C		+ 30º C		+ 25º C		+ 20º C		+15º C			+ 10º C		+ 5º C		0º C		- 10º C		
	T (daN)	F (m)	Cs	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	P (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	EDS (%)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	
29,00	806,14	0,18	12,40	509,87	0,23	451,47	186,67	0,37	287,18	698,66	0,10	1.074,87	716,71	0,12	201,16	0,34	218,84	0,31	240,74	0,28	268,21	0,25	302,90	0,23	346,46	0,20	400,00	0,17	4,00	463,50	0,15	535,71	0,13	614,72	0,11	786,04	0,09	29,00

2.5.- TABLA RESUMEN DE CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	LA-280						
						Tense -5+ºC + Viento (140 km/h) (daN)	Tense EDS (15 ºC) (daN)	Tense Flecha máxima (85ºC) (daN)	Parámetro Flecha máxima (85ºC)	Tense Desviación (daN) de Cadenas (-5ºC+Presión viento mitad 120 km/h)	Tense Flecha mínima (daN)	Parámetro Flecha mínima
P	T-01	29,13	1	29	A	876	345	149	152	733	702	718
T-01	T-02	359,96	2	360	A	2750	1552	1246	1275	1887	1682	1722
T-02	T-03	245,38	3	256	A	2685	1552	1090	1116	1964	1790	1832
T-03	T-04	284,32		256	A	2685	1552	1090	1116	1964	1790	1832
T-04	T-05	254,41		256	A	2685	1552	1090	1116	1964	1790	1832
T-05	T-06	231,50		256	A	2685	1552	1090	1116	1964	1790	1832
T-06	T-07	275,94	4	284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-07	T-08	289,47		284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-08	T-09	295,64		284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-09	T-10	288,94		284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-10	T-11	229,45		284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-11	T-12	306,95		284	A	2707	1552	1141	1168	1937	1751	1793
T-12	T-13	280,68	5	274	A	2699	1552	1124	1150	1946	1764	1806
T-13	T-14	273,11		274	A	2699	1552	1124	1150	1946	1764	1806
T-14	T-15	268,28		274	A	2699	1552	1124	1150	1946	1764	1806
T-15	T-16	141,31	6	141	A	2552	1552	781	800	2150	2062	2111
T-16	T-17	294,42	7	294	A	2713	1552	1157	1184	1929	1740	1781
T-17	T-18	316,90	8	281	A	2704	1552	1136	1163	1939	1755	1796
T-18	T-19	312,87		281	A	2704	1552	1136	1163	1939	1755	1796
T-19	T-20	276,29		281	A	2704	1552	1136	1163	1939	1755	1796
T-20	T-21	239,59		281	A	2704	1552	1136	1163	1939	1755	1796
T-21	T-22	212,34		281	A	2704	1552	1136	1163	1939	1755	1796
T-22	T-23	191,77	9	288	A	2709	1552	1147	1174	1933	1747	1788
T-23	T-24	307,54		288	A	2709	1552	1147	1174	1933	1747	1788
T-24	T-25	315,81		288	A	2709	1552	1147	1174	1933	1747	1788
T-25	T-26	226,38	10	207	A	2638	1552	982	1005	2027	1881	1925
T-26	T-27	178,22		207	A	2638	1552	982	1005	2027	1881	1925
T-27	T-28	112,29	11	112	A	2506	1552	667	683	2214	2154	2205
T-28	T-29	234,70	12	235	A	2667	1552	1047	1072	1988	1825	1868
T-29	T-30	249,31	13	249	A	2679	1552	1077	1102	1972	1801	1843

APOYOS		VANO	SERIE	VANO CÁLCULO	ZONA	OPGW 51E67Z					
						Tense -5ºC + Viento (140 km/h) (daN)	Tense EDS (15 ºC) (daN)	Tense F. max. (50ºC) (daN)	Parámetro F. max (50ºC)	Tense F. min. (daN)	Parámetro F. min.
P	T-01	29,13	1	29	A	806	400	187	**287**	699	1075
T-01	T-02	359,96	2	360	A	2277	1200	1074	**1652**	1290	1984
T-02	T-03	245,38	3	256	A	2136	1200	1003	**1544**	1351	2078
T-03	T-04	284,32		256	A	2136	1200	1003	**1544**	1351	2078
T-04	T-05	254,41		256	A	2136	1200	1003	**1544**	1351	2078
T-05	T-06	231,50		256	A	2136	1200	1003	**1544**	1351	2078
T-06	T-07	275,94	4	284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-07	T-08	289,47		284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-08	T-09	295,64		284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-09	T-10	288,94		284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-10	T-11	229,45		284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-11	T-12	306,95		284	A	2180	1200	1027	**1579**	1330	2047
T-12	T-13	280,68	5	274	A	2165	1200	1019	**1567**	1337	2057
T-13	T-14	273,11		274	A	2165	1200	1019	**1567**	1337	2057
T-14	T-15	268,28		274	A	2165	1200	1019	**1567**	1337	2057
T-15	T-16	141,31	6	141	A	1891	1200	854	**1314**	1472	2265
T-16	T-17	294,42	7	294	A	2195	1200	1034	**1591**	1324	2037
T-17	T-18	316,90	8	281	A	2176	1200	1024	**1576**	1332	2050
T-18	T-19	312,87		281	A	2176	1200	1024	**1576**	1332	2050
T-19	T-20	276,29		281	A	2176	1200	1024	**1576**	1332	2050
T-20	T-21	239,59		281	A	2176	1200	1024	**1576**	1332	2050
T-21	T-22	212,34		281	A	2176	1200	1024	**1576**	1332	2050
T-22	T-23	191,77	9	288	A	2186	1200	1030	**1584**	1328	2043
T-23	T-24	307,54		288	A	2186	1200	1030	**1584**	1328	2043
T-24	T-25	315,81		288	A	2186	1200	1030	**1584**	1328	2043
T-25	T-26	226,38	10	207	A	2044	1200	952	**1465**	1396	2147
T-26	T-27	178,22		207	A	2044	1200	952	**1465**	1396	2147
T-27	T-28	112,29	11	112	A	1813	1200	796	**1225**	1507	2319
T-28	T-29	234,70	12	235	A	2099	1200	983	**1513**	1369	2106
T-29	T-30	249,31	13	249	A	2124	1200	997	**1534**	1357	2087

3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD

3.1.- DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

Según el apartado 5.5, de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (15 de febrero del 2008), la distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, en el momento de flecha máxima, será:

$$D_{add} + D_{el} = 5{,}3 + 1{,}2 = 6{,}5\,m$$

D_{add}= Distancia de Aislamiento Adicional (m).

D_{el}=Distancia de Aislamiento eléctrico (este valor se encuentra tabulado en el apartado 5.2 de la ITC 07).

Se adoptará un mínimo de 9 m.

La flecha máxima se obtendrá en las hipótesis de 85°C sin sobrecargas, según se refleja en la tabla de calculo mecánico de conductores.

La ecuación de la catenaria dibujada en los planos de Planta-Perfil, a utilizar para el replanteo de los apoyos, será:

$$Y = h \cdot \left[\cosh \frac{X}{2 \cdot h} - 1 \right]$$

$$h = \frac{T}{P}$$

siendo:

T = Tense conductor para hipótesis 85°C

P = Peso del conductor + Sobrecarga

h = Parámetro de la catenaria

3.2.- SEPARACIÓN ENTRE LOS CONDUCTORES Y ACCESORIOS EN TENSIÓN A APOYOS

Según el apartado 5.4.2, de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (15 de Febrero de 2008) las distancias entre los conductores y los accesorios en tensión a apoyos no será inferior a 1,2 m. Para los apoyos de las series OLMO con Armado F51E, el máximo ángulo de cadenas de suspensión es de 39,67°.

A continuación se muestra la siguiente tabla en la que se justifican para cada uno de los apoyos el máximo ángulo de oscilación de las cadenas de suspensión, resultando que el ángulo de oscilación del conductor es inferior al máximo permitido para la cadena, con lo que se cumple lo impuesto por el Reglamento.

APOYO Nº	TIPO DE APOYO	CADENAS	Desviación de cadenas (Presión de viento mitad a 120 km/h)			
			Tracción (daN)	Resultante (daN)	Vano de peso (m)	Angulo de oscilación (º)
P	14 PÓRTICO	CA	733	1,124	-30,22	0,00
T-01	DRAGO 1600 18 F32	CA	1887	1,124	249,14	0,00
T-02	ARCE 900 18,45 F43	CA	1964	1,124	182,68	0,00
T-03	OLMO 275 5T F51E	CS	1964	1,124	370,06	21,51
T-04	OLMO 275 5T F51E	CS	1964	1,124	253,63	29,74
T-05	OLMO 275 3TA F51E	CS	1964	1,124	407,50	18,29
T-06	ARCE 900 13,95 F43	CA	1937	1,124	76,79	0,00
T-07	OLMO 275 4T F51E	CS	1937	1,124	267,17	29,71
T-08	OLMO 275 4TA F51E	CS	1937	1,124	271,71	30,16
T-09	OLMO 275 4TA F51E	CS	1937	1,124	432,81	20,50
T-10	OLMO 275 5TA F51E	CS	1937	1,124	217,74	32,34
T-11	OLMO 275 5TA F51E	CS	1937	1,124	329,93	23,98
T-12	ARCE 900 16,2 F43	CA	1946	1,124	264,01	0,00
T-13	OLMO 275 4TA F51E	CS	1946	1,124	239,56	31,74
T-14	OLMO 275 5T F51E	CS	1946	1,124	191,53	36,60
T-15	ARCE 1400 18,45 F43CR	CA	2150	1,124	468,99	0,00
T-16	ARCE 900 13,95 F43	CA	1929	1,124	61,39	0,00
T-17	ARCE 900 20,7 F43E	CA	1939	1,124	279,25	0,00
T-18	OLMO 275 5TA F51E	CS	1939	1,124	275,61	31,64
T-19	OLMO 275 3TA F51E	CS	1939	1,124	244,89	32,79
T-20	OLMO 275 3TA F51E	CS	1939	1,124	421,07	18,76
T-21	OLMO 275 4T F51E	CS	1939	1,124	224,96	28,25
T-22	ARCE 900 18,45 F43	CA	1933	1,124	77,37	0,00
T-23	OLMO 275 5TA F51E	CS	1933	1,124	225,36	30,60
T-24	OLMO 275 4T F51E	CS	1933	1,124	267,98	32,06
T-25	ARCE 1400 18,45 F43	CA	2027	1,124	241,69	0,00
T-26	OLMO 275 4T F51E	CS	2027	1,124	268,44	22,28
T-27	ARCE 900 13,95 F43	CA	2214	1,124	390,27	0,00
T-28	ARCE 1800 13,95 F43	CA	1988	1,124	-28,10	0,00
T-29	ARCE 1800 13,95 F43	CA	1972	1,124	168,08	0,00
T-30	DRAGO 1600 15 F32	CA	0	1,124	211,62	0,00

3.3.- SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

Según el apartado 5.4.1, de la ITC 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, la distancia entre conductores no será inferior a:

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

Siendo:

K: coeficiente oscilación conductores con el viento, que se tomará de la siguiente tabla adjunta:

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

$$\alpha = \text{arctg}\frac{\text{Sobrecarga viento}}{\text{Peso propio}} = \text{arctg}\frac{1,11}{0,977} = 48,64º \Rightarrow k = 0,65$$

F: Flecha máxima del conductor, en metros.

L_c: Longitud de la cadena de suspensión, en metros.

K': 0,75 para líneas de Categoría distinta a Especial.

D_{pp}: Distancia de Aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} es una distancia eléctrica. En este caso es de 1,4 m.

En la tabla resumen adjunta pueden consultarse las separaciones necesarias para cada vano de la línea en proyecto, comprobándose que no superan la separación dada por el armado elegido:

Armado		Apoyos		Tipo cadena		Longitud (m)	Serie	Vano de cálculo (m)	Flecha máxima vano cálculo +85 ºC (m)	Flecha máxima +85 ºC (m)	Separación de conductores mínima exigida +85 ºC (m)	Flecha máxima vano cálculo +15 ºC+Viento (120 km/h) (m)	Flecha máxima +15 ºC+Viento (120 km/h) (m)	Separación de conductores mínima exigida +15 ºC+Viento (120 km/h) (m)	Separación de conductores máxima exigida (m)	Separación conductores mínima proyectada (m)
PÓRTICO	DRAGO F32	P	T-01	CA	CA	29,13	1	29	0,48	0,48	1,47	0,10	0,10	1,25	1,47	2,20
DRAGO F32	ARCE F43	T-01	T-02	CA	CA	359,96	2	360	12,73	12,72	3,19	10,90	10,90	3,20	3,20	4,20
ARCE F43	OLMO F51E	T-02	T-03	CA	CS	245,38	3	256	7,35	6,75	2,72	5,74	5,28	2,68	2,72	4,02
OLMO F51E	OLMO F51E	T-03	T-04	CS	CS	284,32		256	7,35	9,06	3,05	5,74	7,08	3,01	3,05	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-04	T-05	CS	CS	254,41		256	7,35	7,26	2,88	5,74	5,67	2,85	2,88	4,04
OLMO F51E	ARCE F43	T-05	T-06	CS	CA	231,50		256	7,35	6,01	2,64	5,74	4,70	2,60	2,64	4,02
ARCE F43	OLMO F51E	T-06	T-07	CA	CS	275,94	4	284	8,64	8,16	2,87	6,97	6,58	2,84	2,87	4,02
OLMO F51E	OLMO F51E	T-07	T-08	CS	CS	289,47		284	8,64	8,98	3,04	6,97	7,24	3,03	3,04	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-08	T-09	CS	CS	295,64		284	8,64	9,37	3,07	6,97	7,55	3,06	3,07	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-09	T-10	CS	CS	288,94		284	8,64	8,95	3,04	6,97	7,22	3,02	3,04	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-10	T-11	CS	CS	229,45		284	8,64	5,64	2,71	6,97	4,55	2,71	2,71	4,04
OLMO F51E	ARCE F43	T-11	T-12	CS	CA	306,95		284	8,64	10,10	3,05	6,97	8,14	3,02	3,05	4,02
ARCE F43	OLMO F51E	T-12	T-13	CA	CS	280,68	5	274	8,17	8,57	2,91	6,52	6,84	2,87	2,91	4,02
OLMO F51E	OLMO F51E	T-13	T-14	CS	CS	273,11		274	8,17	8,12	2,96	6,52	6,48	2,94	2,96	4,04
OLMO F51E	ARCE F43CR	T-14	T-15	CS	CA	268,28		274	8,17	7,83	2,83	6,52	6,25	2,80	2,83	4,02
ARCE F43CR	ARCE F43	T-15	T-16	CA	CA	141,31	6	141	3,11	3,12	2,11	1,92	1,93	1,95	2,11	2,82
ARCE F43	ARCE F43E	T-16	T-17	CA	CA	294,42	7	294	9,13	9,16	2,87	7,44	7,46	2,83	2,87	3,00
ARCE F43E	OLMO F51E	T-17	T-18	CA	CS	316,90	8	281	8,50	10,81	3,11	6,83	8,69	3,07	3,11	4,02
OLMO F51E	OLMO F51E	T-18	T-19	CS	CS	312,87		281	8,50	10,54	3,17	6,83	8,47	3,15	3,17	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-19	T-20	CS	CS	276,29		281	8,50	8,22	2,97	6,83	6,61	2,96	2,97	4,04
OLMO F51E	OLMO F51E	T-20	T-21	CS	CS	239,59		281	8,50	6,18	2,77	6,83	4,97	2,77	2,77	4,04
OLMO F51E	ARCE F43	T-21	T-22	CS	CA	212,34		281	8,50	4,85	2,50	6,83	3,90	2,49	2,50	4,02
ARCE F43	OLMO F51E	T-22	T-23	CA	CS	191,77	9	288	8,84	3,92	2,38	7,16	3,17	2,38	2,38	4,02
OLMO F51E	OLMO F51E	T-23	T-24	CS	CS	307,54		288	8,84	10,08	3,14	7,16	8,16	3,12	3,14	4,04
OLMO F51E	ARCE F43	T-24	T-25	CS	CA	315,81		288	8,84	10,63	3,10	7,16	8,60	3,06	3,10	4,02
ARCE F43	OLMO F51E	T-25	T-26	CA	CS	226,38	10	207	5,33	6,38	2,68	3,88	4,64	2,59	2,68	4,02
OLMO F51E	ARCE F43	T-26	T-27	CS	CA	178,22		207	5,33	3,95	2,39	3,88	2,87	2,33	2,39	4,02
ARCE F43	ARCE F43	T-27	T-28	CA	CA	112,29	11	112	2,30	2,31	1,96	1,26	1,27	1,78	1,96	4,00
ARCE F43	ARCE F43	T-28	T-29	CA	CA	234,70	12	235	6,45	6,43	2,57	4,90	4,89	2,49	2,57	4,00
ARCE F43	DRAGO F32	T-29	T-30	CA	CA	249,31	13	249	7,04	7,06	2,64	5,46	5,47	2,57	2,64	4,20

3.4.- DISTANCIAS PARA CRUZAMIENTOS

Para la Distribución de apoyos en líneas de 132 kV, en la hipótesis de flecha máxima se tomará como máxima temperatura del conductor 85° C.

A continuación se resumen las distancias de seguridad en los distintos casos particulares:

Distancias de aislamiento

Distancia	Tensión nominal 132 kV
Distancia a masa (m)	1,20
Altura mínima al terreno (m)	7,00 (Se adopta un mínimo de 9 m)
Distancias entre conductores de distintas fases (m)	$D = K\sqrt{F + L} + 1{,}05$
Bosques y árboles (m)	2,70

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

F = Flecha máxima en metros.

L = Longitud de la cadena de suspensión (L=0 para cadenas de amarre).

Distancias verticales en cruzamientos

Distancia vertical mínima a	Tensión nominal 132 kV
Carreteras o caminos asfaltados (m)	7,50 (Se adopta un mínimo de 9 m)
Caminos sin asfaltar (m)	6,50 (Se adopta un mínimo de 9 m)
Ferrocarriles sin electrificar (m)*	7,50 a raíles (Se adopta un mínimo de 9 m)
Ferrocarriles electrificados (m)	4,70 a Catenaria (Se adopta un mínimo de 9 m a raíles)
Líneas eléctricas (Distancia a Conductores) y telefónicas (m)	4,40
Líneas eléctricas (Distancia a Cable de Guarda) y telefónicas (m)	2,70
Ríos y canales navegables (m)	G+3,50
Teleféricos y cables transportadores (m)	5,70 a la parte más elevada del teleférico

*Distancia a todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril.

G= Gálibo (4,7 m si no está definido).

4.- CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

4.1.- ACCIONES A CONSIDERAR

De acuerdo con el Capítulo 3 de la ITC-07 del vigente Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT), las acciones a considerar son las siguientes:

1) Cargas permanentes (Cap. 3.1.1)

Se consideran las cargas verticales debidas al peso propio de los conductores, cable de tierra (si lo hubiere), aisladores, herrajes, apoyo y cimentaciones.

2) Sobrecarga de viento (Cap. 3.1.2)

Se considera un viento horizontal de 140 km/h actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide (conductores, cable de tierra y apoyo).

3) Desequilibrio de tracciones (Cap. 3.1.4)

Los mínimos desequilibrios de tracciones a considerar, según la función que cumpla el apoyo son los siguientes:

Apoyos con cadenas de suspensión: ..... 15% tracción máx. de todos conductores
Apoyos de amarre/ángulo: ..... 25% tracción máx. de todos conductores
Apoyos de anclaje/ángulo: ..... 50% tracción máx. de todos conductores
Apoyos fin de línea: ..... 100% tracción máx. de todos conductores

4) Rotura de un conductor (Cap. 3.1.5)

Se considera la torsión más desfavorable que produce la rotura de un conductor.

Apoyos con cadenas de suspensión: ..... 50% tracción máx. de un conductor
Apoyos de amarre/ángulo: ..... 100% tracción máx. de un conductor
Apoyos de anclaje/ángulo: ..... 100% tracción máx. de un conductor
Apoyos fin de línea: ..... 100% tracción máx. de un conductor

5) Esfuerzo de ángulo en solicitación de viento (Cap. 3.1.6)

Se considera el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de todos los conductores y cable de tierra correspondiente a la hipótesis de viento a la temperatura de -5° C y –10° C según zona.

4.2.- SIMULTANEIDAD DE ACCIONES

A continuación se incluye tabla resumen en la que se muestran las diferentes hipótesis que se han tenido en cuenta para el cálculo de apoyos:

ZONA DE CÁLCULO A

<table>
<tr><th>TIPO DE APOYO</th><th>TIPO DE ESFUERZO</th><th>1ª HIPÓTESIS (Viento)</th><th>3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)</th><th>4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Suspensión de alineación o Suspensión de ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.</td></tr>
<tr><td>T</td><td>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:
-Conductores y cables de tierra
-Apoyo
SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica

ÁNGULO:
Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica</td><td>Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)</td><td>Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Amarre de alineación o Amarre de ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.</td></tr>
<tr><td>T</td><td>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:
-Conductores y cables de tierra
-Apoyo
SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica

ÁNGULO:
Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica</td><td>Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)</td><td>Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.</td></tr>
</table>

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

<table>
<tr><th>TIPO DE APOYO</th><th>TIPO DE ESFUERZO</th><th>1ª HIPÓTESIS (Viento)</th><th>3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)</th><th>4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Anclaje de alineación o Anclaje de ángulo</td><td>V</td><td colspan="3">Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.</td></tr>
<tr><td>T</td><td>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:
-Conductores y cables de tierra
-Apoyo
SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)</td><td colspan="2">ALINEACIÓN:
No aplica

ÁNGULO:
Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6)</td></tr>
<tr><td>L</td><td>No aplica</td><td>Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)</td><td>Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fin de línea</td><td>V</td><td>Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.</td><td rowspan="3">No aplica</td><td>Cargas permanentes (apartado 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.</td></tr>
<tr><td>T</td><td>Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:
-Conductores y cables de tierra
-Apoyo</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>L</td><td>Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4)</td><td>Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)</td></tr>
<tr><td colspan="5">Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.</td></tr>
</table>

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

4.3.- TABLAS DE CÁLCULO DE APOYOS

1ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (E_H RESIST.), son coincidentes con un viento de 140 km/h sobre el apoyo, con un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,5.

