



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA

AUTOR: EDUARDO LINEU TOLENTINO DE ALMEIDA

TUTOR: CARLOS ROLDAN BLAY

COTUTOR: CARLOS ROLDAN PORTA

Curso Académico: 2019-20

Agradecimientos

“Quiero aprovechar la ocasión para agradecer el sacrificio y el apoyo incondicional de mi familia, por creer en mí cuando incluso yo dudaba. Asimismo no puedo olvidar en este momento a mis compañeros que me han acompañado en este largo viaje dándome ánimos a seguir en la biblioteca y compartiendo la celebración de cada triunfo”

Resumen

Se observa una tendencia a nivel mundial en el aumento de la energía consumida, sobretodo en el ámbito industrial y se espera que esta tendencia se mantenga en el futuro. En una sociedad donde cada vez es mas relevante el acceso a la energía resulta de vital importancia que en toda la cadena energética, desde la producción, el transporte a su destino final de consumo y su aprovechamiento se realice con la mayor fiabilidad y seguridad posibles.

La localidad valenciana de Villalonga no es excepción y a medida que experimenta un crecimiento demográfico y nuevas empresas eligen el polígono industrial de la región como asentamiento para sus actividades económicas, a fin de ajustarse a la nueva realidad, se ordena reforzar la capacidad de abastecimiento del polígono mediante la instalación de una línea eléctrica capaz de suministrar dicha potencia.

Con esto en mente, en este documento se ha realizado el proyecto de una línea de alta tensión de 132 kV desde la subestación mas cercana situada en Oliva hasta la nueva subestación encargada de aportar una potencia de 60 MW al polígono industrial de Villalonga. El proyecto se compone de una memoria descriptiva, un anexo de cálculo, el presupuesto y los planos de la solución adoptada.

Palabras Clave: Línea alta tensión, apoyos, conductores, cimentación, puesta a tierra, distancias de seguridad, Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión

Resum

S'observa una tendència a nivell mundial en l'augment de l'energia consumida, sobretot en l'àmbit industrial i s'espera que aquesta tendència es mantinga en el futur. En una societat on cada vegada és més rellevant l'accés a l'energia resulta de vital importància que en tota la cadena energètica, des de la producció, el transport a la seua destinació final de consum i el seu aprofitament es realitze amb la major fiabilitat i seguretat possibles.

La localitat valenciana de Vilallonga no és excepció i a mesura que experimenta un creixement demogràfic i noves empreses trien el polígon industrial de la regió com a assentament per a les seues activitats econòmiques, a fi d'ajustar-se a la nova realitat, s'ordena reforçar la capacitat d'abastiment del polígon mitjançant la instal·lació d'una línia elèctrica capaç de subministrar aquesta potència.

Amb això en ment, en aquest document s'ha realitzat el projecte d'una línia d'alta tensió de 132 kV des de la subestació més pròxima situada a Oliva fins a la nova subestació encarregada d'aportar una potència de 60 MW al polígon industrial de Vilallonga. El projecte es compon d'una memòria descriptiva, un annex de càlcul, el pressupost i els plànols de la solució adoptada.

Paraules Clau: Línia alta tensió, suports, conductors, cimentació, posada a terra, distàncies de seguretat, Reglament de Línies Elèctriques Aèries d'Alta Tensió

Abstract

A worldwide trend is observed in the increase in energy consumed, especially in the industrial sphere, and it is expected that this trend will continue in the future. In a society where access to energy is increasingly relevant, it is vitally important that throughout the energy chain, from production, transport to its final consumption destination and its use is carried out with the greatest possible reliability and safety.

The Valencian town of Villalonga is no exception and as it experiences demographic growth and new companies choose the industrial park of the region as a settlement for their economic activities, in order to adjust to the new reality, it is ordered to reinforce the park's supply capacity by installing an electric line capable of supplying said power.

With this in mind, in this document the project of a 132 kV high voltage line has been carried out from the nearest substation located in Oliva to the new substation in charge of providing a power of 60 MW to the Villalonga industrial park. The project consists of a descriptive report, a calculation annex, the budget and the blueprints of the solution adopted.

Keywords: High voltage line, supports, conductors, foundations, grounding, safety distances, Regulations for High Voltage Overhead Power Lines.