1ª HIPÓTESIS (daN)

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	ÁNGULO	FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
					L	T	V	L	T	V
T-01	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	2750	294	231	2277	245	158
T-02	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	189,005	72	925	195	148	760	129
T-03	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	401	346	0	333	231
T-04	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	407	250	0	339	166
T-05	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	367	375	0	305	250
T-06	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	21	384	100	45	319	65
T-07	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	428	263	0	355	175
T-08	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	442	268	0	368	178
T-09	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	442	405	0	367	272
T-10	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	392	218	0	326	144
T-11	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	406	315	0	337	210
T-12	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	183,574	10	1136	261	17	925	173
T-13	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	419	239	0	348	159
T-14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	409	197	0	340	130
T-15	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43CR	N	220,630	161	1153	398	1597	1433	519
T-16	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	161	329	107	304	274	78
T-17	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43E	N	200,000	9	462	276	2214	783	366
T-18	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	476	274	0	396	182
T-19	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	446	246	0	370	163
T-20	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	390	391	0	324	262
T-21	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	342	220	0	284	146
T-22	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	216,184	3	989	91	9	805	59
T-23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	378	223	0	314	148
T-24	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	471	267	0	392	177
T-25	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43	N	226,140	83	1492	247	150	1196	167
T-26	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	306	250	0	254	166
T-27	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	191,865	135	548	317	233	429	204
T-28	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	157,014	182	1961	29	295	1501	26
T-29	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	151,452	16	2329	175	27	1854	116
T-30	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	2679	461	194	2124	383	129

CUADRO DE Cs's

FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
L	T	V	L	T	V
1,64	>5	>5	1,65	3,07	4,75
>5	2,48	5,00	3,66	2,12	>5
-	2,28	2,81	-	1,91	3,24
-	2,25	3,90	-	1,88	4,51
-	2,49	2,60	-	2,09	3,00
>5	>5	>5	>5	>5	>5
-	2,14	3,71	-	1,79	4,29
-	2,07	3,64	-	1,73	4,21
-	2,07	2,41	-	1,74	2,76
-	2,33	4,47	-	1,96	>5
-	2,26	3,10	-	1,89	3,57
>5	2,02	3,73	>5	1,74	4,33
-	2,19	4,08	-	1,83	4,73
-	2,24	4,94	-	1,87	>5
2,80	2,34	3,39	1,64	1,68	2,60
4,65	>5	>5	2,47	4,11	>5
>5	2,92	2,72	1,57	1,53	3,69
-	1,92	3,56	-	1,61	4,12
-	2,05	3,97	-	1,72	4,61
-	2,35	2,50	-	1,97	2,86
-	2,68	4,43	-	2,24	>5
>5	2,32	>5	>5	2,00	>5
-	2,42	4,37	-	2,03	>5
-	1,94	3,65	-	1,63	4,24
>5	2,44	3,64	>5	2,13	4,50
-	2,99	3,90	-	2,51	4,52
>5	4,19	3,08	2,32	3,76	3,68
4,93	2,03	>5	1,78	1,95	>5
>5	1,71	>5	>5	1,58	>5
1,68	>5	>5	1,77	1,96	>5

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,50

3ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (E_H RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

3ª HIPÓTESIS (daN)

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	ÁNGULO	FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
					L	T	V	L	T	V
T-01	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	-	-	-	-	-	-
T-02	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	189,005	685	415	195	567	344	129
T-03	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	403	0	346	320	0	231
T-04	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	403	0	250	320	0	166
T-05	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	403	0	375	320	0	250
T-06	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	677	0	100	545	0	65
T-07	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	263	327	0	175
T-08	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	268	327	0	178
T-09	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	405	327	0	272
T-10	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	218	327	0	144
T-11	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	315	327	0	210
T-12	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	183,574	1342	522	261	1081	421	173
T-13	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	405	0	239	325	0	159
T-14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	405	0	197	325	0	130
T-15	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43CR	N	220,630	666	762	398	2130	348	519
T-16	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	678	0	107	549	0	78
T-17	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43E	N	200,000	678	0	276	2758	0	366
T-18	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	274	326	0	182
T-19	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	246	326	0	163
T-20	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	391	326	0	262
T-21	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	220	326	0	146
T-22	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	216,184	1344	515	91	1084	416	59
T-23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	223	328	0	148
T-24	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	406	0	267	328	0	177
T-25	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43	N	226,140	663	967	247	535	780	167
T-26	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	396	0	250	307	0	166
T-27	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	191,865	658	295	317	510	228	204
T-28	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	157,014	629	1546	29	495	1216	26
T-29	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	151,452	622	1745	175	493	1383	116
T-30	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	-	-	-	-	-	-

CUADRO DE Cs's

FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
L	T	V	L	T	V
-	-	-	-	-	-
2,80	3,11	4,00	2,43	2,53	4,66
2,46	-	4,50	2,17	-	>5
2,46	-	>5	2,17	-	>5
2,46	-	4,16	2,17	-	4,79
2,84	-	>5	2,53	-	>5
2,44	-	>5	2,13	-	>5
2,44	-	>5	2,13	-	>5
2,44	-	3,85	2,13	-	4,42
2,44	-	>5	2,13	-	>5
2,44	-	4,96	2,13	-	>5
1,43	2,47	2,99	1,28	2,07	3,46
2,45	-	>5	2,14	-	>5
2,45	-	>5	2,14	-	>5
1,98	1,42	3,92	1,41	2,76	2,08
>5	-	>5	3,28	-	>5
1,24	-	3,92	1,31	-	2,95
2,44	-	>5	2,13	-	>5
2,44	-	>5	2,13	-	>5
2,44	-	3,99	2,13	-	4,58
2,44	-	>5	2,13	-	>5
1,43	2,50	>5	1,27	2,09	>5
2,44	-	>5	2,12	-	>5
2,44	-	>5	2,12	-	>5
1,90	3,91	3,16	1,66	3,39	3,60
2,50	-	>5	2,27	-	>5
2,92	4,38	2,46	2,71	3,81	2,95
2,56	3,12	>5	1,79	2,18	>5
2,59	2,76	4,46	1,80	1,91	>5
-	-	-	-	-	-

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,20

4ª Hipótesis:

Los esfuerzos útiles horizontales de los apoyos en esta hipótesis (E_H RESIST.), llevan un coeficiente de seguridad incluido de valor 1,2.

4ª HIPÓTESIS (daN)													
Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	SEGURIDAD	ÁNGULO	CUARTA HIPÓTESIS FASE ROTA(daN)								
					L cond. roto	T cond. Roto	V cond. Roto	L cond.	T cond.	V cond.	L OPGW	T OPGW	V OPGW
T-01	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	0	0	116	2750	0	231	2277	0	158
T-02	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	189,005	2739	237	98	64	469	195	141	381	129
T-03	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1343	0	173	0	0	346	0	0	231
T-04	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1343	0	125	0	0	250	0	0	166
T-05	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1343	0	187	0	0	375	0	0	250
T-06	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	2707	0	50	21	0	100	45	0	65
T-07	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1353	0	131	0	0	263	0	0	175
T-08	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1353	0	134	0	0	268	0	0	178
T-09	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1353	0	203	0	0	405	0	0	272
T-10	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1353	0	109	0	0	218	0	0	144
T-11	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1353	0	157	0	0	315	0	0	210
T-12	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	183,574	2684	348	131	7	695	261	15	559	173
T-13	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1350	0	119	0	0	239	0	0	159
T-14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1350	0	99	0	0	197	0	0	130
T-15	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43CR	N	220,630	2664	435	199	145	847	398	1595	959	519
T-16	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	2713	0	53	161	0	107	304	0	78
T-17	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43E	N	200,000	2713	0	138	9	0	276	2214	0	366
T-18	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1352	0	137	0	0	274	0	0	182
T-19	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1352	0	123	0	0	246	0	0	163
T-20	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1352	0	195	0	0	391	0	0	262
T-21	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1352	0	110	0	0	220	0	0	146
T-22	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	216,184	2687	343	46	5	686	91	10	553	59
T-23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1355	0	112	0	0	223	0	0	148
T-24	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1355	0	134	0	0	267	0	0	177
T-25	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43	N	226,140	2652	552	124	69	1090	247	139	862	167
T-26	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	1319	0	125	0	0	250	0	0	166
T-27	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	191,865	2633	168	158	132	328	317	230	246	204
T-28	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	157,014	2516	883	14	152	1713	29	269	1296	26
T-29	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	151,452	2487	997	88	12	1989	175	23	1571	116
T-30	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	0	0	97	2679	0	194	2124	0	129

CUADRO DE Cs's

C.S.'s cond. Roto			C.S.'s cond.			C.S.'s OPGW		
L	T	V	L	T	V	L	T	V
-	-	>5	1,64	-	>5	1,58	-	3,80
1,53	>5	>5	3,74	2,94	>5	2,55	2,21	>5
1,37	-	>5	-	-	4,50	-	-	>5
1,37	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,37	-	>5	-	-	4,16	-	-	4,79
1,55	-	>5	>5	-	>5	>5	-	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	3,85	-	-	4,42
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	4,96	-	-	>5
1,56	4,65	>5	>5	1,98	4,13	>5	1,50	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,26	1,65	>5	3,30	1,56	2,71	1,20	1,38	2,08
1,77	-	>5	3,72	-	>5	1,97	-	>5
1,50	-	>5	>5	-	3,92	1,36	-	2,95
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	3,99	-	-	4,58
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,56	4,72	>5	>5	2,01	>5	>5	1,52	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,36	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,31	2,82	>5	>5	1,43	4,37	2,59	1,39	>5
1,39	-	>5	-	-	>5	-	-	>5
1,60	>5	>5	1,81	4,20	3,41	1,56	3,41	>5
1,29	2,72	>5	1,58	1,44	>5	2,23	1,62	>5
1,30	2,41	>5	>5	1,24	>5	>5	1,34	>5
-	-	>5	1,68	-	>5	1,70	-	4,64

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,20

4ª HIPÓTESIS (daN) CÚPULA ROTA

Nº APOYO	FUNCIÓN	APOYO	EOLOVANO	ANGULO	CUARTA HIPÓTESIS TIERRA ROTO (daN)					
					L cond.	T cond.	V cond.	L OPGW roto	T OPGW roto	V OPGW roto
T-01	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	2750	0	231	0	0	79
T-02	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	189,005	64	469	195	2269	196	64
T-03	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	346	1068	0	116
T-04	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	250	1068	0	83
T-05	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	375	1068	0	125
T-06	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	21	0	100	2180	0	32
T-07	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	263	1090	0	87
T-08	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	268	1090	0	89
T-09	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	405	1090	0	136
T-10	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	218	1090	0	72
T-11	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	315	1090	0	105
T-12	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	183,574	7	695	261	2162	280	87
T-13	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	239	1082	0	79
T-14	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	197	1082	0	65
T-15	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43CR	N	220,630	145	847	398	3732	610	260
T-16	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43	N	200,000	161	0	107	2195	0	39
T-17	Alineación/Amarre	ARCE 900 F43E	N	200,000	9	0	276	4389	0	183
T-18	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	274	1088	0	91
T-19	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	246	1088	0	81
T-20	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	391	1088	0	131
T-21	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	220	1088	0	73
T-22	Ángulo/Anclaje	ARCE 900 F43	N	216,184	5	686	91	2168	277	30
T-23	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	223	1093	0	74
T-24	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	267	1093	0	89
T-25	Ángulo/Amarre	ARCE 1400 F43	N	226,140	69	1090	247	2140	446	83
T-26	Alineación/Suspensión	OLMO 275 F51E	N	200,000	0	0	250	1022	0	83
T-27	Ángulo/Amarre	ARCE 900 F43	N	191,865	132	328	317	2040	131	102
T-28	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	157,014	152	1713	29	1980	695	13
T-29	Ángulo/Amarre	ARCE 1800 F43	N	151,452	12	1989	175	1971	790	58
T-30	Principio/Final de Línea	DRAGO 1600 F32	N	200,000	2679	0	194	0	0	65

CUADRO DE Cs's

FASE CONDUCTOR			FASE OPGW		
L	T	V	L	T	V
2,12	-	>5	-	-	>5
>5	3,84	>5	1,32	3,05	>5
-	-	3,12	2,02	-	>5
-	-	4,32	2,02	-	>5
-	-	2,88	2,02	-	>5
>5	-	>5	1,38	-	>5
-	-	4,11	1,98	-	>5
-	-	4,03	1,98	-	>5
-	-	2,66	1,98	-	>5
-	-	4,96	1,98	-	>5
-	-	3,43	1,98	-	>5
>5	2,59	>5	1,39	2,14	>5
-	-	4,52	2,00	-	>5
-	-	>5	2,00	-	>5
4,95	1,98	2,71	1,29	1,57	4,16
3,72	-	>5	1,37	-	>5
>5	-	3,92	1,23	-	>5
-	-	3,94	1,99	-	>5
-	-	4,40	1,99	-	>5
-	-	2,76	1,99	-	>5
-	-	4,91	1,99	-	>5
>5	2,62	>5	1,38	2,17	>5
-	-	4,84	1,98	-	>5
-	-	4,04	1,98	-	>5
>5	2,20	>5	1,29	1,88	>5
-	-	4,32	2,11	-	>5
4,54	>5	4,92	1,47	4,60	>5
>5	2,31	>5	1,27	1,55	>5
>5	1,99	>5	1,28	1,37	>5
2,17	-	>5	-	-	>5

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,20

4.4.- CÁLCULO DE CIMENTACIONES

Cimentaciones Monobloque

Las dimensiones de las cimentaciones de los apoyos OLMO y HAYA han sido calculadas por el fabricante teniendo en cuenta todo lo que al respecto se especifica en el apartado 3.6.1 del vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

El momento de fallo a vuelco del apoyo es:

$$M_v = F \cdot \left(H_L + \frac{2}{3} \cdot h \right) = F \cdot \left(H - \frac{1}{3} \cdot h \right)$$

La fórmula de Sulzberger, que da el momento estabilizador, tiene la expresión simplificada siguiente:

$$M_e = 0{,}139 \cdot K \cdot b \cdot h^4 + 0{,}88 \cdot a^2 \cdot b \cdot h + 0{,}4 \cdot P \cdot a$$

donde

Mv y Me= momentos de vuelco y estabilizador respectivamente en kg· m

K=coeficiente compresibilidad del terreno kg/cm^3

P=peso del apoyo, aislamiento y conductores en kg.

a, b, h=medidas de la cimentación en m.

Cimentación tipo cuatro patas

Las cimentaciones de los apoyos de las series ARCE y DRAGO (MADE) serán de hormigón en masa, de resistencia mecánica de 200 kg/cm^2, del tipo "Pata de Elefante", fraccionadas en cuatro bloques independientes con un primer tramo de sección cuadrada y una expansión troncocónica en la base.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones, dichos zócalos terminarán en punta cónica para facilitar la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones, calculadas por el método del cono de arranque de tierras con coeficientes de seguridad de 1,5 en hipótesis normales y 1,2 en las anormales, suponiendo un terreno normal (resistencia característica a compresión de 2,5 kg/cm^2 y ángulo de arranque de las tierras de 30°), se ajustarán a las especificaciones del fabricante.

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

ANEXO II: PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE ANEXO II

1.- INTRODUCCIÓN 2

2.- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 2

3.- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN 6

4.- GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS 7

4.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS 7

4.2.- RESIDUOS PELIGROSOS 8

5.- GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS 9

5.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS 9

5.2.- RESIDUOS PELIGROSOS 9

1.- INTRODUCCIÓN

En relación a los residuos generados en la fase de construcción de la Línea Aérea, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. A continuación se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los generados en la fase de explotación de la instalación.

2.- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

En cuanto a los residuos peligrosos generados en la fase de construcción estos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc... Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones en la propia obra.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo, metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón y restos orgánicos, etc…

Las tierras sobrantes generadas debido a la realización de las cimentaciones de los apoyos, así como de la zanja, se han tenido en cuenta en el presupuesto de Obra Civil de la Línea. Según las dimensiones de estos elementos se ha calculado el volumen de tierra máximo extraído de 313,85 m^3.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona.

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Debido a las labores de hormigonado de cimentaciones, etc… se generarán restos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc…

A continuación en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada:

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 05 04	Tierras sobrantes	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
17 08 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la Línea Aéreo-Subterránea.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 01	Hormigón	Operaciones de hormigonado de cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plástico	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables desnudos	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc…	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
13 02 05	Aceites usados (RP).	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
13 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

3.- PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN

En la fase de explotación los residuos no peligrosos generados serán por un lado residuos asimilables a urbanos, generados por el personal de mantenimiento y por otro los derivados de la propia actividad de mantenimiento, así como residuos vegetales del mantenimiento de las operaciones de prevención de incendios.

A continuación en las siguientes tablas se especifica a modo de resumen los residuos generados como consecuencia de la actividad evaluada:

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
15 05 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
13 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosos, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
20 01 33	Baterías y acumuladores	Operaciones de mantenimiento de equipos.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
20 03 01	Residuos asimilables a urbanos.	Procedentes del personal de planta como restos de comidas, envoltorios, latas, etc…	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.
20 03 06	Residuos de la limpieza de red de	Procedentes de la red de drenaje	Retirada por Gestor autorizado a vertedero

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE EXPLOTACIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
	drenaje		autorizado.

4.- GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

4.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Los restos de materiales que usados para la construcción del edificio de control, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

4.2.- RESIDUOS PELIGROSOS

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificado y señalizado.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 833/1988 que desarrolla la Ley 10/1998 de residuos en materia de residuos peligrosos.
- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

5.- GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

Según lo establecido en la Ley 10/1998 de residuos los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización, a continuación se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

5.1.- RESIDUOS NO PELIGROSOS

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

5.2.- RESIDUOS PELIGROSOS

Los aceites usados generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos priorizando su valorización.

El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero.

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

ANEXO III: PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

ÍNDICE ANEXO III

ÍNDICE ANEXO III 1

1.- OBJETO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD 2

2.- ALCANCE DEL PLAN DE CALIDAD 2

3.- INTRODUCCIÓN 2

4.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE 3

5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN PROYECTO 4

5.1.- ESQUEMA 4

5.2.- TRAZADO DE LA LÍNEA 5

6.- FASE DE PROYECTO 7

6.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 7

6.2.- ORGANIZACIÓN 10

6.3.- CONTROL DEL DISEÑO 11

6.3.1.- Datos de partida del diseño 11
6.3.2.- Planificación 12
6.3.3.- Revisión del diseño 13
6.3.4.- Datos finales del diseño 14
6.3.5.- Verificación del Diseño 14
6.3.6.- Validación del diseño 15
6.3.7.- Cambios en el diseño 16

6.4.- ETAPAS DE CONTROL DEL DISEÑO 16

6.5.- CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN 17

6.6.- COMUNICACIONES 17

6.7.- NO CONFORMIDADES 18

7.- FASE DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN 19

7.1.- CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 19

7.1.1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas 20
7.1.2.- Control de ejecución de la obra 21
7.1.3.- Control de la obra terminada 22

7.2.- DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA 22

7.2.1.- Documentación obligatoria del seguimiento de la obra 22
7.2.2.- Documentación del control de la obra 23
7.2.3.- Certificado final de obra 23

8.- CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS 25

1.- OBJETO DEL PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El objeto del presente Plan de Calidad es cumplimentar el apartado 8 "Aseguramiento de la calidad" mencionado en la ITC-LAT-07 del Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias BOE (19-03-08).

2.- ALCANCE DEL PLAN DE CALIDAD

En el presente Plan de Calidad se definen los sistemas y procedimientos que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán para garantizar la calidad del proyecto y su ejecución en todas sus fases, cumpliendo con los requisitos del mismo.

En este documento se identifican las actividades que deberán ejecutarse para asegurar la calidad durante los procesos de planificación del proyecto, cualificación de profesionales, diseño del proyecto y procesos de revisión durante las etapas del proyecto, con el fin de garantizar que se cumplan los objetivos propuestos.

También es importante definir las funciones y responsabilidades de las partes involucradas y los mecanismos de revisión y seguimiento del proyecto. Las tareas definidas en el Plan de Aseguramiento de la Calidad deberán tener por objetivo fundamental cumplir una labor preventiva más que correctiva.

Por último se establecerán las directrices para el control de calidad de la ejecución de las obras en todas sus fases, que servirán de base para la elaboración del Plan de Calidad que para las mismas ha de redactar el contratista adjudicatario de la ejecución de las instalaciones en proyecto.

3.- INTRODUCCIÓN

En la actualidad EINA tiene implantado un sistema de gestión de la calidad, según la Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.

El alcance de dicha certificación abarca a todas las actividades desarrolladas por la empresa.

Dentro de la documentación que compone el sistema de calidad se han elaborado Procedimientos Generales e Instrucciones de Trabajo, que son de aplicación a los trabajos objeto del presente proyecto.

Así mismo, existen formatos para el control y registro de los datos obtenidos durante la ejecución de los procesos seguidos para la realización de cada uno de los trabajos realizados.

4.- REGLAMENTACIÓN APLICABLE

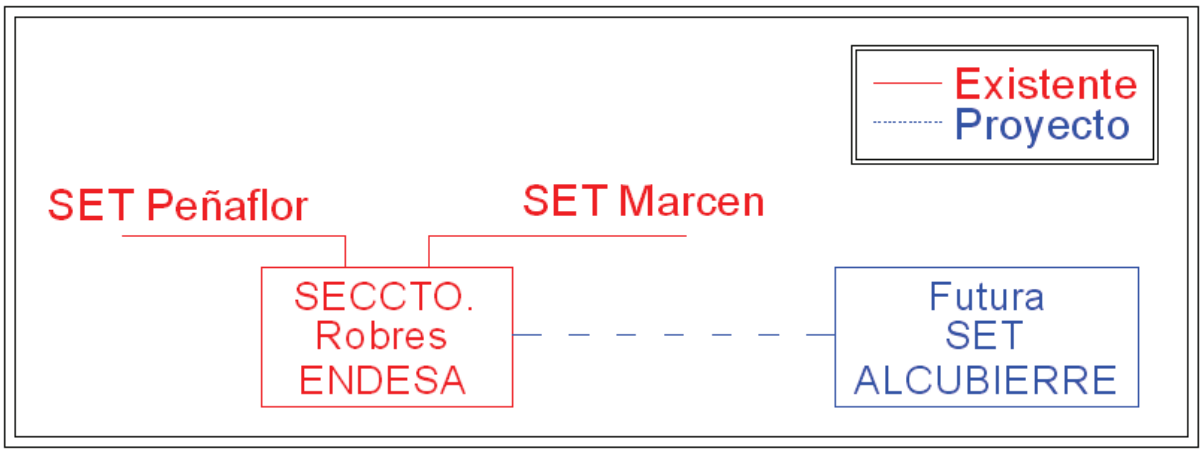
A continuación se indican los documentos (Especificaciones Técnicas, Manuales, etc.) a tener en cuenta durante la ejecución de los trabajos, en los que se incluyen los requisitos técnicos y de calidad exigidos por el cliente:

- Norma UNE-EN-ISO 9001:2008.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación y Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Ley del Sector Eléctrico (Ley 54/1997, 27 Noviembre).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Norma Endesa LDZ001 sobre Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Norma Endesa LME001 sobre Procedimiento para la Construcción de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Norma Endesa NMZ001 sobre Control de Calidad de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

- Norma Endesa NMS001 sobre Procedimiento para realizar Revisiones de Seguridad.
- Norma Endesa NZZ013 sobre Almacén y Calidad de Material.
- Normas DIN y UNE
- Otras Normas, Especificaciones y Procedimientos que se citan en los documentos antes indicados, así como aquella legislación que pueda resultar vinculante.