Índice general

Resumen	III
Índice general	XI
I Prólogo	1
1 Introducción	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Motivación	3
2 Emplazamiento	5
3 Datos Generales de la línea	7
4 Normativa aplicada	9
II Memoria	11
5 Objeto del documento	13
6 Datos del Conductor	15
6.1 Conductor de Fase	15
6.2 Conductor de Tierra	15
7 Trazado de la línea	17
7.1 Trazado preliminar	17
7.2 Trazado revisado	19
7.3 Datos topográficos	20

7.4 Cruzamientos	22
8 Apoyos	23
9 Cimentaciones	25
10 Descripción de las Cadenas	27
10.1 Cadenas de suspensión	27
10.2 Cadenas de amarre	28
10.3 Descripción de las cadenas según tipos de apoyo	29
11 Puesta a tierra de los apoyos	31
12 Numeración y avisos de peligro	33
III Memoria de Cálculos	35
13 Cálculos Mecánicos	37
13.1 Cargas y Sobrecargas a Considerar	37
13.2 Conductores	38
13.3 Vano de regulación	41
13.4 Ecuación de cambio de condiciones	41
13.5 Apoyos	42
13.6 Cimentación	46
14 Distancias Mínimas de Seguridad. Cruzamientos y Paralelismos	49
14.1 Introducción	49
14.2 Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas	49
14.3 Distancias en el apoyo	50
14.4 Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables	51
14.5 Distancias a carreteras	51
15 Cálculos Eléctricos	53
15.1 Parámetros Eléctricos	53
15.2 Modelo Eléctrico de la Línea	57
15.3 Cadenas de Aisladores	60
15.4 Distribución de campo magnético	61
16 Dimensionamiento de la puesta a tierra	63
16.1 Tipos de apoyo	63
16.2 Apoyos no frecuentados	65
16.3 Apoyos frecuentados con calzado	66

Bibliografía	69
IV Presupuesto	71
V Anexo de Cálculos	81
VI Planos	117

Parte I

Prólogo

Capítulo 1

Introducción

1.1 Antecedentes

Gran parte de la población de Villalonga es empleada por la empresa dedicada al sector de la alimentación Dulcesol o por alguna de las distintas empresas cerámicas ubicadas en la localidad.

Las industrias de la zona se alimentan de líneas de baja tensión de 20 kV, esto presenta como inconvenientes problemas de caídas de tensión considerables a medida que aumenta la extensión de las líneas y problemas de servicio.

Con el crecimiento del sector industrial de la región también se ha visto incrementado el consumo eléctrico actual. Con esto en mente, el objetivo de este proyecto es la construcción de una línea eléctrica de 132 kV de circuito simple, cuya finalidad es el aporte de una potencia de 60 MW al polígono industrial de Villalonga, dotándolo así de la energía necesaria para suministrar los consumos actuales y posibilitar una ampliación de estos potenciando el asentamiento de nuevas empresas en la zona.

Con la redacción de esta memoria se persigue conseguir la aprobación del proyecto, así como la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que aquí se reflejan.

1.2 Motivación

La motivación de este proyecto reside en la consolidación de los conocimientos adquiridos en los estudios de Máster en Ingeniería Industrial con especialidad en Ingeniería Eléctrica en un proyecto de calibre profesional logrando así el título de Ingeniero Industrial.

Capítulo 2

Emplazamiento

La línea destinada a la ampliación de la red eléctrica de la región industrial de Villalonga parte de la subestación de Oliva, situada en Camí Pont de Bolo, que pertenece a la empresa distribuidora de energía eléctrica Iberdrola.



Figura 2.1: Subestación de Oliva

Se ubica la subestación final de la línea en la parcela situada en la calle Camí de la Font numero 48, del polígono industrial Camí de la Font situado en la localidad de Villalonga, Valencia. Dicha parcela dispone de las dimensiones necesarias para la construcción de la subestación encargada de reforzar el sistema eléctrico de las industrias de la región.

Villalonga es una localidad de la provincia de Valencia ubicada en la comarca de la Safor. Se encuentra a 76 km de Valencia y 110 km de Alicante, las capitales de provincia mas cercanas, y a tan solo tan solo 8 km de Oliva, donde se encuentra la subestación de partida.



Figura 2.2: Ubicación de Villalonga

La parcela cedida para la subestación de destino dispone de unas dimensiones 100x200 metros, dimensiones mas que suficientes para la ubicación de la subestación. Al disponer de toda la parcela se ubica el punto de conexión a la subestación en canto inferior derecho, al ser el mas proximo a la llegada de la línea.



Figura 2.3: Detalle de la parcela de destino

Capítulo 3

Datos Generales de la línea

Las principales características de la línea proyectada se resumen en la tabla 3.1:

Tabla 3.1: Características de la línea

Titular	Eduardo Tolentino
Tensión	132 kV
Longitud	9,55 km
Categoría de la línea	1º
Zona por la que discurre	Zona A
Velocidad del viento considerada	120 km/h
Tipo de montaje	Simple Circuito (SC)
Número de conductores por fase	1
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia	0,8
Nº de apoyos proyectados	42
Nº de vanos	41
Cota más baja	2,23 m
Cota más alta	228,74 m

Capítulo 4

Normativa aplicada

La normativa aplicada en el presente Trabajo Final de Máster (TFM) es la actualmente vigente, referente a líneas eléctricas de alta tensión.