5.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN EN PROYECTO

5.1.- ESQUEMA



5.2.- TRAZADO DE LA LÍNEA

El origen de la Línea Aérea será el pórtico de la S.E.T. "Alcubierre", objeto de otro proyecto, desde donde y a través de 11 alineaciones y 30 apoyos se llegará al apoyo T30, de final de línea, a ubicar en las inmediaciones de la futura S.E.T. "Robres".

La longitud total de la línea es de 7.560,78 m, discurriendo por los Términos Municipales de Alcubierre y Robres, en la provincia de Huesca.

ALINEACIÓN	APOYOS	LONGITUD (m)	TÉRMINO MUNICIPAL
1	P – T01	29,13	Alcubierre
2	T01 – T02	359,96	Alcubierre
3	T02 – T12	2.701,99	Alcubierre
4	T12 – T15	822,07	Alcubierre
5	T15 – T22	1.793,71	Alcubierre
6	T22 – T25	815,11	Alcubierre
7	T25 – T27	404,60	Alcubierre
8	T27 – T28	112,29	Robres
9	T28 – T29	234,70	Robres
10	T29 – T30	249,31	Robres
11	T30-P	37,81	Robres
TOTAL	**11 Alineaciones**	**7.560,78**	

A continuación se adjunta un listado de coordenadas UTM, ED50 Huso 30, de ubicación de los apoyos proyectados en la Línea:

Nº	POSICIÓN (HUSO 30)		TIPO	ALTURA LIBRE	ARMADO	FUNCIÓN
	X_{UTM}	Y_{UTM}				
P	710.529,76	4.635.442,66	S.E.T. "Alcubierre"	14	-	-
T01	710.567,57	4.635.316,66	DRAGO 1600	18	F32	PL/FL
T02	710.782,83	4.635.316,90	ARCE 900	18,45	F43	AN/AM
T03	710.847,57	4.635.091,30	OLMO 275	5T	F51E	AL
T04	710.804,28	4.634.987,69	OLMO 275	5T	F51E	AL
T05	710.715,18	4.634.833,34	OLMO 275	3TA	F51E	AL

Nº	POSICIÓN (HUSO 30)		TIPO	ALTURA LIBRE	ARMADO	FUNCIÓN
	X_{UTM}	Y_{UTM}				
T06	710.602,00	4.634.637,29	ARCE 900	13,95	F43	AL/AM
T07	710.566,41	4.634.323,49	OLMO 275	4T	F51E	AL
T08	710.531,75	4.634.017,91	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T09	710.510,14	4.633.827,37	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T10	710.540,04	4.633.617,14	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T11	710.573,78	4.633.379,93	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T12	710.612,68	4.633.106,40	ARCE 900	16,2	F43	AN/A
T13	710.656,74	4.632.796,65	OLMO 275	4TA	F51E	AL
T14	710.701,36	4.632.482,91	OLMO 275	5T	F51E	AL
T15	710.742,82	4.632.191,43	ARCE 1400	18,45	F43CR	AN/AM
T16	710.762,72	4.632.051,52	ARCE 900	13,95	F43	AL/AM
T17	710.883,10	4.631.811,77	ARCE 900	20,7	F43E	AL/AM
T18	711.005,65	4.631.567,70	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T19	711.131,60	4.631.316,87	OLMO 275	3TA	F51E	AL
T20	711.195,64	4.631.016,67	OLMO 275	3TA	F51E	AL
T21	711.243,50	4.630.792,27	OLMO 275	4T	F51E	AL
T22	711.303,77	4.630.220,55	ARCE 900	18,45	F43	AN/A
T23	711.365,45	4.630.220,55	OLMO 275	5TA	F51E	AL
T24	711.425,83	4.629.937,44	OLMO 275	4T	F51E	AL
T25	711.483,40	4.629.667,58	ARCE 1400	18,45	F43	AN/AM
T26	711.531,69	4.629.441,17	OLMO 275	4T	F51E	AL
T27	711.584,75	4.629.192,39	ARCE 900	13,95	F43	AN/AM
T28	711.644,07	4.628.914,30	ARCE 1800	13,95	F43	AN/AM
T29	711.695,26	4.628.674,32	ARCE 1800	13,95	F43	AN/AM
T30	711.708,74	4.628.314,62	DRAGO 1600	15	F32	PL/FL
P	711.692,37	4.628.290,52	S.E.T. "SECCTO. Robres"	14	-	-

6.- FASE DE PROYECTO

6.1.- DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos realizados han sido los necesarios para la redacción del proyecto Línea Aérea de Alta Tensión 132 kV necesaria para la evacuación de la energía generada en el futuro parque Eólico "Alcubierre" en los términos municipales de Alcubierre y Robres, en la provincia de Huesca, que servirá para la tramitación frente al correspondiente Servicio Provincial de Industria de la Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto y Declaración de Utilidad Pública y será el documento de referencia durante la ejecución de las obras.

Seguidamente se da una descripción pormenorizada de los trabajos realizados.

Revisión del trazado en campo

Un equipo de topografía, compuesto por un topógrafo y un ayudante, se ha desplazado al emplazamiento para comprobar sobre el terreno la validez del trazado previsto aportado por el cliente, introduciéndose, en su caso, las variantes que técnicamente se han considerado oportunas.

Se ha solicitado, a los organismos y empresas de servicio público propietarias de las infraestructuras que puedan verse afectadas por el proyecto, información relativa a estos servicios.

Obtención del plano de planta y perfil

Una vez concluido el trabajo de campo, y recopilada la información precisa de las entidades afectadas, se ha procedido al procesado en gabinete para obtener el plano de planta y perfil longitudinal.

Obtención de la relación de bienes y derechos afectados (rbda)

Se ha obtenido la relación de las parcelas catastrales afectadas por la línea y que han sido recogidas en la planimetría de la misma. Para obtener la relación de propietarios se ha consultado el Catastro en los Ayuntamientos afectados.

Diseño y cálculo de la línea

Concluido el trabajo de campo y una vez procesados los datos tomados, se dispone de la información gráfica sobre la que realizar el diseño de la línea.

En la fase inicial del proyecto se determinan y realizan todos los cálculos necesarios para su desarrollo:

- Cálculo eléctrico de los conductores.
- Cálculo mecánico de los conductores de fase y cable de guarda.
- Cálculo mecánico de los apoyos.
- Comprobación de las distancias de seguridad reglamentarias.
- Distancias en cruzamientos y paralelismos con otras instalaciones, edificios, etc.
- Herrajes y accesorios.

Los criterios de diseño a aplicar siguen las directrices establecidas en la Norma Endesa LDZ001 sobre Criterios de Diseño de Líneas Aéreas de Alta Tensión.

Redacción del proyecto

Una vez realizado el diseño de la línea se ha redactado la documentación definitiva del Proyecto: Memoria, Anexos (Cálculos Justificativos, Resumen Relación de Organismos Afectados y Prescripciones Técnicas de Protección de la Avifauna), Pliego de Condiciones, Estudio de Seguridad y Salud, Presupuesto y Planos.

Se han generado los planos y documentación necesarios para la completa definición del proyecto de la línea:

- Situación y emplazamiento
- Planta-Perfil.
- Apoyos tipo.
- Herrajes y accesorios (cadenas y herrajes de conductor y cable de tierra y amortiguador).
- Puesta a tierra de apoyos.

Se han redactado separatas para informar y solicitar autorización a organismos afectados por la construcción de la línea en proyecto.

Visado del proyecto en colegio oficial de ingenieros industriales

Como paso previo a la emisión de reprografía y encuadernado de los documentos que componen el proyecto, se ha obtenido visado electrónico en Colegio Oficial de Ingenieros Industriales.

Impresión de copias y encuadernado

Tras la impresión de la documentación correspondiente al proyecto se ha procedido a su encuadernación en los formatos establecidos por el cliente. Finalmente se han entregado las copias del proyecto.

6.2.- ORGANIZACIÓN

Los trabajos serán dirigidos por un **Director de Proyecto**, con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, que se encargará del control y coordinación de la realización de todos los trabajos necesarios para la óptima ejecución de los mismos.

El Director de Proyecto actuará, así mismo, como interlocutor con el Cliente de los aspectos técnicos relativos a los trabajos.

Trabajos de topografía

El equipo que se propone es el siguiente:

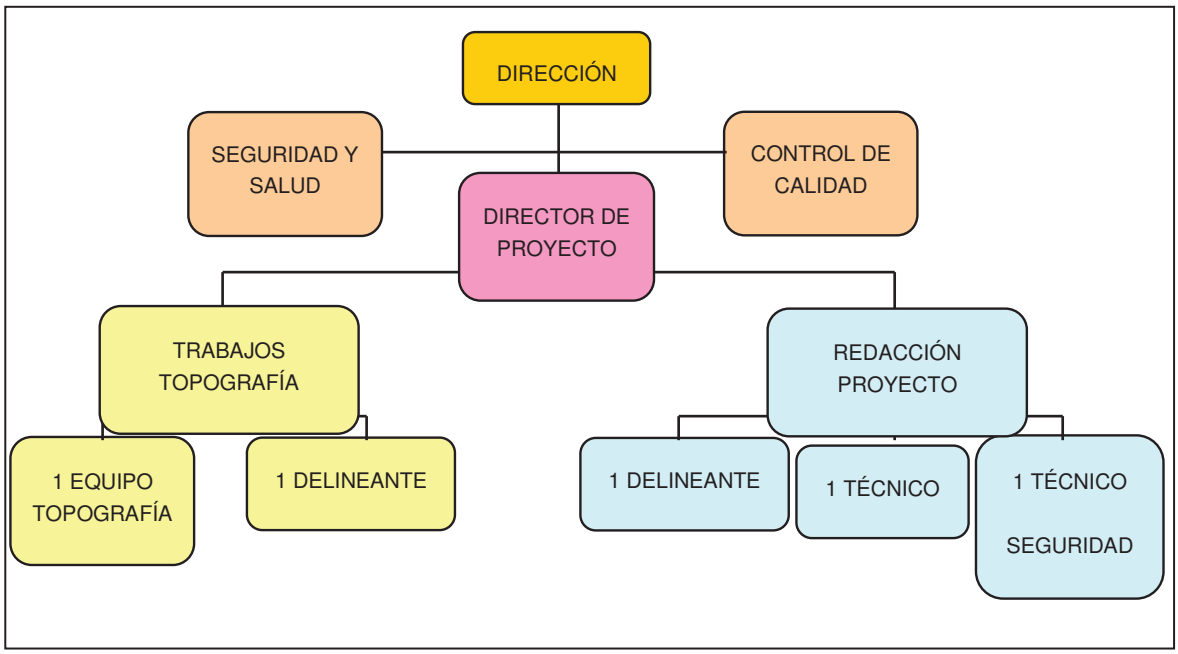
- **Un equipo compuesto por Topógrafo y Ayudante:** Con amplia experiencia en trabajos de topografía y, en particular, en levantamientos topográficos para Líneas Eléctricas.
- **Un Técnico de Gabinete:** Con cualificación de Delineante Proyectista, realizará el procesado de los datos en oficina.

Trabajos de diseño, cálculos y redacción de documentación técnica

Se contará con el siguiente equipo de trabajo:

- **Un Técnico de Proyecto:** Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial, se encargará, junto con el Director de Proyecto, de la realización de los trabajos de diseño, cálculos y redacción de la documentación técnica integrante del proyecto.
- **Un Técnico de Seguridad:** Con cualificación mínima de Ingeniero Técnico Industrial y Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, se encargará de la redacción del Estudio de Seguridad y Salud para el Proyecto.
- **Un Delineante Proyectista:** Se encargará de la realización de los planos del proyecto.

El organigrama de trabajo que se plantea, queda reflejado en la siguiente figura:



6.3.- CONTROL DEL DISEÑO

A continuación se describe el proceso de control del diseño aplicado durante los trabajos correspondientes a la fase de proyecto:

6.3.1.- Datos de partida del diseño

Tras la solicitud de realización del trabajo por parte del cliente, se definen y analizan las especificaciones iniciales del diseño, basándose para ello en los requisitos explícitos definidos por el cliente y en aquellos otros implícitos, legales o normativos, que sean de aplicación.

Estas especificaciones iniciales se documentan en el formato correspondiente, siendo sometidas a revisión por EINA. Una vez resueltas las diferencias entre EINA y el Cliente, las especificaciones iniciales constituirán los Datos de Partida del Proyecto.

El Departamento de Proyectos lleva un control individualizado de los trabajos mediante un listado en papel o informatizado, donde se refleja, como mínimo, el código del trabajo, fechas de entrada y de finalización del trabajo.

Posteriormente el técnico encargado del proyecto abre un archivo físico y/o informático dedicado a contener la correspondiente documentación generada por ese proyecto (según se indica en la instrucción técnica correspondiente para cada tipo de proyecto, en las que además se indica el proceso a seguir).

Tanto para la definición, como para las posteriores modificaciones de los Datos de Partida se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Características funcionales (requisitos).
- Características mecánicas, eléctricas y/o materiales.
- Requisitos de Calidad aplicables.
- Normativa a tener en cuenta, así como requisitos legales y/o reglamentarios.
- Pruebas de inspección y control reglamentario a las que se someterá el proyecto final, en su caso.

Además de los Datos de Partida, se archiva la documentación generada en la definición de las especificaciones iniciales, debidamente identificada con el número de proyecto, por si es necesaria una consulta posterior.

6.3.2.- Planificación

Se lleva a cabo mediante el formato correspondiente de "Plan de Proyecto", o en el formato específico del cliente.

Contempla las etapas del diseño que se van a ejecutar y el responsable de cada una de ellas, así como las Revisiones, Verificaciones y Validaciones que se considere oportuno realizar, además de las ya establecidas como norma general, y que se indican en los apartados siguientes.

El Plan de Proyecto contempla igualmente las relaciones entre el personal responsable de cada una de las partes y en qué fases, a quién y qué documentación se debe transmitir.

Durante el desarrollo del proyecto EINA verifica el cumplimiento del Plan, realizándose la puesta al día del mismo con las modificaciones exigidas por el desarrollo real de las actividades del proyecto. La actualización del Plan se lleva a cabo a medida que se finalizan las actividades previstas en el proyecto.

Un proyecto se considera finalizado cuando se han realizado satisfactoriamente todas las actividades definidas en el Plan de Proyecto, lo que queda reflejado en la última edición emitida de éste.

6.3.3.- Revisión del diseño

Mediante la revisión del diseño se pretende analizar el proceso de diseño para confirmar que éste se adecua con los requerimientos predefinidos de modo que se puedan corregir las deficiencias detectadas. Se establece al menos, una Revisión formal del diseño, denominada revisión inicial del diseño.

Revisión inicial del diseño

Ésta tiene lugar una vez documentados los datos de partida y constituye la primera fase dentro de la planificación del diseño. En ella se determina la trayectoria a seguir durante el proceso de diseño teniendo en cuenta los datos iniciales. Para ello se estudian las diferentes alternativas en cuanto a materiales, trazados o ubicaciones, métodos de cálculo, herramientas de diseño, etc. se llega a una definición acorde con las características del proyecto.

Queda constancia de esta primera revisión con la emisión del Plan de Proyecto. En él se anotan las conclusiones más destacables y es firmado por el responsable de su aprobación.

Revisiones adicionales

Dentro del Plan de Proyecto se pueden programar Revisiones adicionales, en función de la complejidad de las diferentes partes del diseño, así como las personas responsables de su ejecución. En cada revisión pueden participar, además del personal encargado del diseño, cualquier persona de la organización, o incluso clientes o subcontratistas, que ayuden a detectar problemas que pudieran haberse pasado por alto. En cada Revisión se repasan sistemáticamente los resultados obtenidos en la parte de diseño que se esté revisando, en cuanto a especificaciones de materiales, planos, condiciones de fabricación e inspección, etc., y su interrelación con las otras fases, comprobando que son los adecuados para el cumplimiento de los Datos de Partida.

Un resultado no satisfactorio de una Revisión implica un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De todas estas revisiones se guarda registro en el Plan de Proyecto o en el formato específico del cliente.

6.3.4.- Datos finales del diseño

Los resultados de cada una de las actividades planificadas pasan a constituir los Datos Finales del Diseño, para ser objeto de Verificación/es y Validación/es. Para poder efectuar estas últimas de una forma correcta, los Datos Finales reflejan claramente las características del proyecto que se ha diseñado.

Estos datos finales originados por cada actividad planificada dentro del diseño se relacionan en el apartado de observaciones del plan de proyecto. En él se hace constar la identificación y estado de edición de la documentación referenciada.

- Algunos de los datos finales que pueden presentarse son:
- Especificaciones Técnicas de los componentes a utilizar.
- Planos de construcción. Detalles constructivos.
- Ensayos a realizar, en su caso, y criterios de aceptación y rechazo.
- Características críticas.
- Especificaciones del proceso de construcción.
- Documentación de uso, instalación y mantenimiento.
- Requisitos de Validación para el uso a que sea destinado.

6.3.5.- Verificación del Diseño

La verificación del diseño tiene por objeto comprobar que los Datos Finales del Diseño cumplen los requisitos definidos en los Datos de Iniciales.

Se establece, al menos, una Verificación del diseño, una vez obtenidos los Datos Finales al concluir todas las etapas del diseño (a excepción de la Validación). En esta Verificación se revisa y aprueba toda la documentación del proyecto antes de proceder a su difusión. Independientemente, en el Plan del Proyecto pueden establecerse Verificaciones adicionales, según se estime conveniente, que pueden consistir en lo siguiente:

- realización de cálculos alternativos
- comparación del nuevo diseño con otros anteriores
- realización de pruebas y/o ensayos.

Los resultados de las verificaciones quedan documentados e incorporados a la documentación del proyecto en el Informe de Verificación / Validación del Diseño o en el formato específico del cliente.

Una Verificación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño, y por tanto en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación después de realizados los cambios.

6.3.6.- Validación del diseño

La Validación es la última etapa del diseño y consiste en la confirmación de que el producto resultante es adecuado al uso previsto.

En función de los trabajos contratados por el cliente a EINA, se establecen los siguientes criterios de validación en función de cada caso:

- a) Proyectos en los que EINA interviene durante la ejecución

En estos casos, la validación se realiza una vez ejecutado el proyecto, comprobando el correcto funcionamiento de la instalación puesta en marcha.

- b) Proyectos en los que EINA no interviene durante la ejecución

En estos casos, no es posible la comprobación por parte de EINA de la adecuación al uso de la instalación diseñada ya que, una vez entregado el trabajo, el cliente no permite en general el acceso a la información relacionada con el proyecto ejecutado.

Siempre que no sea posible realizar un seguimiento de la evolución del diseño más allá de la simple entrega, en el momento de dicha entrega del trabajo al cliente, el Responsable del Departamento afectado realiza una validación del diseño comprobando que es adecuado al uso que el cliente quiere darle, registrándola en el mismo informe que en el caso anterior.

Cualquier incidencia o comunicación (recibo de conformidad, visitas de EINA al cliente, consultas telefónicas, etc.) realizada con el cliente posteriormente a la entrega en este caso, se registra en el Informe donde ha quedado constancia de la validación por el Responsable del Departamento afectado.

Una validación no satisfactoria implica realizar cambios en el diseño y, por tanto, en los Datos Finales del mismo, por lo que se realiza una nueva Verificación y Validación después de realizados los cambios.

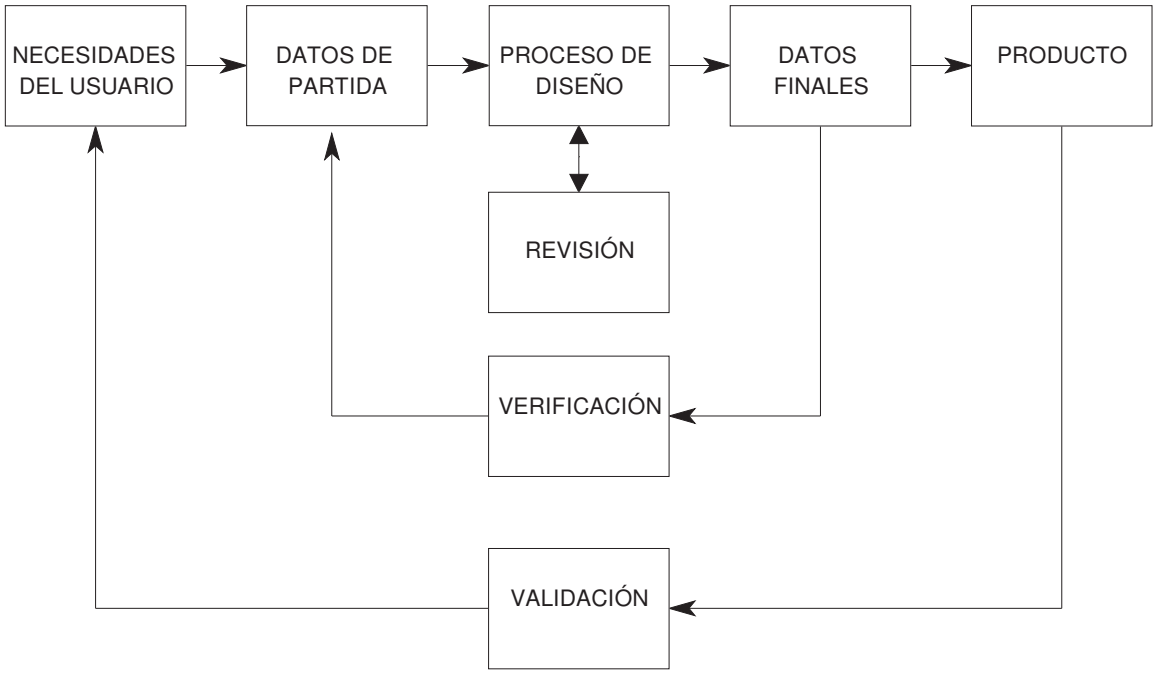
6.3.7.- Cambios en el diseño

La modificación a efectuar se documenta en el formato "Datos Iniciales del Proyecto", describiendo la naturaleza de los cambios propuestos y sus motivos, y constituye los datos de partida para los cambios en el diseño.

Una vez definidos los cambios y en función de su complejidad, se adapta el Plan de Proyecto a las nuevas condiciones, programando las actividades necesarias y asignando al personal cualificado para su realización.

Asimismo, se planifican las Revisiones, Verificaciones y Validaciones de los mismos, documentando estas circunstancias en el Plan de Proyecto correspondiente.

6.4.- ETAPAS DE CONTROL DEL DISEÑO



La documentación entregada por el Cliente como parte de su alcance será revisada por EINA. Durante el curso del proyecto EINA podrá:

- Proponer actualizar dichos documentos cuando sea necesario.
- Garantizar su compatibilidad con la ingeniería desarrollada por el Cliente como parte de su alcance en el proyecto.
- Garantizar el cumplimiento de la legislación local en el desarrollo del proyecto.

6.5.- CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN

Todos los documentos de diseño son objeto de control de la documentación de acuerdo a lo establecido en el Procedimiento de "Control de la Documentación y de los Datos".

Los borradores de trabajo que sirven como datos de partida para la realización de los documentos intermedios se identifican mediante la inscripción "BORRADOR", al objeto de evitar que dichos documentos se utilicen con carácter ejecutivo.

Los documentos definitivos de diseño permanecen controlados y no pueden difundirse hasta haber sido revisados y aprobados.

Todos los documentos generados en soporte papel por un proyecto se archivan en carpetas o archivadores identificados al menos con el número de proyecto.

El archivo de la documentación en soporte informático se realiza en los directorios abiertos a tal efecto y cuya estructura se indica en las Instrucciones de Trabajo que describen cada tipo de Proyecto.

6.6.- COMUNICACIONES

En la tabla siguiente se resumen los tipos de comunicaciones entre el personal de EINA y el Cliente:

TIPO	MODO DE REALIZARSE	REGISTROS
Intercambio información operativa	Pautas de trabajo	Los establecidos por el SGC
	Verbal	No
	E-mail	No
Información general	Tablón de anuncios	No
	Verbal	No
	Reuniones	Acta de la reunión (si procede)

Durante el desarrollo de las diferentes actividades, se informará periódicamente al Cliente el seguimiento de la Planificación del Proyecto.

6.7.- NO CONFORMIDADES

La detección de una No Conformidad durante una Revisión del proyecto u originada por una queja del cliente implica la apertura de un Informe de No Conformidad en el que se define un Plan de acciones y responsables de su seguimiento.

Entre las acciones definidas en el Informe de NC, puede proponerse un cambio de aquellos parámetros de diseño que no sean los adecuados, y la realización de una nueva Revisión después de introducidos los cambios.

De manera general, ante la detección de una No Conformidad en cualquiera de los diferentes departamentos de la empresa, se procede a la apertura de un informe.

Éste se realiza en el formato de "Informe de No Conformidad" que contiene al menos los siguientes datos:

- N° de Informe de No Conformidad.
- Fecha de apertura del Informe de No Conformidad.
- Indicación de si se trata de una desviación real o potencial.
- Donde se ha detectado la desviación (recepción, proceso/inspección final, en una devolución o reclamación del cliente, en auditoría,...).
- Descripción de la incidencia y causa que la ha originado si es conocida.
- Nombre y firma del Responsable de Departamento estableciendo la acción inmediata.
- Nombre del responsable de efectuar las acciones para eliminar la desviación.

Las partes restantes del informe de No Conformidad se cumplimentan cuando es precisa la ejecución de acciones a largo plazo para evitar la repetición de la no conformidad o la aparición de la misma.

La aplicación de acciones correctivas es determinada a partir de las desviaciones recogidas en los Informes de No Conformidad, abiertos con motivo de cualquier actividad desarrollada en EINA y que por su gravedad, importancia o repetición requieren de la aplicación de acciones que eviten su repetición.

Las acciones acordadas se registran en el formato de Informe de No Conformidad abierto, indicando cuáles son éstas así como los responsables de su ejecución y fechas límite de cumplimiento.

Se efectúa un seguimiento de las acciones correctivas, de tal forma que se refleja la sucesión de acontecimientos, con las fechas y nombres de los implicados, que han determinado el éxito o fracaso de las acciones pudiendo anexar al informe todas aquellas pruebas o registros que considere oportunos para la justificación de los hechos o bien trazarlos documentalmente.

Si en el plazo de ejecución de una acción correctiva, ésta no se ha llevado a cabo, puede ampliarse el plazo de ejecución de la misma indicando esto en el propio informe de acciones correctivas. Esta ampliación puede efectuarse hasta en dos ocasiones.

A partir de este momento, si el resultado de las acciones continúa siendo insatisfactorio se informa a Dirección en el transcurso de la siguiente reunión de calidad para que decida en consecuencia si conviene abrir un nuevo informe de No Conformidad y reconsiderar las acciones, cerrar la no conformidad definitivamente o aplazarla por un tiempo dado, momento a partir del cual se retomaría el seguimiento de acciones. En cualquier caso, la decisión tomada se refleja en el apartado de cierre de acciones del Informe de No Conformidad.

Cuando se produce una reclamación de cliente, a causa de productos/servicios no satisfactorios, retrasos en la entrega, etc. EINA comprueba si la reclamación es procedente o no.

Se procede a su análisis para determinar el motivo de la misma y la acción inmediata a realizar. Su resultado se documenta en el Informe de No Conformidad correspondiente en los apartados de Incidencia y Acción Inmediata.

Una vez realizado el análisis se informa al Cliente de los resultados obtenidos.

7.- FASE DE EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN

7.1.- CONDICIONES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras de construcción de las infraestructuras se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable y a las normas de la buena práctica constructiva.

Durante la construcción de la obra se elaborará la documentación reglamentariamente exigible. En ella se incluirá, sin perjuicio de lo que establezcan

otras Administraciones Públicas competentes, la documentación del control de calidad realizado a lo largo de la obra. En el punto 7.2 se detalla, con carácter indicativo, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra.

Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.

Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

7.1.1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

7.1.1.1.- Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

7.1.1.2.- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos

exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

7.1.1.3.- Control de recepción mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del documento puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

7.1.2.- Control de ejecución de la obra

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de las instalaciones.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

7.1.3.- Control de la obra terminada

En la obra terminada, bien sobre las infraestructuras en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

7.2.- DOCUMENTACIÓN DEL SEGUIMIENTO DE LA OBRA

Con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes, el contenido de la documentación del seguimiento de la ejecución de la obra, tanto la exigida reglamentariamente, como la documentación del control realizado a lo largo de la obra es el siguiente:

7.2.1.- Documentación obligatoria del seguimiento de la obra

Las instalaciones proyectadas dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- El Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- El proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra.
- La licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas; y
- El certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda.

En el Libro de Órdenes y Asistencias el director de obra y el director de la ejecución de la obra consignarán las instrucciones propias de sus respectivas funciones y obligaciones.

El Libro de Incidencias se desarrollará conforme a la legislación específica de seguridad y salud. Tendrán acceso al mismo los agentes que dicha legislación determina.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su conservación y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

7.2.2.- Documentación del control de la obra

- El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada. Para ello:
- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autoriza el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten su interés legítimo.

7.2.3.- Certificado final de obra

En el certificado final de obra, el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo construido de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de la buena construcción.

El director de la obra certificará que la construcción ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de licencia y la documentación

técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
- Relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.

8.- CONDICIONES Y MEDIDAS PARA LA OBTENCIÓN DE CALIDADES DE LOS MATERIALES Y DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

Las empresas adjudicatarias de las obras proyectadas redactarán un Plan de Control de Calidad para las mismas que deberá de cumplir con lo indicado en el Pliego de Condiciones incluido en el Proyecto de Ejecución. En dicho plan se incluirán los puntos de control de la ejecución y notificación, inspecciones en la recepción de los materiales y sus componentes e inspecciones durante la fabricación/construcción, así como inspecciones finales y ensayos.

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL PARQUE EÓLICO "ALCUBIERRE"

DOCUMENTO Nº5:

PLANOS

AUTOR: Alejandro Romero Pau
DIRECTOR: Antonio Usón Sardaña
ESPECIALIDAD: Electricidad
CONVOCATORIA: Septiembre 2013

ÍNDICE PLANOS

1. SITUACIÓN

2. EMPLAZAMIENTO

3. PLANTA PERFIL

4. APOYOS TIPO

5. CADENAS DE SUSPENSIÓN

6. CADENAS DE AMARRE

7. PUESTA A TIERRA APOYOS

8. CADENAS Y HERRAJES (CABLE DE TIERRA AMARRE BAJANTE)

9. CADENAS Y HERRAJES (CABLE DE TIERRA AMARRE PASANTE)

10. CADENAS Y HERRAJES (CABLE DE TIERRA SUSPENSIÓN)

11. PLACA DE SEÑALIZACIÓN 132

12. AMORTIGUADORES

13. SALVAPÁJAROS

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza
1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

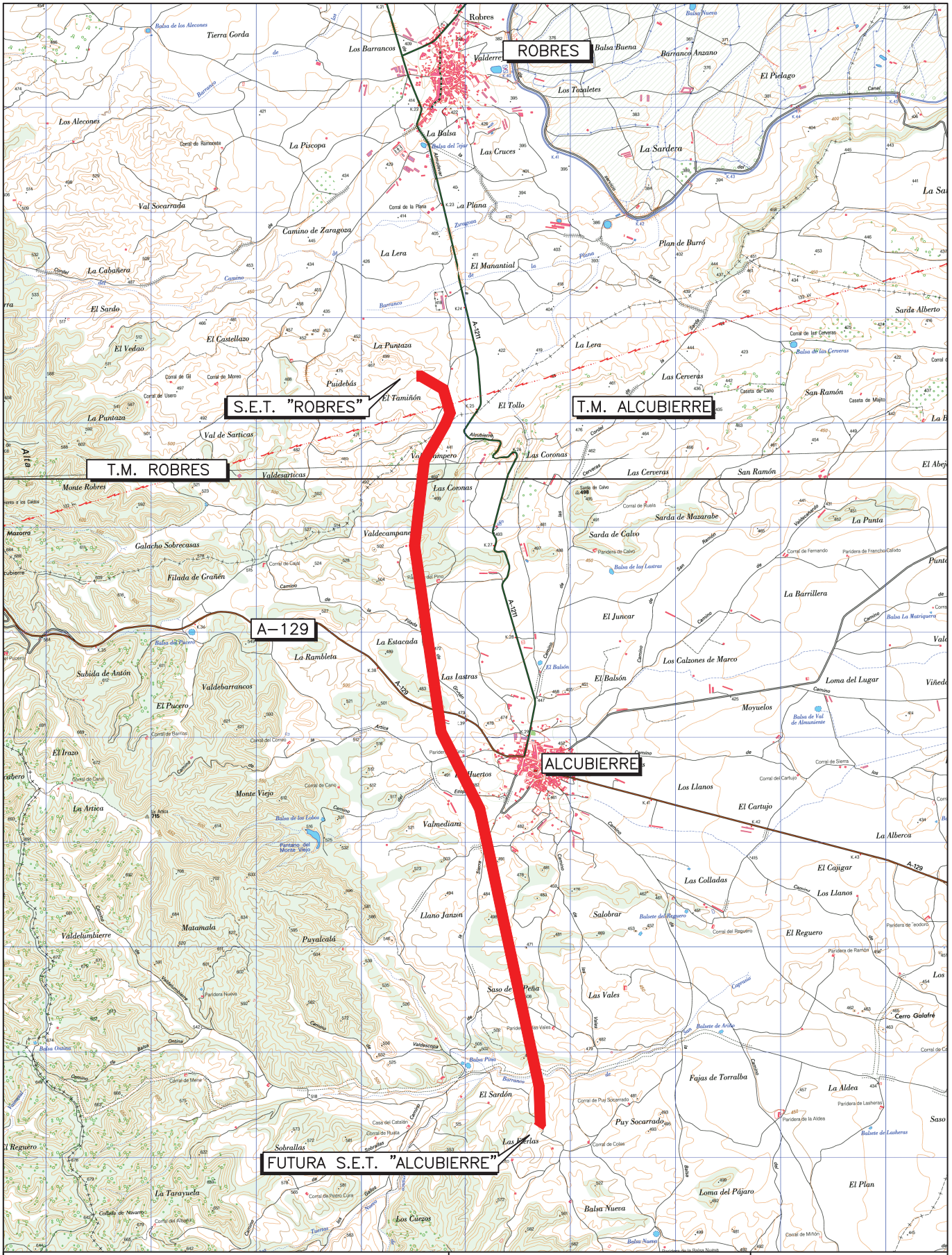
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)
PLANO:	SITUACIÓN

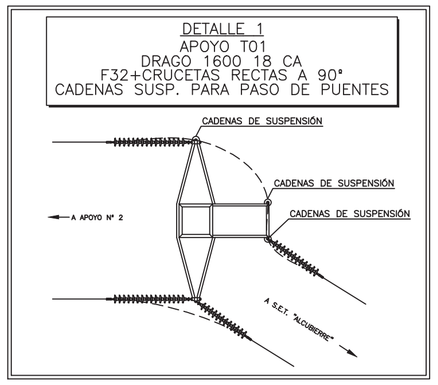
FECHA:	SEPTIEMBRE–2.013
ESCALA:	1:400.000
PLANO Nº.	1
HOJA:	1 DE 1



Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
1542

ALEJANDRO ROMERO PAU	FIRMA:
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA	
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	

PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: SEPTIEMBRE–2.013
		ESCALA: 1:50.000
PLANO:	EMPLAZAMIENTO	PLANO Nº. 2
		HOJA: 1 DE 1



SERIE Nº 1	HAWK	51E872
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	29	
Tense Mín. (daN.)	876	806
EDS % – Tense (daN.)	4,0% – 345	4,0% – 400
Parámetro Flecha Máx.	152 85 °C	287 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	718	1075

SERIE Nº 2	HAWK	51E872
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	360	
Tense Mín. (daN.)	2750	2277
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1275 85 °C	1652 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1722	1864

SERIE Nº 3	HAWK	51E872
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	256	
Tense Mín. (daN.)	2685	2126
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1118 85 °C	1544 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1632	2078

T.M. DE ALCUBIERRE

OLMO 275 F51E 3TA CS

OLMO 275 F51E 5T CS

OLMO 275 F51E 5T CS

DRAGO 1600 F32 18 CA
CADENAS DE SUSPENSIÓN Y CRUCETAS RECTAS
PARA PASO DE PUENTES EN ÁNGULO EXTERIOR
BUCLES CONTRAPESADOS EN ÁNGULO EXTERIOR

ARCE 900 F43 18,45 CA

PÓRTICO
SET "ALCUBIERRE"

18,00

18,45

21,35

21,35

14,70

Camino

Camino

E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

AH=159.646

P.C. 320.00

AH=189.005

SET "ALCUBIERRE"

PLANTA

labor
labor
labor
monte bajo
labor
labor
labor
labor
labor
labor
labor
labor
labor
labor
labor
monte bajo

T.M. DE ALCUBIERRE

Cotas

405,34 404,34 402,47 401,97 401,28 400,51 400,00 399,22 398,73 398,30 397,57 397,27 396,28 395,96 395,83 396,05 396,92 398,16 401,28 401,78 401,79 401,85 402,49 403,62 404,49 405,81 407,11 408,77 410,56 414,71 417,40 418,09 417,93 416,38 415,82 417,57 418,34 416,85 417,57 417,96 417,91 415,21 413,93 413,07 412,84 414,67 417,19 418,87 418,61 416,89 415,72 416,23 417,77 420,09 421,60 418,35 416,88 417,79 421,81 425,35 426,85

Distancias a Origen

0,00 29,13 41,60 41,88 42,25 84,25 115,50 137,97 169,75 176,10 178,48 180,51 204,76 229,31 256,16 290,56 315,28 341,47 351,55 368,46 380,70 389,08 397,24 414,58 430,66 443,89 465,38 487,48 517,87 538,51 563,61 580,63 593,38 612,29 634,46 660,77 691,01 715,98 744,19 761,82 774,58 796,89 822,12 835,99 852,10 871,88 899,65 918,78 932,46 947,78 963,72 986,14 1005,84 1022,14 1034,58 1047,21 1066,14 1086,21 1103,71 1132,16 1152,16 1173,18

Distancias Parciales

0,00 29,13 11,60 0,28 0,37 42,00 31,25 22,47 31,78 6,35 2,38 2,03 24,25 24,56 26,84 34,41 24,72 26,19 10,08 17,91 11,24 8,38 8,16 17,34 16,08 13,23 21,49 22,11 30,39 20,64 25,10 17,02 12,75 18,90 22,17 26,31 30,25 24,96 28,22 17,62 12,76 22,31 25,24 13,87 16,11 19,58 27,97 19,12 13,68 15,32 15,94 22,42 19,70 16,30 12,44 12,63 18,92 20,08 17,50 28,44 20,00 21,02

Num. Apoyos

P 1 2 3 4 5

Vanos

29.13 m. 359.96 m. 245.38 m. 284.32 m. 254.41 m.

Alineaciones

1ª Al. 29.13 m. 2ª Alineacion de 359.96 m. 3ª Alineacion de 2701.99 m.

NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LÍNEA SON NO FRECUENTADOS (NF)
SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical 20m 10 0

50 100 150m
Escala Horizontal

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

ALEJANDRO ROMERO PAU
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE-2.013

ESCALA: INDICADAS

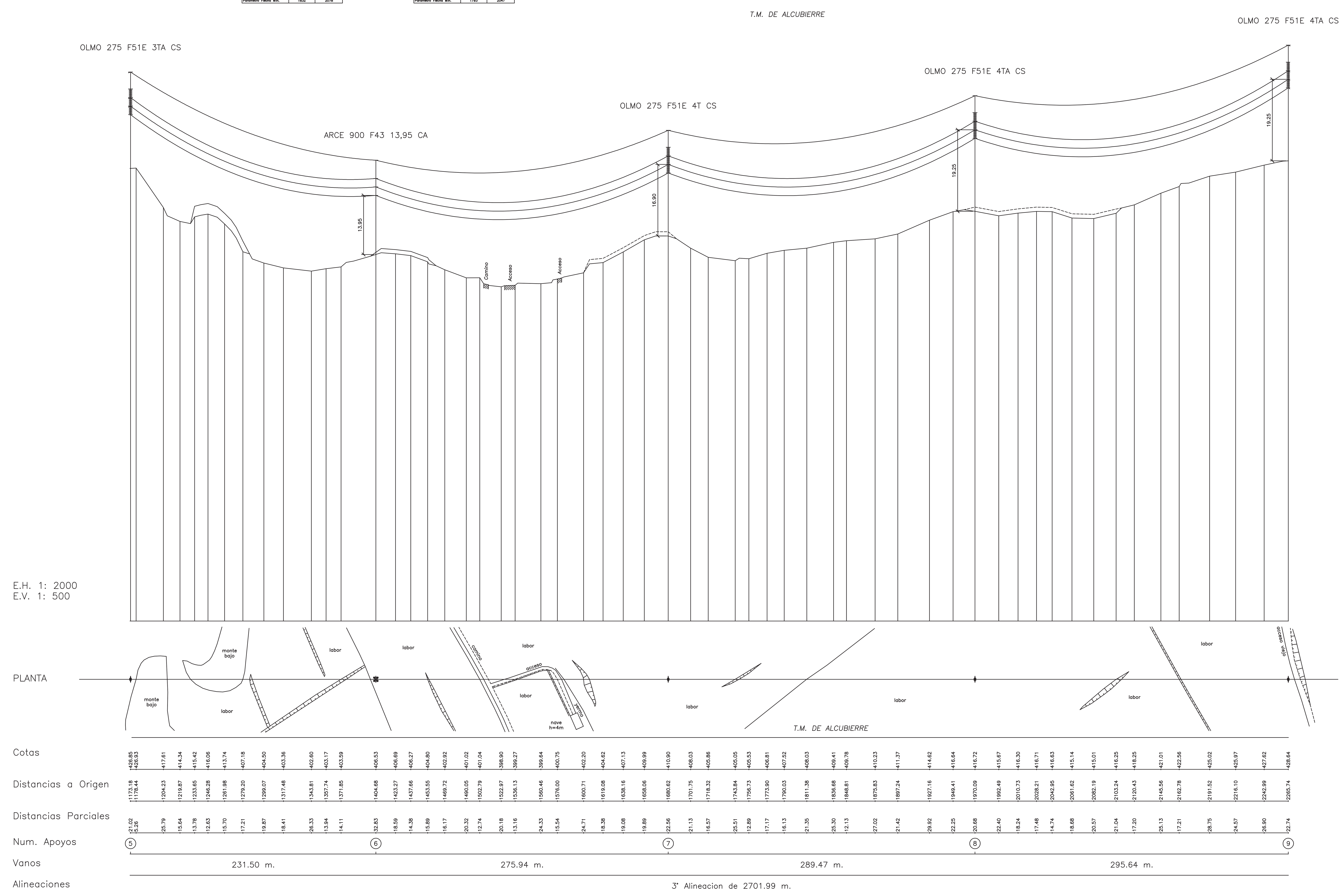
PLANO: PLANTA-PERFIL

PLANO Nº. 3

HOJA: 1 DE 7

SERIE Nº 3	HAWK	51E87Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	256	
Tense Máx. (daN)	2685	2136
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1116 85 °C	1544 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1832	2078

SERIE Nº 4	HAWK	51E87Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	284	
Tense Máx. (daN)	2707	2180
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1168 85 °C	1579 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1793	2047