En España las líneas se encuentran reguladas por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias aprobado por el Real Decreto 337/2014. Dicho documento establece las condiciones técnicas y garantías de seguridad a que han de someterse las líneas eléctricas de alta tensión, a fin de:

- a) Proteger las personas y la integridad y funcionalidad de los bienes que pueden resultar afectados por las mismas.
- b) Conseguir la necesaria regularidad en los suministros de energía eléctrica.
- c) Establecer la normalización precisa para reducir la extensa tipificación que existe en la fabricación de material eléctrico.
- d) Facilitar desde la fase de proyecto de las líneas su adaptación a los futuros aumentos de carga racionalmente previsibles.

En el reglamento se mencionan normas UNE de obligado cumplimiento referentes a aspectos generales, cables y conductores, accesorios para cables, apoyos y herrajes, apartamentas, aisladores y pararrayos.

En la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta los siguientes Reglamentos en vigor:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- 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.
- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Parte II

Memoria

Capítulo 5

Objeto del documento

El objetivo de la presente memoria es la descripción y valoración de la línea aérea de Alta Tensión que se proyecta para reforzar la red eléctrica del polígono industrial de Villalonga, explicando todas las partes de la obra que se va a realizar, y los elementos y materiales necesarios para su realización.

Para realizar dicho proyecto se busca una parcela donde ubicar la subestación de destino, se realiza un estudio del trazado de la línea, se dimensionan los apoyos y se realizan los cálculos requeridos para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad cumpliendo con lo prescrito en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RLAT, R.D. 223/08 de 15 de febrero).

Datos del Conductor

6.1 Conductor de Fase

El conductor empleado es el 242-AL1/39-ST1A, anteriormente denominado como HAWK, se trata de un conductor formado por un núcleo de 7 hilos de acero, encargados de aportar resistencia mecánica, envueltos por 26 hilos de aluminio, que dotan al conductor de su buena conductividad eléctrica así como su resistencia a la contaminación ambiental. Las características del conductor se encuentran resumidas en la tabla 6.1.

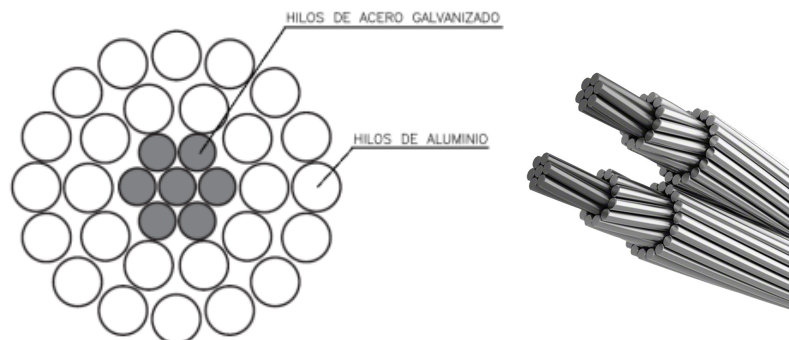


Figura 6.1: Composición del conductor de fase.

6.2 Conductor de Tierra

Para el conductor de protección se opta por un cable de fibra óptica. Dichos cables se emplean en líneas de alta tensión donde su parte exterior conductora es la encargada de la puesta a tierra derivando las descargas atmosféricas, protegiendo así las instalaciones. En la parte interna del conductor se encuentran los cables de fibra óptica encargados de la transmisión de información a alta velocidad empleada comúnmente para acciones de control de la propia línea.

Tabla 6.1: Datos del conductor de fase

Denominación	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Sección total (mm ²)	281.1
Diámetro total (mm)	21.8
Número de hilos de aluminio	26
Número de hilos de acero	7
Carga de rotura (kg)	8620
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km)	0.1194
Peso (kg/m)	0.077
Coefficiente de dilatación (°C)	1.89E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm ²)	7700
Densidad de corriente (A/mm ²)	3.58
Tense máximo (Zona A)	2610 Kg
EDS (En zona A)	15 %

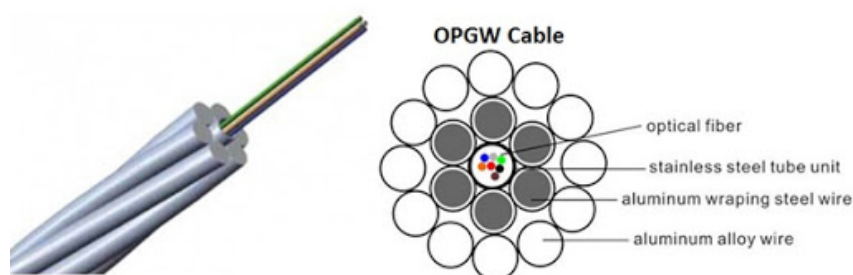


Figura 6.2: Composición del conductor OPGW-48

Tabla 6.2: Datos del conductor de protección

Denominación	OPGW-48
Diámetro (mm)	17
Peso (kg/m)	0.624
Sección (mm ²)	180
Coefficiente de dilatación (°C)	1.5E-5
Módulo de elasticidad (Kg/mm ²)	12000
Carga de rotura (Kg)	8000
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km)	0.391
Tense máximo (Zona A)	1900 Kg
EDS (En zona A)	15 %