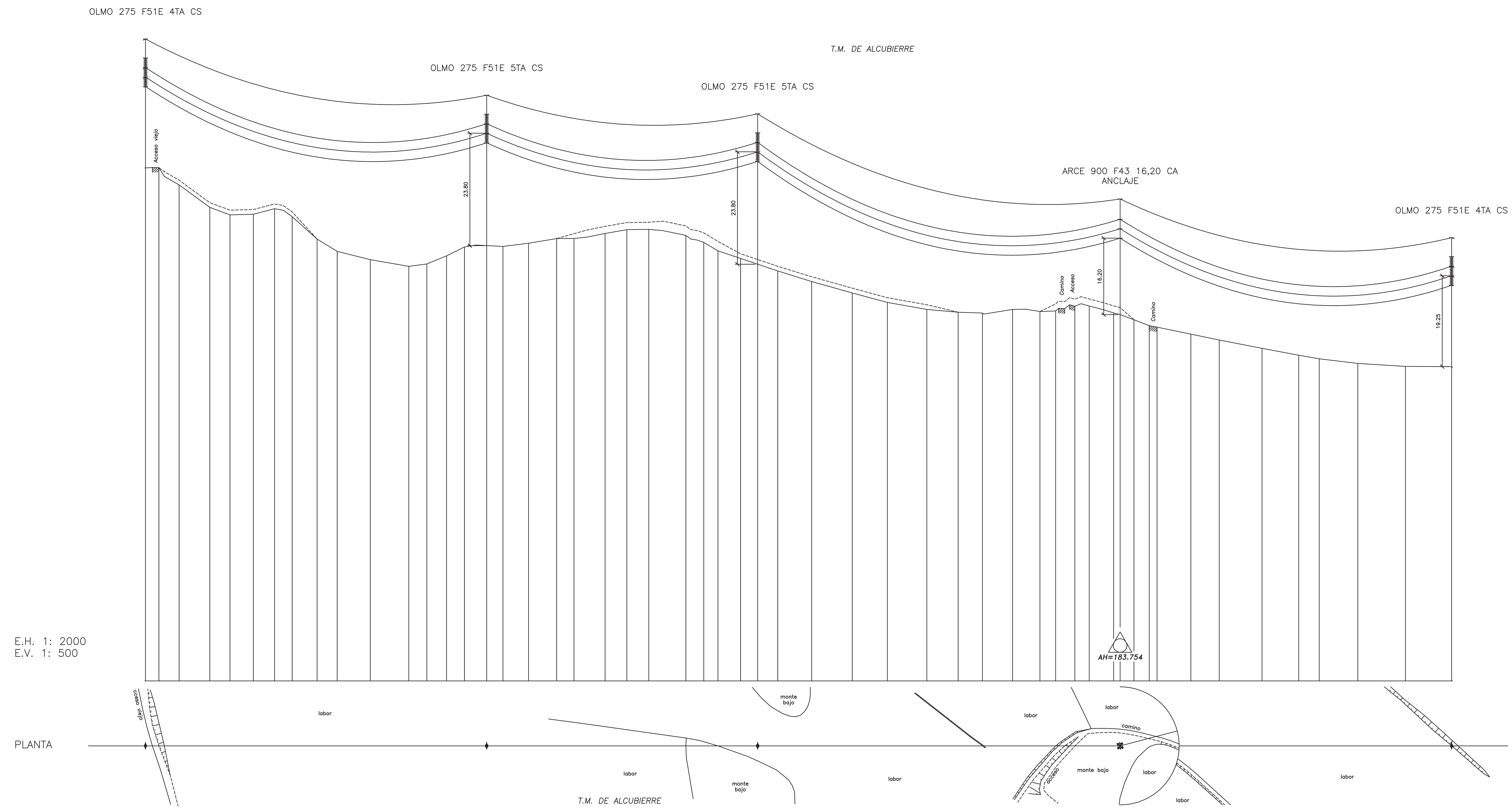
NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LÍNEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
— — — — PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
—·—·— PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical: 0 – 10 – 20m

Escala Horizontal: 0 – 50 – 100 – 150m

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: SEPTIEMBRE-2.013 ESCALA: INDICADAS
PLANO:	PLANTA-PERFIL	PLANO Nº. 3 HOJA: 2 DE 7



SERIE Nº 4	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	284	
Tense Máx. (daN.)	2707	2180
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1168 85 °C	1579 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1793	2047

SERIE Nº 5	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	274	
Tense Máx. (daN.)	2699	2165
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1150 85 °C	1567 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1806	2057

Cotas	Distancias a Origen	Distancias Parciales	Num. Apoyos
428.64	2265.74	22.74	9
428.70	2277.11	11.38	
425.05	2294.21	17.10	
420.28	2320.23	26.02	
418.69	2337.29	17.06	
418.82	2357.15	19.85	
420.01	2375.10	17.96	
418.31	2390.01	14.90	
413.57	2411.08	21.08	
410.97	2428.12	17.04	
409.20	2456.16	28.04	
407.80	2488.70	32.55	
408.30	2504.01	15.31	
410.01	2520.68	16.67	
411.90	2535.87	15.19	
412.18	2554.67	18.80	10
412.00	2568.44	13.77	
412.69	2590.17	21.73	
413.68	2613.95	23.77	
413.70	2628.56	14.61	
414.76	2654.96	26.40	
415.56	2673.39	18.44	
415.63	2691.97	18.58	
414.36	2723.31	31.34	
412.88	2738.53	15.21	
411.07	2750.55	12.02	
409.46	2769.64	19.09	
408.24	2784.12	14.48	11
406.81	2801.16	17.04	
404.58	2829.86	28.69	
402.17	2864.29	34.43	
400.15	2893.94	29.65	
398.66	2927.42	33.48	
398.08	2953.95	26.53	
397.91	2974.50	20.55	
398.66	2999.99	25.49	
398.23	3023.19	23.20	
398.34	3036.51	13.32	
399.34	3052.75	16.23	
399.39	3064.90	12.16	
397.92	3085.59	20.69	
397.95	3091.08	5.49	12
396.48	3102.78	11.70	
395.22	3115.71	12.94	
394.92	3122.33	6.62	
393.44	3150.97	28.64	
392.18	3175.01	24.05	
390.44	3211.24	36.23	
388.98	3242.29	31.04	
388.22	3259.71	17.43	
387.23	3292.35	32.64	
386.60	3332.69	40.33	
386.56	3371.76	39.07	13

Vanos: 288.94 m. | 229.45 m. | 306.95 m. | 280.68 m.

Alineaciones: 3ª Alineacion de 2701.99 m. | 4ª Alineacion de 822.07 m.

NOTA

TODOS LOS APOYOS DE LA LINEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC–LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA

— — — — PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO

—·—·— PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical: 0 – 10 – 20m

Escala Horizontal: 0 – 50 – 100 – 150m

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: INDICADAS
PLANO:	PLANTA–PERFIL	PLANO Nº: 3 HOJA: 3 DE 7

SERIE Nº 5	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	274	
Tense Máx. (daN)	2699	2165
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1150 85 °C	1567 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1806	2057

SERIE Nº 6	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	141	
Tense Máx. (daN)	2552	1891
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	800 85 °C	1314 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	2111	2265

SERIE Nº 7	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	294	
Tense Máx. (daN)	2713	2195
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1184 85 °C	1591 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1781	2037

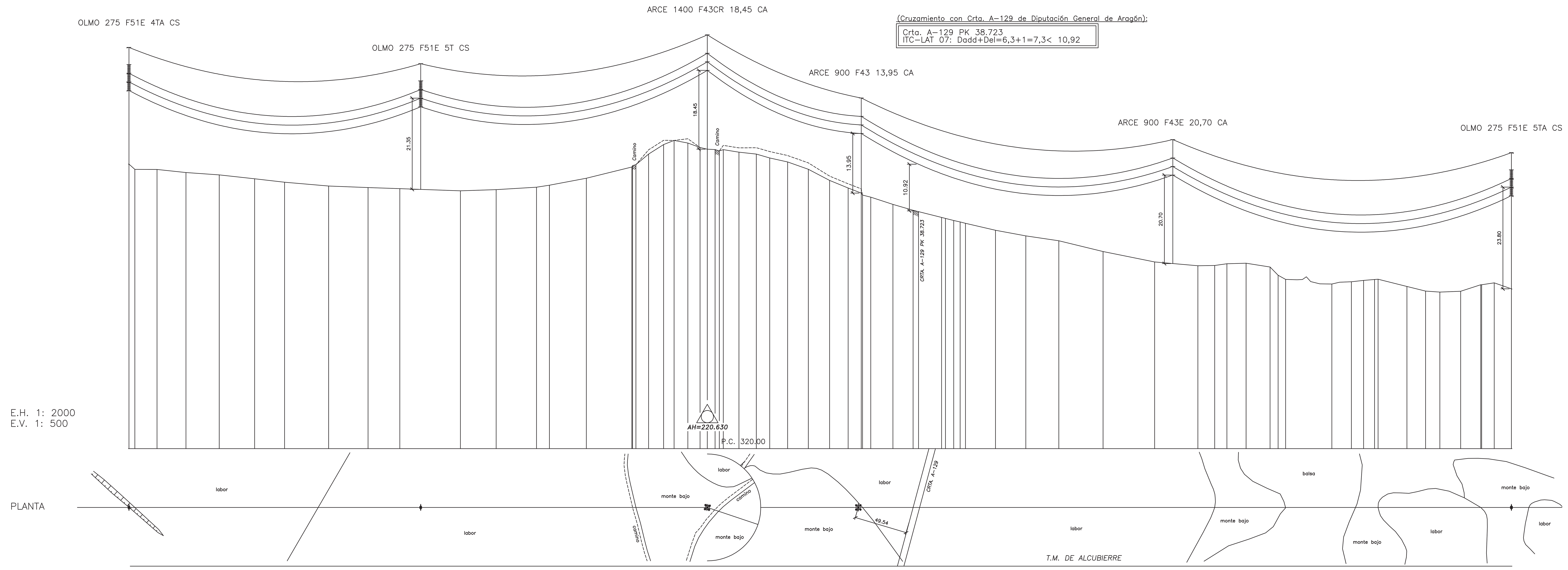
SERIE Nº 8	HAWK	51E67Z
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	281	
Tense Máx. (daN)	2704	2176
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1163 85 °C	1576 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1796	2050

T.M. DE ALCUBIERRE

(Cruzamiento con Crta. A–129 de Diputación General de Aragón):

Crta. A–129 PK 38.723
ITC–LAT 07: Dadd+Del=6,3+1=7,3< 10,92

E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500



Num. Apoyos	Distancias Parciales	Distancias a Origen	Cotas
13	39.07	3371.76	386.56
	5.56	3377.31	385.34
	20.73	3398.05	385.30
	27.11	3425.16	384.59
	31.09	3456.25	384.04
	33.16	3489.40	383.13
	28.02	3517.43	382.33
	41.22	3558.65	381.44
	36.94	3595.58	381.07
	29.71	3625.29	380.82
14			
	56.77	3682.06	380.32
	33.40	3715.46	380.60
	37.77	3753.23	381.16
	12.12	3765.35	381.62
	34.53	3799.89	383.25
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	3.19	3846.32	386.44
	11.84	3858.15	388.90
	14.04	3872.19	391.13
	9.79	3881.98	392.10
	12.91	3894.89	391.49
	11.48	3906.37	390.46
15	6.77	3913.14	390.05
	7.22	3920.36	389.97
	3.99	3924.35	389.64
	3.71	3928.06	389.94
	14.72	3942.78	389.36
	16.18	3958.96	388.90
	12.60	3971.56	388.00
	16.71	3988.27	387.07
	19.38	4007.65	385.35
	19.96	4027.60	382.75
	17.34	4044.94	380.96
16	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	7.69	4066.12	378.84
	20.71	4086.83	377.14
	18.91	4105.74	375.77
	26.67	4132.41	374.09
	3.67	4136.08	373.86
	7.69	4143.77	373.38
	5.97	4149.74	373.03
	5.01	4154.75	372.72
	28.11	4182.86	371.08
	28.41	4211.27	369.78
	30.84	4242.11	368.62
	41.42	4283.52	366.11
	48.30	4331.83	363.68
17			
	40.49	4372.32	362.78
	15.69	4388.00	362.85
	11.43	4399.44	363.26
	18.02	4417.46	363.37
	22.37	4439.84	362.49
	7.54	4447.38	360.56
	7.03	4454.41	359.60
	43.25	4497.66	358.51
	18.29	4515.95	359.04
	11.47	4527.42	359.36
	10.25	4537.67	359.56
	3.32	4540.99	359.63
	26.97	4567.96	357.93
	17.44	4585.40	356.86
	13.41	4598.81	356.62
	19.49	4618.30	356.81
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	11.69	4649.65	358.78
18	16.12	4665.77	357.39

Vanos: 273.11 m. | 268.28 m. | 141.31 m. | 294.42 m. | 316.89 m.

Alineaciones: 4ª Alineacion de 822.07 m. | 5ª Alineacion de 1793.71 m.

NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LÍNEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC–LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
— — — — PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
—·—·— PERFIL EXTERIOR DERECHO

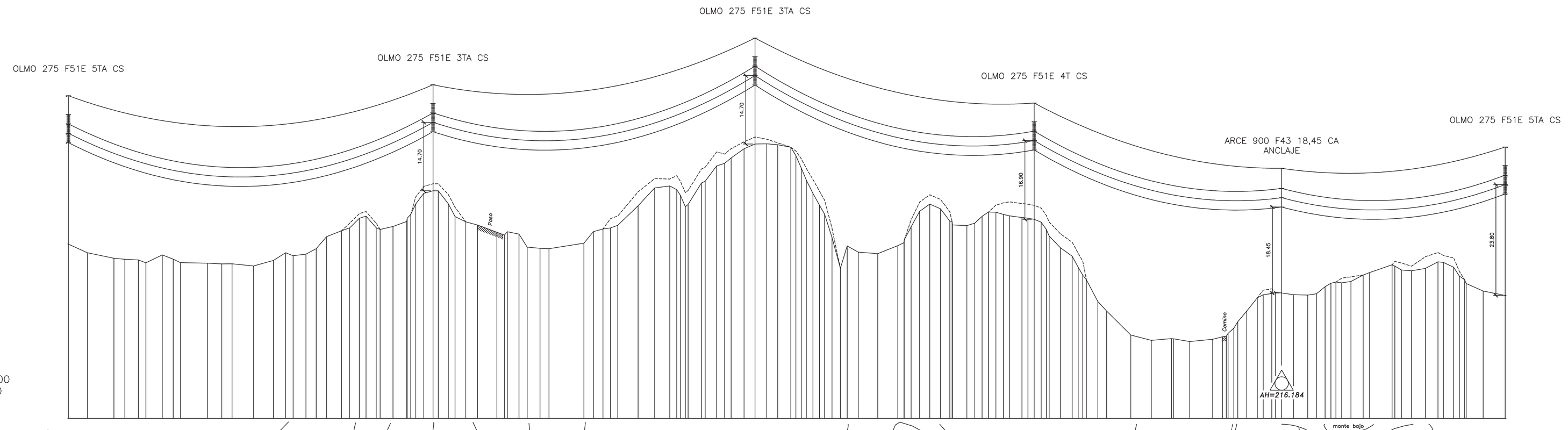
Escala Vertical: 0 – 10 – 20m
Escala Horizontal: 0 – 50 – 100 – 150m

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: INDICADAS
PLANO:	PLANTA–PERFIL	PLANO Nº. 3 HOJA: 4 DE 7

SERIE Nº 8	HAWK	51E872
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	281	
Tense Máx. (daN.)	2704	2176
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1552	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1163 m	1576 m 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1796	2050

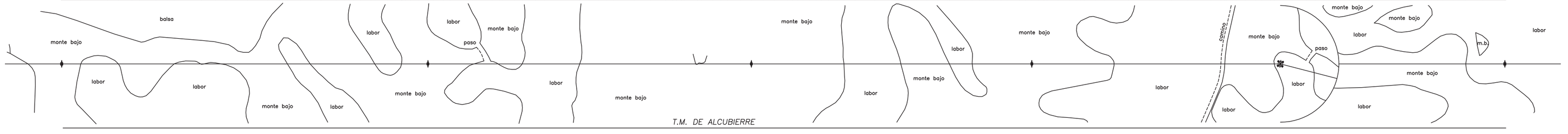
SERIE Nº 9	HAWK	51E872
ZONA	A	
Vano de Reg. (m)	288	
Tense Máx. (daN.)	2709	2186
EDS % – Tense (daN.)	18,0% – 1553	12,0% – 1200
Parámetro Flecha Máx.	1174 m	1584 m 50 °C
Parámetro Flecha Mín.	1788	2043

T.M. DE ALCUBIERRE



E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

PLANTA



Cotas

Distancias a Origen

Distancias Parciales

Num. Apoyos	18	19	20	21	22	23
Vanos		312.87 m.	276.29 m.	239.59 m.	212.34 m.	191.77 m.
Alineaciones		5° Alineacion de 1793.71 m.			6° Alineacion de 815.11 m.	

NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LÍNEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC–LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical: 20m, 10, 0
Escala Horizontal: 50, 100, 150m

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

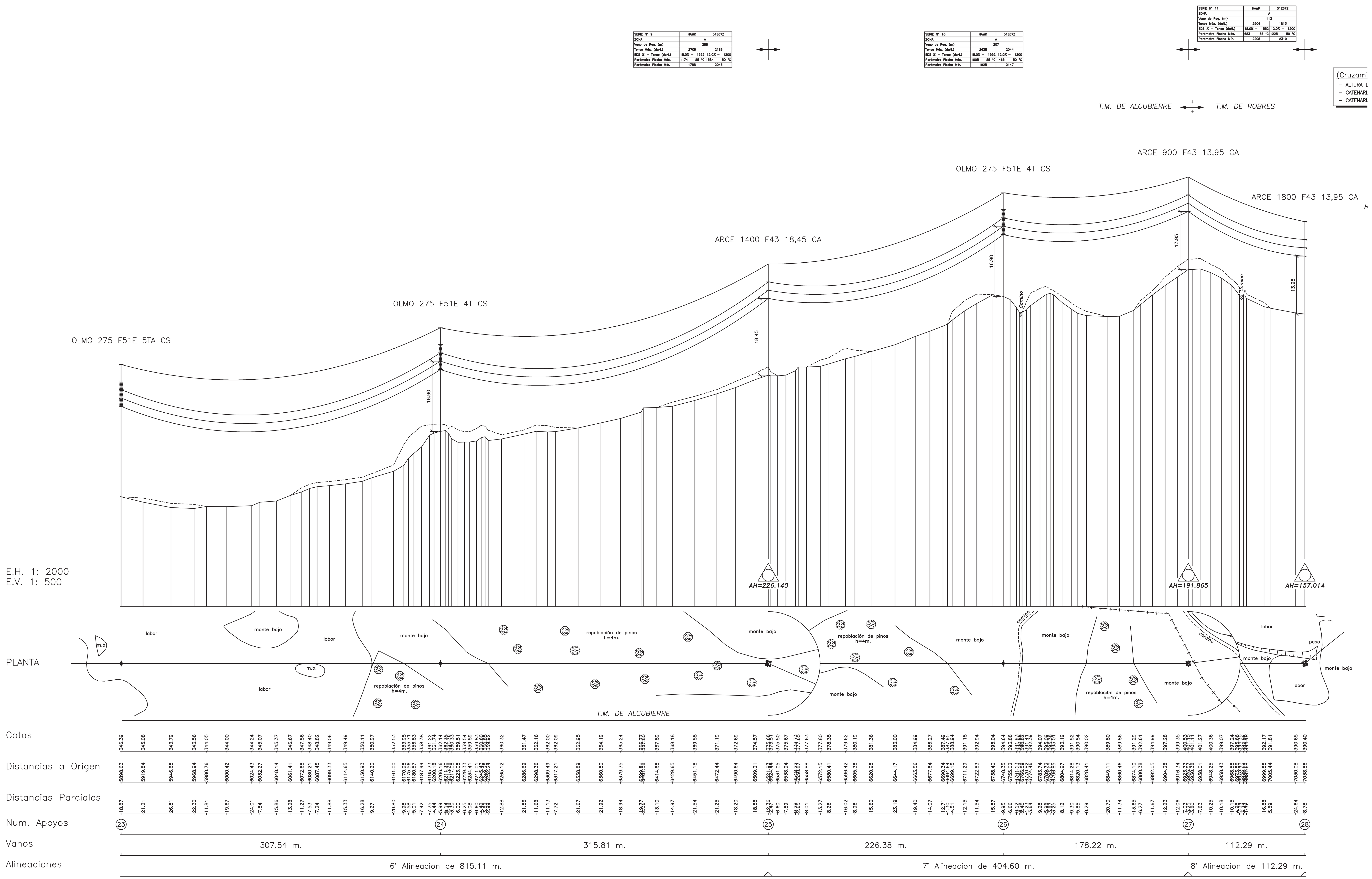
ALEJANDRO ROMERO PAU
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013
ESCALA: INDICADAS
PLANO Nº. 3
HOJA: 5 DE 7

PLANO: PLANTA–PERFIL



NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LINEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
— — — — PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
—·—·— PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical: 0 – 10 – 20m
Escala Horizontal: 0 – 50 – 100 – 150m

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO:	LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)	FECHA: SEPTIEMBRE-2.013 ESCALA: INDICADAS
PLANO:	PLANTA-PERFIL	PLANO Nº. 3 HOJA: 6 DE 7

SERIE Nº 12		HAWK		516T7Z	
ZONA		A			
Vano de Reg. (m)		235			
Tense Máx. (daN)		2667		2099	
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552		12,0% – 1200		
Pordmetro Flecha Máx.	1072	85 %	1513	80 %	
Pordmetro Flecha Mín.	1868		2106		

SERIE Nº 13		HAWK		516T7Z	
ZONA		A			
Vano de Reg. (m)		249			
Tense Máx. (daN)		2679		2124	
EDS % – Tense (daN)	18,0% – 1552		12,0% – 1200		
Pordmetro Flecha Máx.	1102	85 %	1534	80 %	
Pordmetro Flecha Mín.	1843		2087		

T.M. DE ROBRES

(Cruzamiento con LAAT 132 kV DE ENDESA "PEÑAFLOR – MARCEN" sobre apoyos nº99–100):
- ALTURA DE LOS CONDUCTORES DE LA LINEA AÉREA 400 kV (R.E.E.) TOMADA A TEMPERATURA AMBIENTE 20ºC
- CATENARIA DE CABLE DE TIERRA (OPGW) EN PROYECTO EN CONDICIONES DE FLECHA MÍNIMA (–5ºC)
- CATENARIA DE CONDUCTORES EN PROYECTO EN CONDICIONES DE FLECHA MÁXIMA (+85ºC) Y MÍNIMA (–5ºC)

ROBRES

D cond–opgw: Dadd+Del=1,5+2,8=4,3<5,98
D cond–cond: Dadd+Dpp=4,0+3,2=7,2<13,33

L.A.A.T. 132kV ENDESA

T°=20°C

h=30.54m. h=31.36m.

ARCE 1800 F43 13,95 CA

ARCE 1800 F43 13,95 CA
CADENAS DE SUSPENSIÓN EN ÁNGULO EXTERIOR
BUCLES CONTRAPESADOS EN ÁNGULO EXTERIOR

h=21.33m. h=23.82m. h=22.72m.

5,98
13,95

DRAGO 1600 F32 15 CA

PÓRTICO SET "ROBRES"

15,00

Paso Paso

E.H. 1: 2000
E.V. 1: 500

57.014 AH=151.452 AH=190.491

PLANTA

SECCTO "ROBRES"

paso
monte bajo
monte bajo
labor
Paso
monte bajo
labor
labor
Apoyo nº 100
T.M. DE ROBRES
monte bajo
labor
labor
repoblación de pinos h=3m.
labor
labor
monte bajo

Cotas

390.40 390.43 389.54 389.65 389.44 389.04 387.85 386.74 386.67 386.49 386.48 386.97 386.86 386.87 386.12 385.53 385.38 386.31 386.26 385.98 387.64 387.80 390.38 391.22 391.14 391.13 391.98 392.47 392.78 392.11 391.21 390.85 390.08 390.43 391.56 392.89 394.09 395.64 397.32 398.02 400.56 401.77 402.69 403.22 403.20 403.14 403.44 403.01

Distancias a Origen

7038.86 7048.64 7052.88 7059.50 7069.78 7078.19 7088.08 7094.07 7101.14 7107.23 7112.83 7122.61 7127.42 7134.29 7141.17 7161.97 7178.43 7200.56 7209.78 7226.17 7237.93 7242.65 7252.32 7261.54 7284.56 7287.98 7287.92 7305.81 7319.84 7336.14 7347.31 7355.55 7358.87 7403.11 7412.83 7419.49 7425.96 7437.43 7449.23 7458.67 7471.06 7481.57 7490.71 7498.53 7506.98 7319.44 7322.87 7360.68

Distancias Parciales

6.78 9.78 4.24 6.63 10.28 8.41 9.89 5.09 7.07 6.10 5.59 9.78 4.81 7.38 3.75 20.80 16.46 24.13 23.20 18.48 11.75 4.72 5.81 9.22 4.44 7.58 14.35 17.89 14.14 16.20 11.17 8.24 3.32 44.24 9.72 6.66 6.47 11.47 11.79 9.45 12.39 10.51 9.13 7.83 8.45 5.16 37.81

Num. Apoyos 28 29 30 P

Vanos 234.70 m. 249.31 m. 37.81 m.

Alineaciones 9° Alineacion de 234.70 m. 10° Alineacion de 249.31 m.

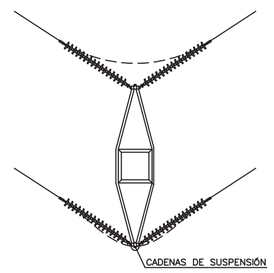
NOTA
TODOS LOS APOYOS DE LA LÍNEA SON NO FRECUENTADOS (NF) SEGÚN SE ESTABLECE EN EL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC–LAT 07 DEL RLAT 223/2008

LEYENDA
PERFIL EXTERIOR IZQUIERDO
PERFIL EXTERIOR DERECHO

Escala Vertical 20m 10 0

50 100 150m
Escala Horizontal

DETALLE 2
APOYO T29
ARCE 1800 F43 13,95 CA
CADENAS SUSP. EN ÁNGULO EXTERIOR



Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza

ALEJANDRO ROMERO PAU
ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

ESCALA: INDICADAS

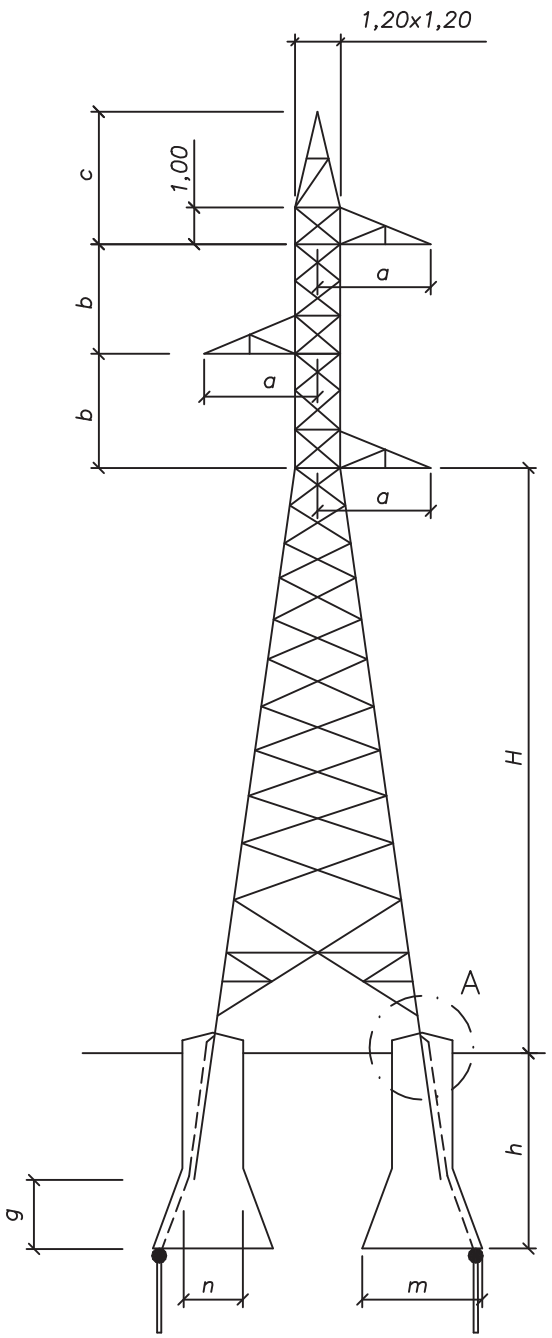
PLANO: PLANTA–PERFIL

PLANO Nº. 3

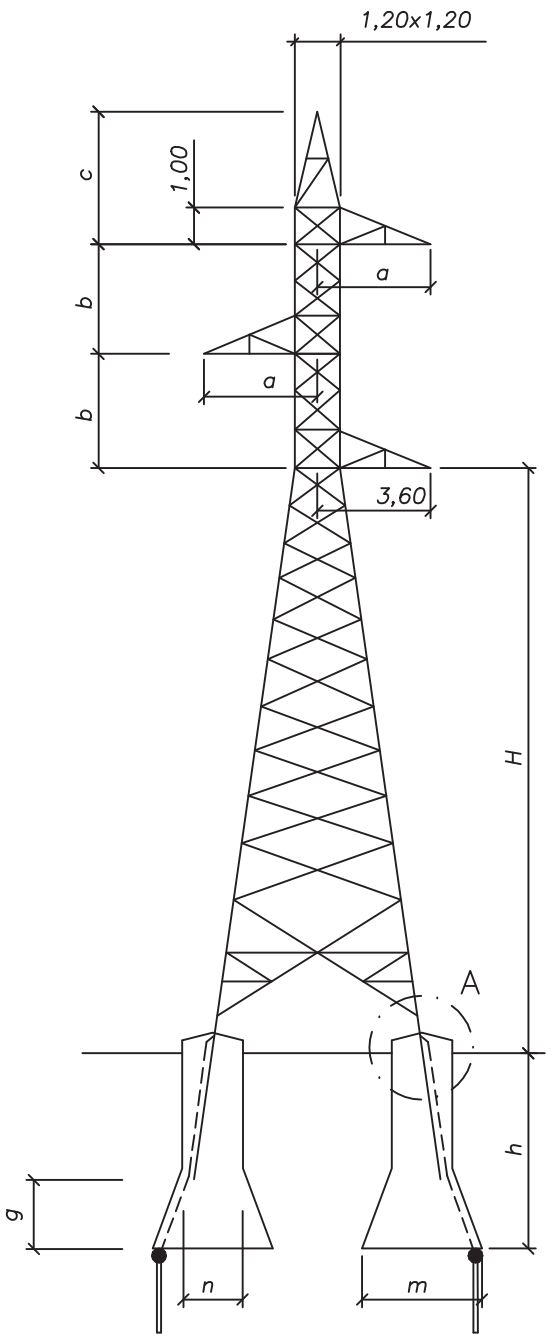
HOJA: 7 DE 7

APOYOS FABRICANTE MADE
SERIE ARCE

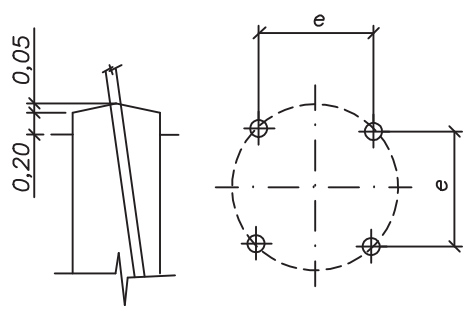
ARMADO F43



ARMADO F43E



DETALLE A



DIMENSIONES			ALTURA UTIL H (1) m.	PESO TOTAL Kg.	CIMENTACIÓN DE PATA DE ELEFANTE (EXCAVACIÓN) (2)					
a *m.*	*b* *m.*	*c* *m.*			*e* *(m)*	*m* *(m)*	*n* *(m)*	*h* *(m)*	*g* *(m)*	*v* *(m^3)*
TIPO 900 ARMADO F43										
3,10	*2,00*	*4,30*	*13,95*	*2.651*	*3,15*	*1,60*	*1,00*	*2,65*	*0,55*	*9,60*
3,10	*2,00*	*4,30*	*16,20*	*2.945*	*3,45*	*1,60*	*1,00*	*2,70*	*0,55*	*9,72*
3,10	*2,00*	*4,30*	*18,45*	*3.207*	*3,75*	*1,60*	*1,00*	*2,70*	*0,55*	*9,72*
TIPO 900 ARMADO F43E										
3,10	*2,00*	*4,30*	*20,70*	*3.538*	*4,05*	*1,60*	*1,00*	*2,75*	*0,55*	*9,88*
TIPO 1400 ARMADO F43										
3,10	*2,00*	*4,30*	*18,45*	*3.825*	*3,75*	*1,90*	*1,20*	*3,10*	*0,65*	*16,08*
TIPO 1800 ARMADO F43										
3,10	*2,00*	*4,30*	*13,95*	*3.572*	*3,15*	*2,00*	*1,20*	*3,45*	*0,70*	*18,16*

(1) ALTURA LIBRE, H , DESDE LA CRUCETA INFERIOR AL SUELO

(2) LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES HAN SIDO CALCULADAS CONSIDERANDO UN TERRENO DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE 2,5 Kg./cm^2 Y UN ÁNGULO DE ARRANQUE DE TIERRAS DE 30°

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

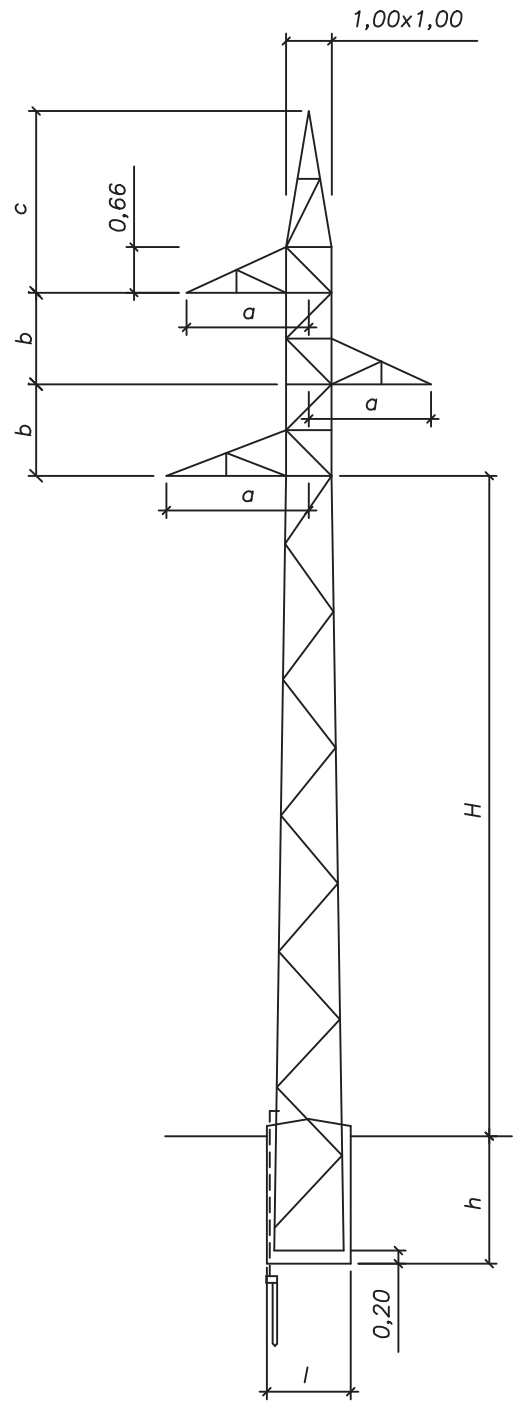
ESCALA: S/E

PLANO: APOYOS TIPO SERIE ARCE (MADE)

PLANO Nº. 4

HOJA: 1 DE 3

APOYOS FABRICANTE MADE
SERIE OLMO
ARMADO F51E



TIPO 275 ARMADO F51E								
DIMENSIONES			COMPOSICIÓN FUSTE	ALTURA LIBRE H (1) m.	PESO TOTAL Kg.	CIMENTACIÓN (EXCAVACIÓN) (2)		
a m.	*b* m.	*c* m.				*h* (m)	*l* (m)	*v* (m^3)
3,00	2,02	4,01	3TA	14,70	1.734	2,15	1,75	6,58
3,00	2,02	4,01	4T	16,90	1.942	2,25	1,80	7,29
3,00	2,02	4,01	4TA	19,25	2.181	2,30	1,85	7,87
3,00	2,02	4,01	5T	21,35	2.400	2,35	1,90	8,48
3,00	2,02	4,01	5TA	23,80	2.649	2,40	2,00	9,60

LA REPRESENTACIÓN DE LOS DIBUJOS ES ESQUEMÁTICA
NO PRESUPONE DIMENSIONES NI NÚMERO DE ELEMENTOS

(1) ALTURA LIBRE, H , DESDE LA CRUCETA INFERIOR AL SUELO

(2) LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES SON LAS FACILITADAS POR EL FABRICANTE PARA UN TERRENO NORMAL, CON COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD K=12 kg / cm^3

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

ESCALA: S/E

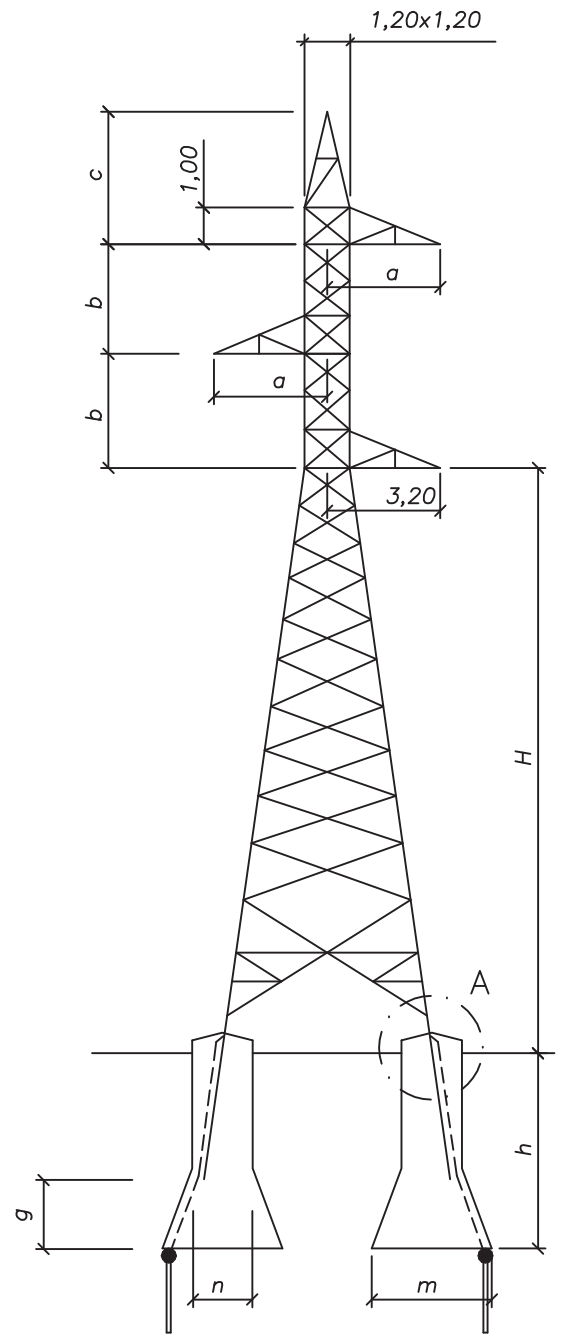
PLANO: APOYOS TIPO SERIE OLMO (MADE)

PLANO Nº. 4

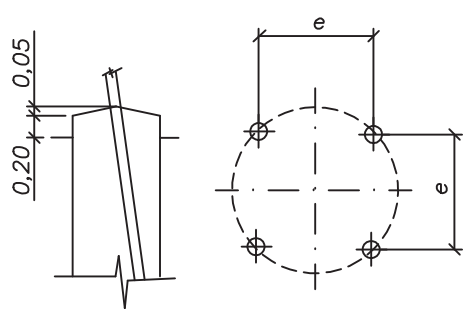
HOJA: 2 DE 3

APOYOS FABRICANTE MADE
SERIE DRAGO

ARMADO F32



DETALLE A



DIMENSIONES			ALTURA UTIL H (1) m.	PESO TOTAL Kg.	CIMENTACIÓN DE PATA DE ELEFANTE (EXCAVACIÓN) (2)					
a *m.*	*b* *m.*	*c* *m.*			*e* *(m)*	*m* *(m)*	*n* *(m)*	*h* *(m)*	*g* *(m)*	*v* *(m³)*
TIPO 1600 ARMADO F5										
3,00	*2,20*	*4,30*	*15,00*	*2.651*	*4,15*	*1,90*	*1,10*	*3,40*	*0,70*	*15,32*
3,00	*2,20*	*4,30*	*18,00*	*2.945*	*4,65*	*1,90*	*1,10*	*3,40*	*0,70*	*15,32*

LA REPRESENTACIÓN DE LOS DIBUJOS ES ESQUEMÁTICA NO PRESUPONE DIMENSIONES NI NÚMERO DE ELEMENTOS

(1) ALTURA LIBRE, H , DESDE LA CRUCETA INFERIOR AL SUELO

(2) LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES HAN SIDO CALCULADAS CONSIDERANDO UN TERRENO DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN DE 2,5 Kg./cm^2 Y UN ÁNGULO DE ARRANQUE DE TIERRAS DE 30°

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

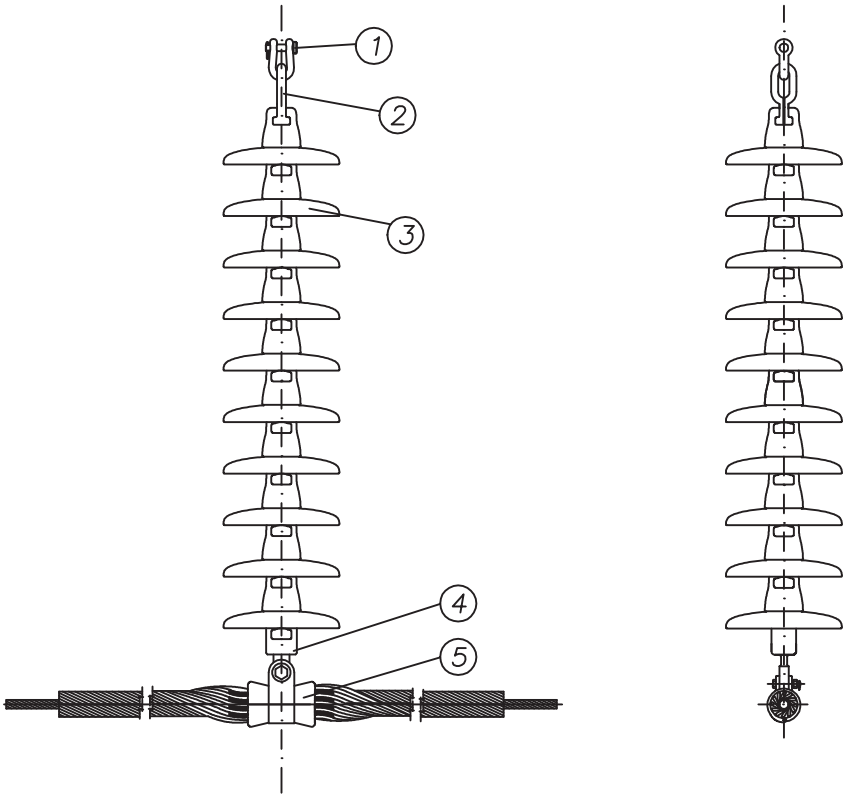
ESCALA: S/E

PLANO: APOYOS TIPO SERIE DRAGO (MADE)

PLANO N°. 4

HOJA: 3 DE 3

MONTAJE DE CADENA DE SUSPENSIÓN CON GRAPA ARMADA TIPO GSA PARA 132 KV
CONDUCTOR: LA-280



Marca	Nº Piezas	Denominación
5	1	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA TIPO GSA PARA LA-280
4	1	RÓTULA CORTA R16 PARA LA-280
3	10	AISLADOR DE CAPERUZA Y VÁSTAGO U100BS/127
2	1	ANILLA DE BOLA AB16 PARA LA-280
1	1	GRILLETE NORMAL GN 18000 daN ø18 PARA LA-280

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE-2.013

ESCALA: S/E

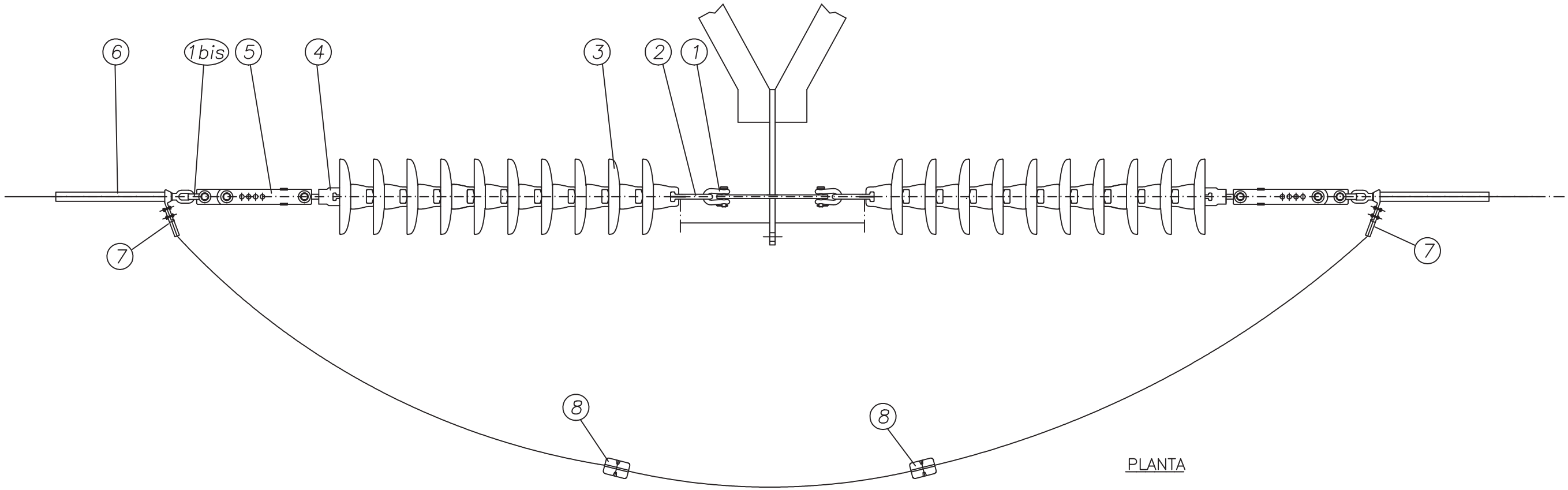
PLANO: CADENAS DE SUSPENSION 132 kV

PLANO Nº. 5

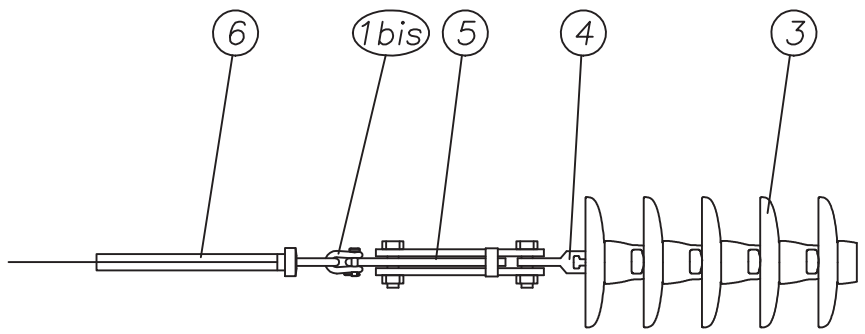
HOJA: 1 DE 1

MONTAJE CADENA DE AMARRE COOMPLETA CON GRAPA A COOMPRESIÓN Y PUENTE COMPRIMIDO PARA 132 KV
CONDUCTOR: LA–280

ALZADO PRINCIPAL



PLANTA



Marca	Nº Piezas	Denominación
8	1+1	CONTRAPESOS DE 10 kg. PARA BUCLE DE CABLE LA–280
7	1+1	COLAS DE COMPRESIÓN PARA LA–280
6	1+1	GRAPA DE AMARRE A COMPRESIÓN PARA LA–280
5	1+1	TENSOR DE CORREDERA MÍNIMO 443 mm. MÁXIMO 608 mm.
4	1+1	RÓTULA CORTA R16A
3	10+10	AISLADOR DE CAPERUZA Y VÁSTAGO U100BS/127
2	1+1	ANILLA BOLA AB16P
1bis	1+1	GRILLETE NORMAL GN 14000 daN ø16 mm T
1	1+1	GRILLETE NORMAL GN 18000 daN ø18 mm T

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

PLANO: CADENA DE AMARRE COMPLETA 132 kV

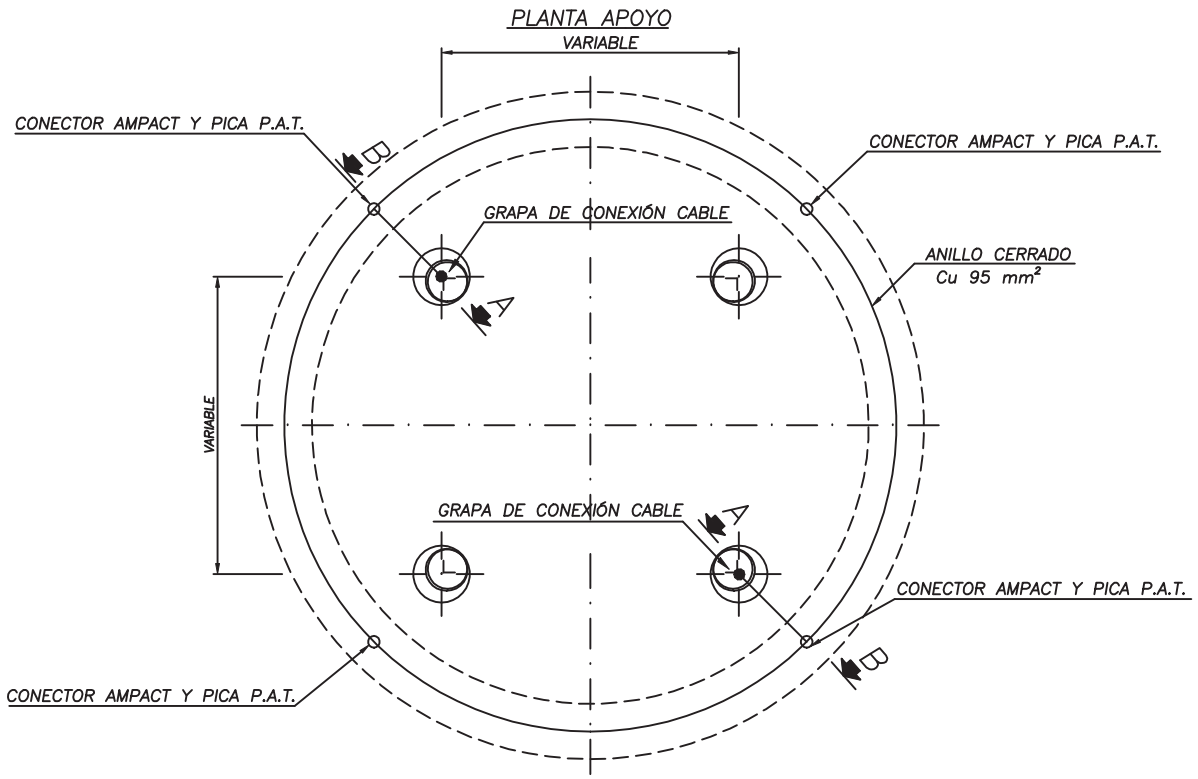
FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

ESCALA: S/E

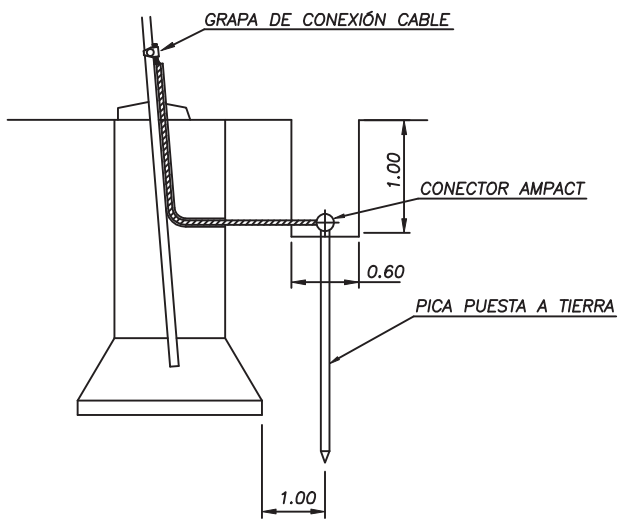
PLANO Nº. 6

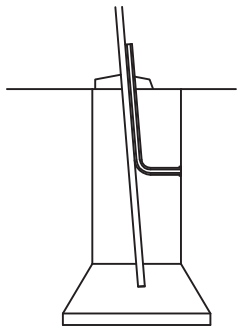
HOJA: 1 DE 1

CIMENTACIÓN FRACCIONADA
ZONAS TRANSITADAS

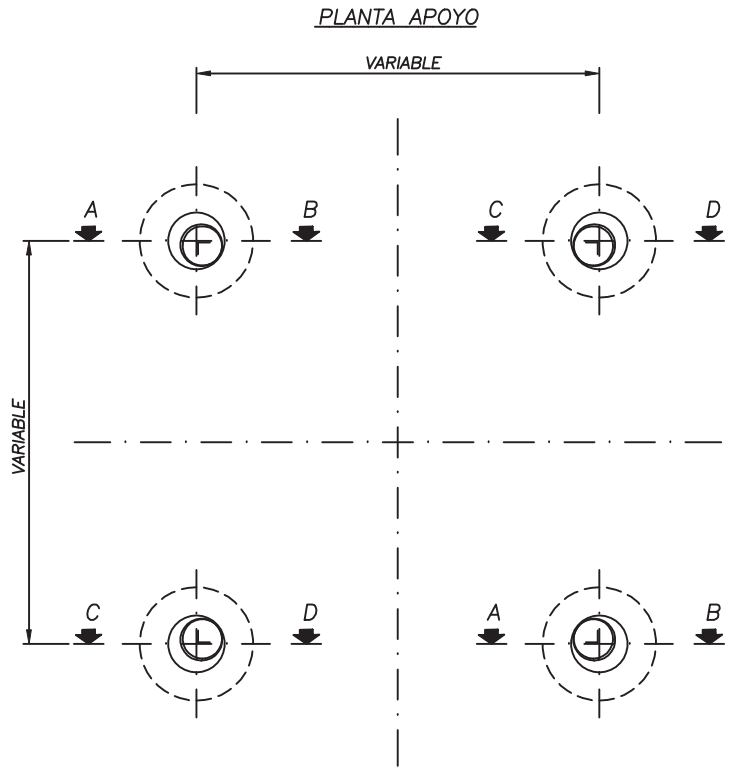


SECCIÓN A – B





CIMENTACIÓN FRACCIONADA
ZONAS NO TRANSITADAS

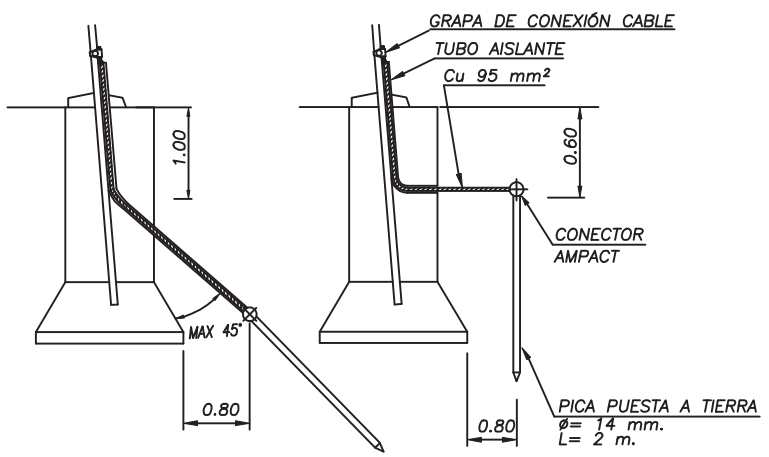


SECCIÓN C – D

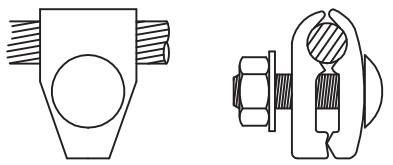
SECCIÓN A – B

TIPO 1

TIPO 2



GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



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

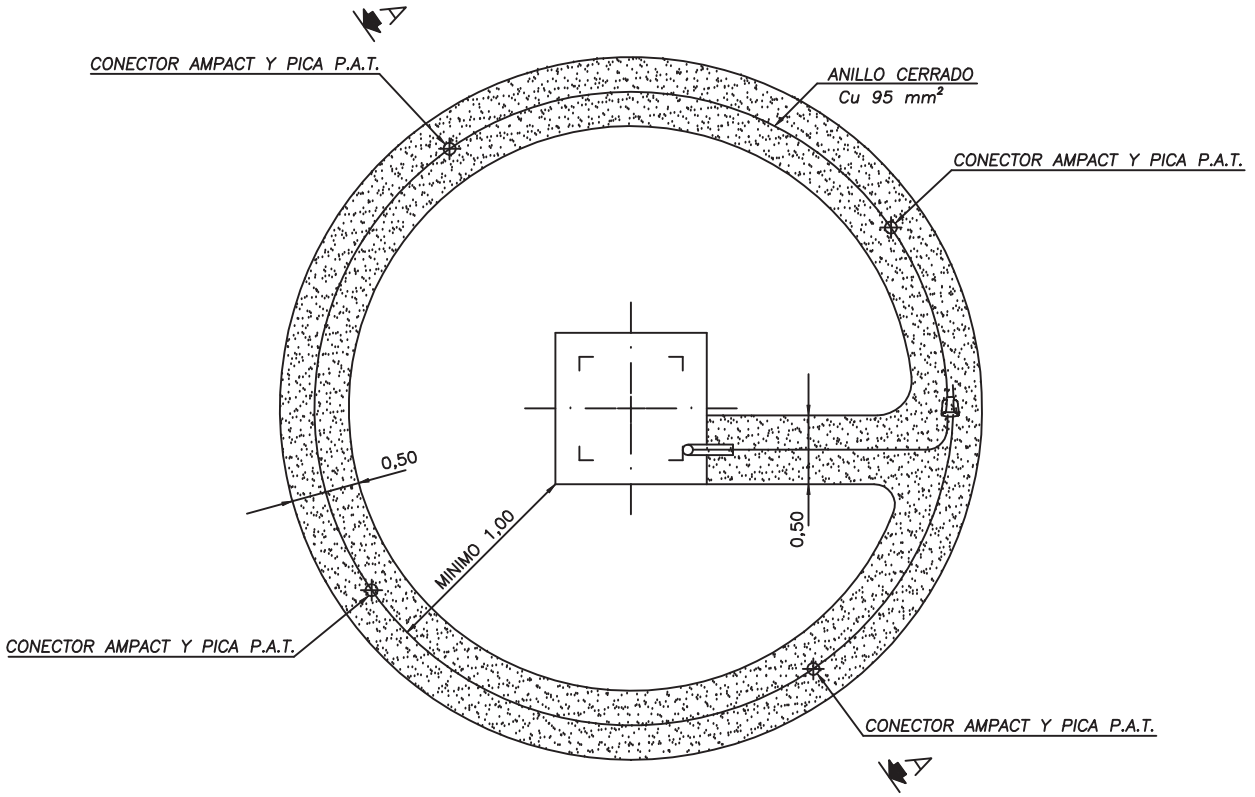
NOTA:

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

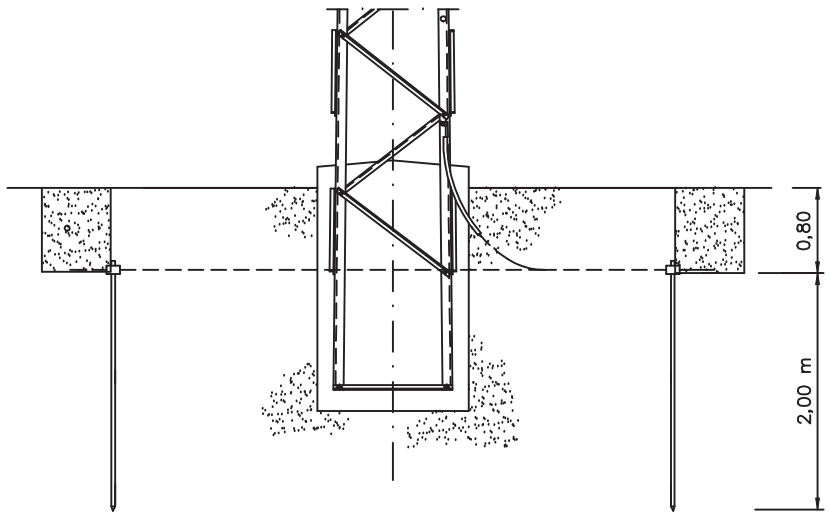
Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)		FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: S/E
PLANO: PUESTA A TIERRA DE APOYOS CIMENTACION FRACCIONADA		PLANO Nº. 7 HOJA: 1 DE 2

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE
ZONAS TRANSITADAS

PLANTA APOYO



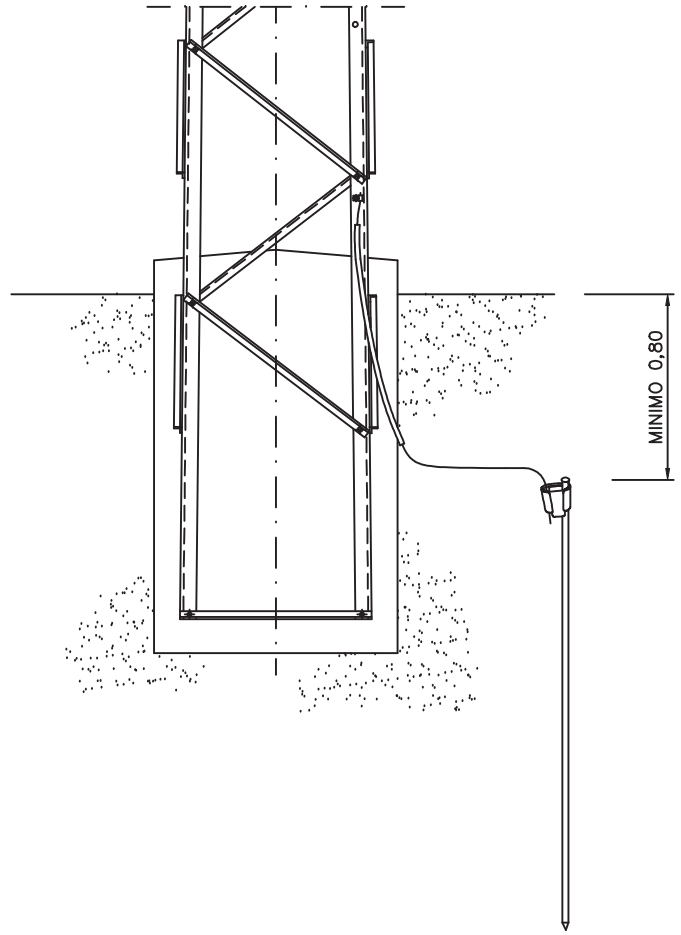
SECCIÓN A – A



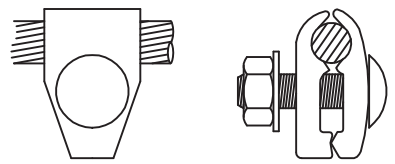
NOTA:

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

CIMENTACIÓN MONOBLOQUE
ZONAS NO TRANSITADAS



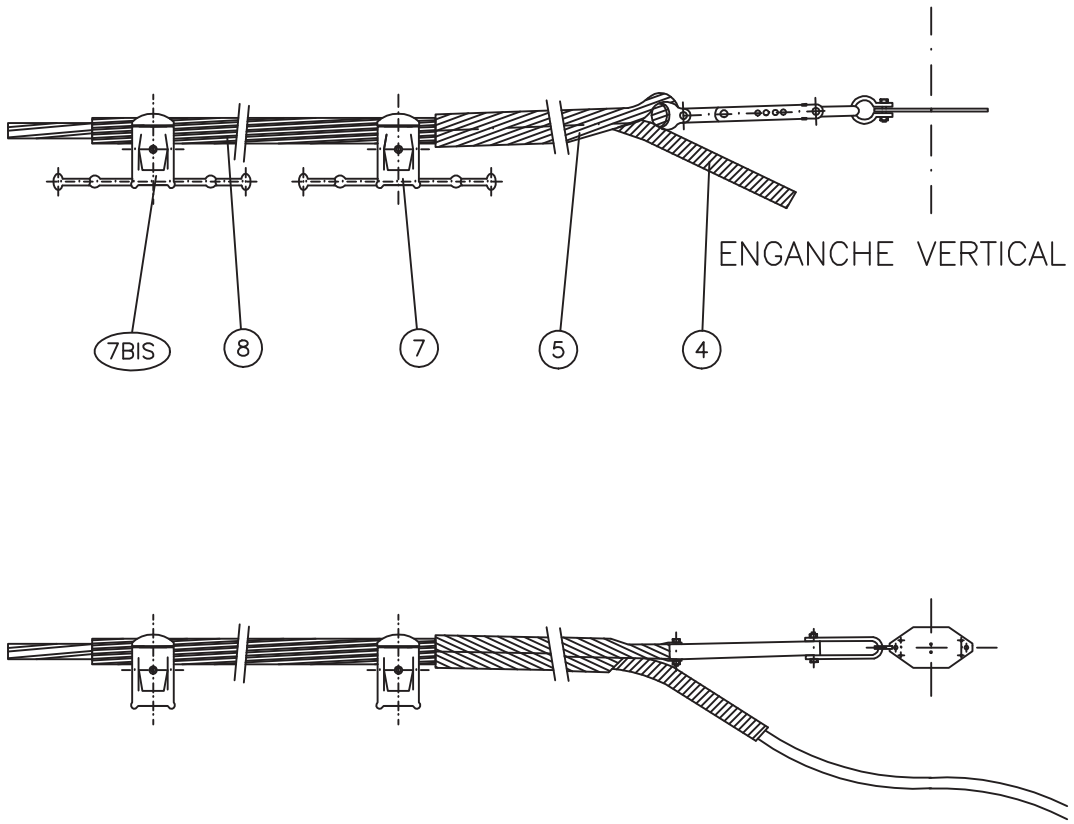
GRAPA CONEXIÓN CABLE DE TIERRA A APOYO



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

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)		FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: S/E
PLANO: PUESTA A TIERRA DE APOYOS MONOBLOQUE		PLANO Nº. 7 HOJA: 2 DE 2

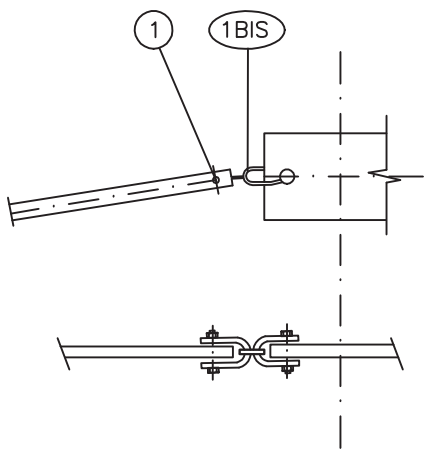
ESQUEMA CONJUNTO CADENA F.O.
AMARRE BAJANTE SENCILLO
CABLE TIPO OPGW



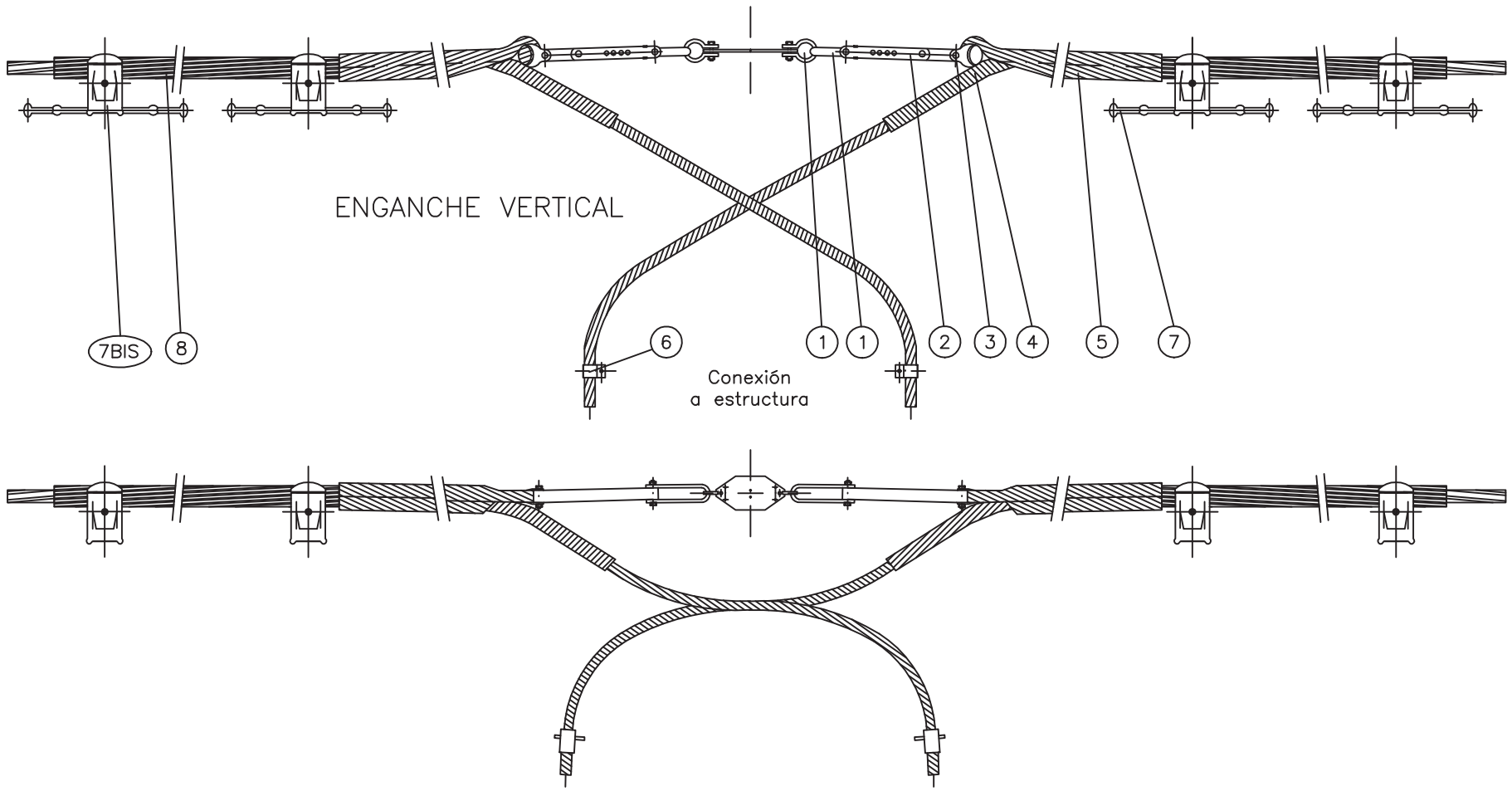
	POS.	HERRAJES	CANTIDAD ENGANCHE	
			VERTICAL	HORIZONTAL
	1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	2	1
	1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	–	1
	2	TIRANTE	1	1
	3	HORQUILLA GUARDACABOS	1	1
	4	EMPALME DE PROTECCIÓN	1	1
	5	RETENCIÓN	1	1
	6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	1	1
	7	ANTIVIBRADORES	1	1
*	7BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	–	–
*	8	VARILLAS DE PROTECCIÓN	1	1

* SE COLOCARAN SEGÚN NECESIDADES

ENGANCHE HORIZONTAL



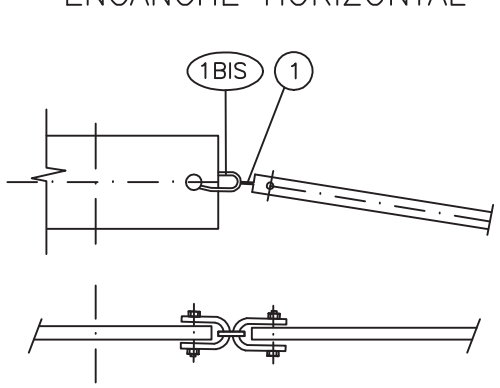
ESQUEMA BICONJUNTO CADENA F.O.
AMARRE BAJANTE COMPLETO
CABLE TIPO OPGW



	POS.	HERRAJES	CANTIDAD ENGANCHE	
			VERTICAL	HORIZONTAL
	1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	4	2
	1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	–	2
	2	TIRANTE	2	2
	3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	2
	4	EMPALME DE PROTECCIÓN	2	2
	5	RETENCIÓN	2	2
	6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	2	2
	7	ANTIVIBRADORES	2	2
*	7BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	–	–
*	8	VARILLAS DE PROTECCIÓN	2	2

* SE COLOCARAN SEGÚN NECESIDADES

ENGANCHE HORIZONTAL



Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

PLANO: CADENAS Y HERRAJES CABLA DE TIERRA OPGW AMARRE BAJANTE

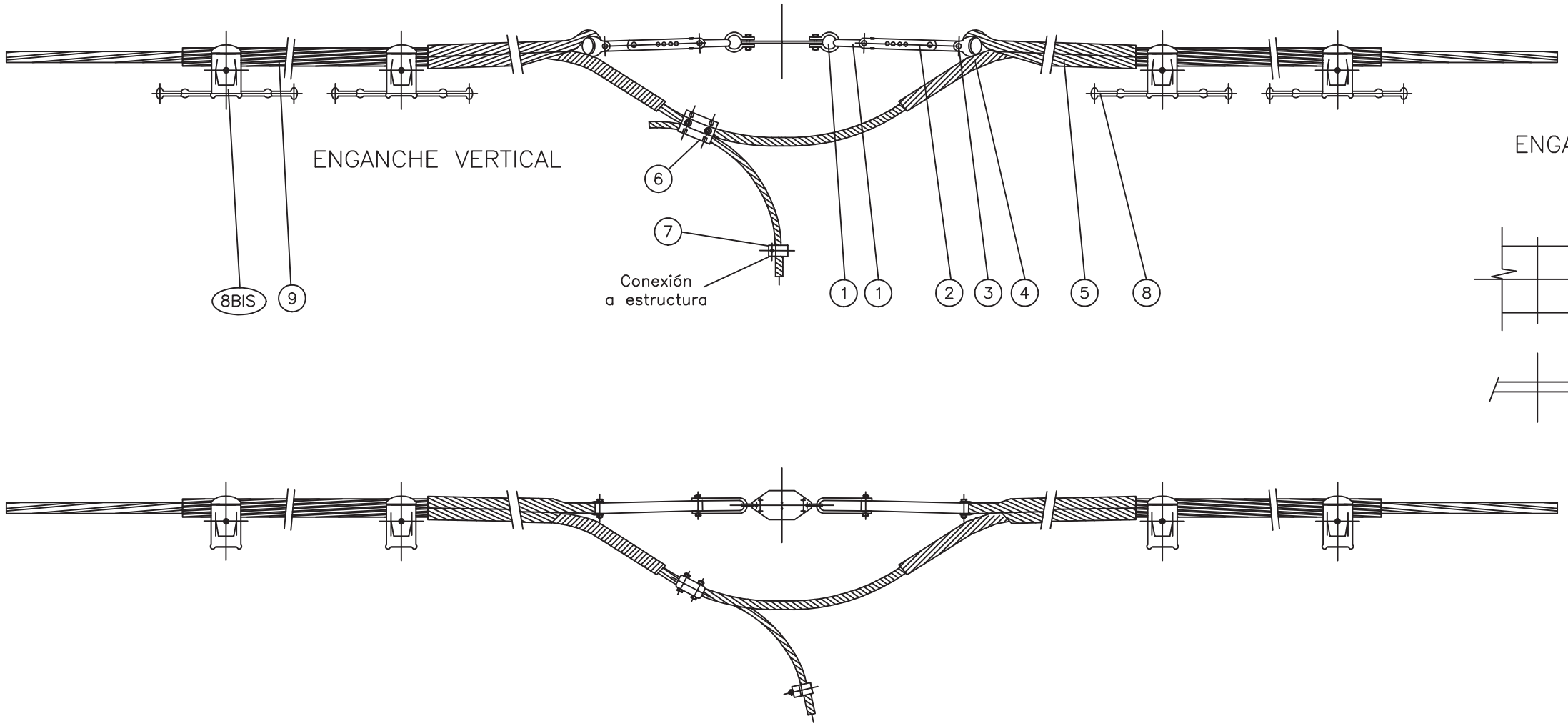
FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

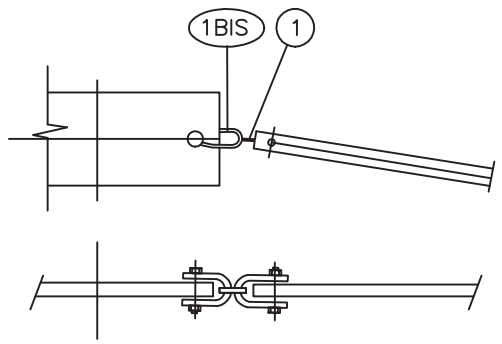
ESCALA: S/E

PLANO Nº. 8

HOJA: 1 DE 1

ESQUEMA BICONJUNTO CADENA F.O.
AMARRE PASANTE
CABLE TIPO OPGW





POS.	HERRAJES	CANTIDAD	
		ENGANCHE	
		VERTICAL	HORIZONTAL
1	GRILLETE RECTO CON TORNILLO	4	2
1BIS	GRILLETE REVIRADO CON TORNILLO	–	2
2	TIRANTE	2	2
3	HORQUILLA GUARDACABOS	2	2
4	EMPALME DE PROTECCIÓN	2	2
5	RETENCIÓN	2	2
6	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1	1
7	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA	1	1
8	ANTIVIBRADORES	2	2
* 8BIS	ANTIVIBRADORES OPCIONALES	2	2
* 9	VARILLAS DE PROTECCIÓN	2	2

* SE COLOCARAN SEGÚN NECESIDADES

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

PLANO: CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW AMARRE PASANTE

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

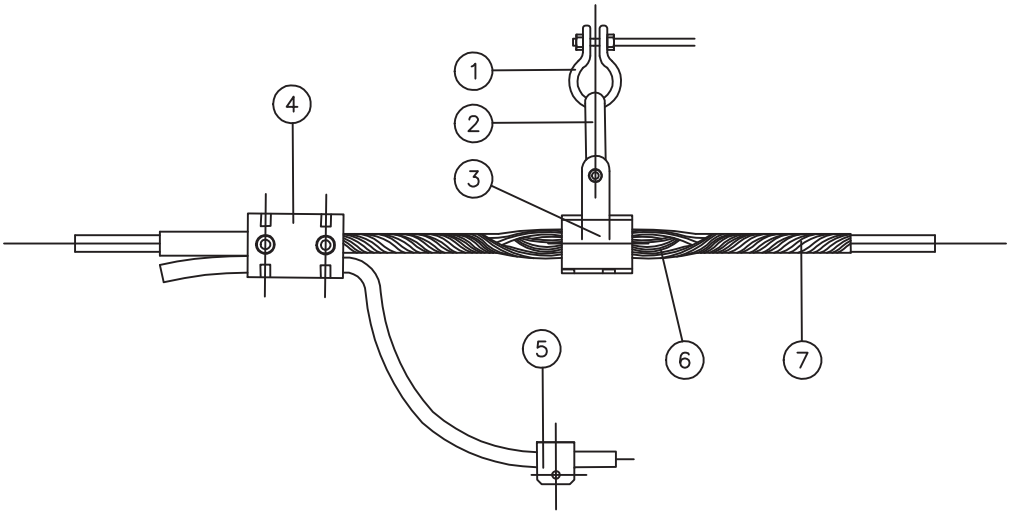
ESCALA: S/E

PLANO Nº. 9

HOJA: 1 DE 1

ESQUEMA CONJUNTO CADENA SUSPENSIÓN F.O.

CABLE TIPO OPGW



POS.	HERRAJES	CANTIDAD
		ENGANCHE VERTICAL
1	GRILLETE RECTO	1
2	ESLABÓN REVIRADO	1
3	GRAPA DE SUSPENSIÓN ARMADA	1
4	GRAPA CONEXIÓN PARALELA	1
5	GRAPA CONEXIÓN A TORRE	1
6	INSERTO GOMA NEOPRENO	1
7	VARILLAS PREFORMADAS	1

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

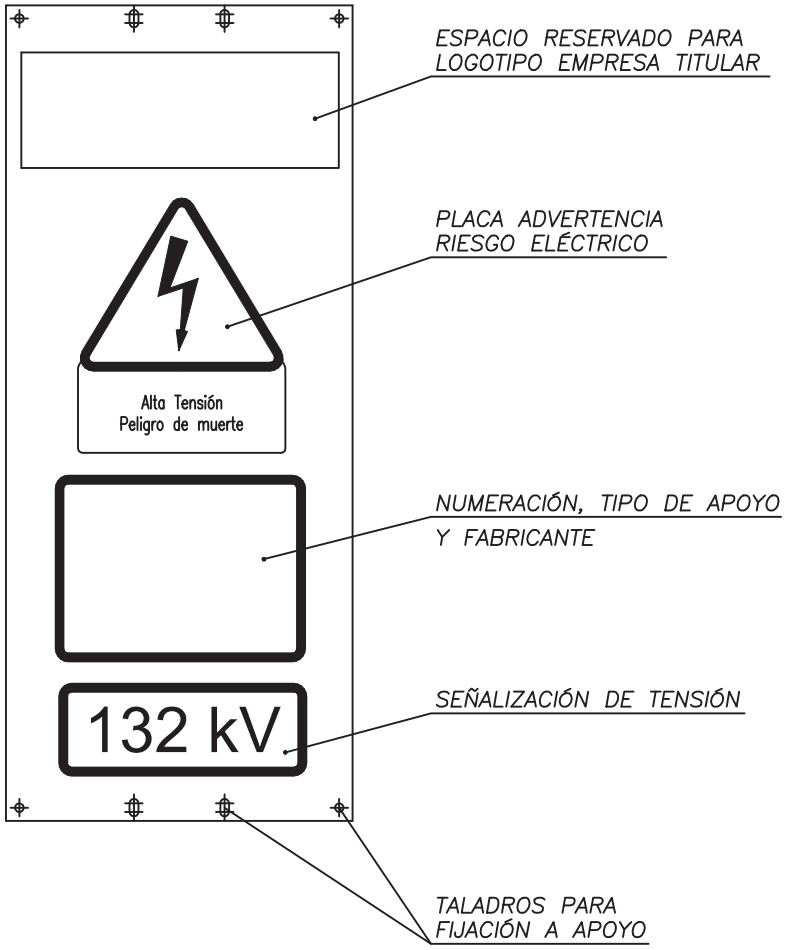
FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

ESCALA: S/E

PLANO: CADENAS Y HERRAJES CABLE DE TIERRA OPGW SUSPENSIÓN

PLANO Nº. 10

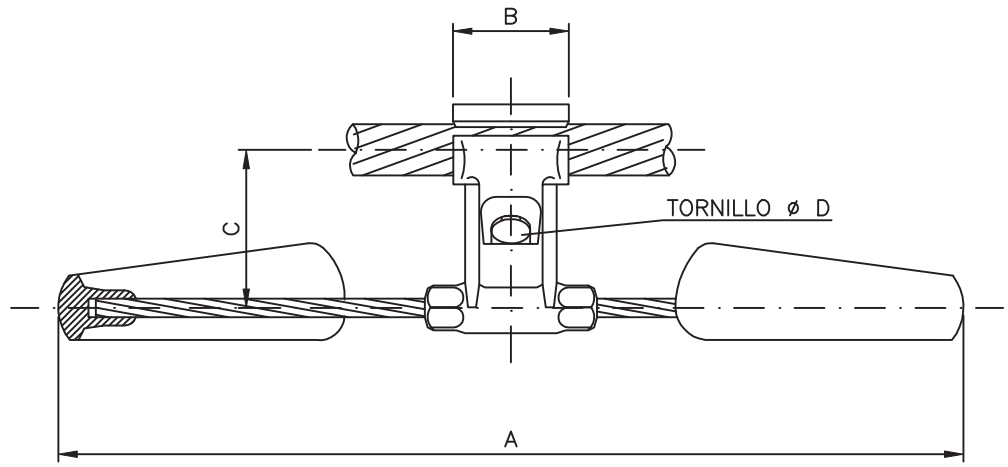
HOJA: 1 DE 1



MATERIAL : CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINC DE 271 g/m^2

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)		FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: S/E
PLANO: PLACA DE SEÑALIZACIÓN		PLANO Nº. 11 HOJA: 1 DE 1

AMORTIGUADOR TIPO "STOCKBRIDGE"



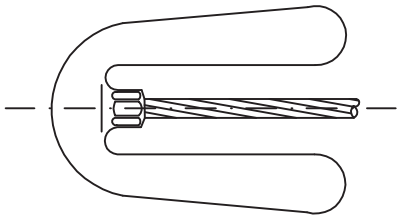


TABLA DE UTILIZACIÓN

CONDUCTOR		REFERENCIA FABRICANTE	DIÁMETROS LIMITES		DIMENSIONES (mm)				PESO APROXIMADO (kg)
TIPO	ø (mm)		MÍNIMO	MÁXIMO	A	B	C	ø D	
LA – 280	21.80	A30220	21.15	30	477	60	85	M–12	4.66
OPGW 51E67z	15.10	A17110	12.00	17.50	421	55	65	M–10	2.35

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542

ALEJANDRO ROMERO PAU

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA

ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD

FIRMA:

PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)

FECHA: SEPTIEMBRE–2.013

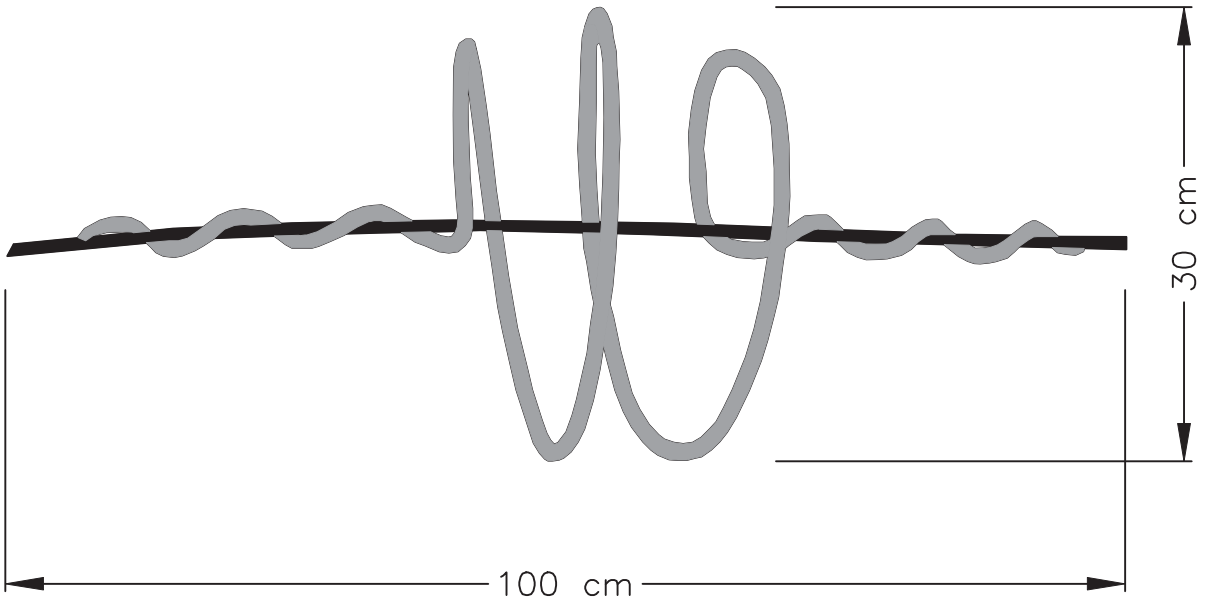
ESCALA: S/E

PLANO: AMORTIGUADORES

PLANO Nº. 12

HOJA: 1 DE 1

ESPIRAL SALVAPÁJAROS



NOTAS:

– SE INSTALARÁN SALVAPÁJAROS SOBRE EL CABLE DE TIERRA DE LA LÍNEA AÉREA EN PROYECTO CON UNA CADENCIA DE 10 METROS.

Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza 1542	ALEJANDRO ROMERO PAU ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA ESPECIALIDAD ELECTRICIDAD	FIRMA:
PROYECTO: LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 132 kV S/C PARA EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE S.E.T ALCUBIERRE EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE ROBRES Y ALCUBIERRE (PROVINCIA DE HUESCA)		FECHA: SEPTIEMBRE–2.013 ESCALA: S/E
PLANO: DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS		PLANO Nº. 13 HOJA: 1 DE 1