Trazado de la línea

Para la determinación del trazado de la línea se emplea el visor cartográfico de la Generalitat Valenciana, teniendo en cuenta las especificaciones del apartado 5. Distancias Mínimas De Seguridad. Cruzamientos Y Paralelismos de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 Líneas Aéreas con Conductores Desnudos.

7.1 Trazado preliminar

De cara a la elección del trazado de la línea se plantean tres alternativas de trazado distintas. Cada una de las alternativas se presentan en la figura 7.1 en color verde, rojo o amarillo. Se procede al estudio de los perfiles de elevación y distancia de la línea de cara a elegir de entre todos cual de los perfiles resulta mas favorable desarrollar con mas profundidad atendiendo a densidad de población en el recorrido de la línea, cruzamientos y normativa medioambiental.

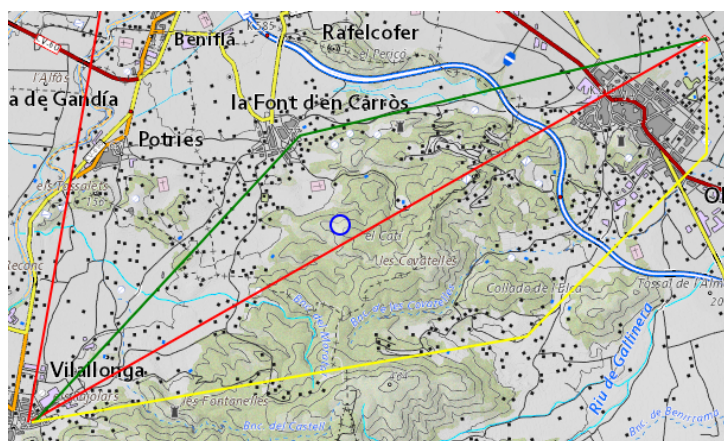


Figura 7.1: Alternativas de trazado planteadas

Con el visor cartográfico se estudia el paso por zonas residenciales, cruzamientos y la orografía de la región y se comprueba que no se invade ninguna zona de protección medioambiental.

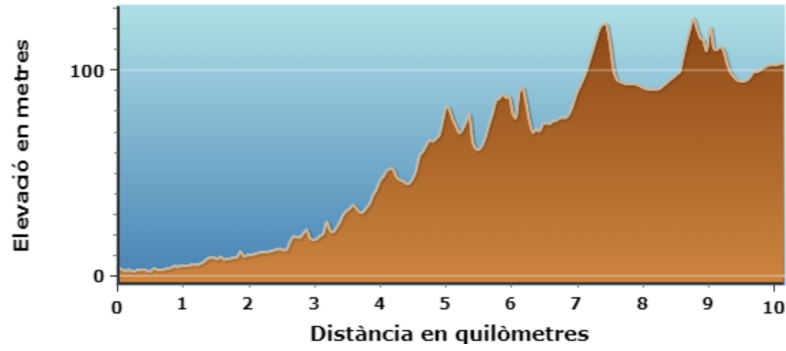


Figura 7.2: Elevación de la alternativa de trazado 1 (línea verde)

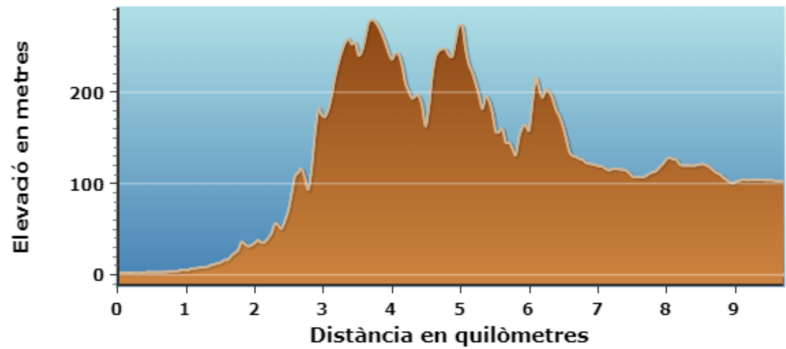


Figura 7.3: Elevación de la alternativa de trazado 2 (línea roja)

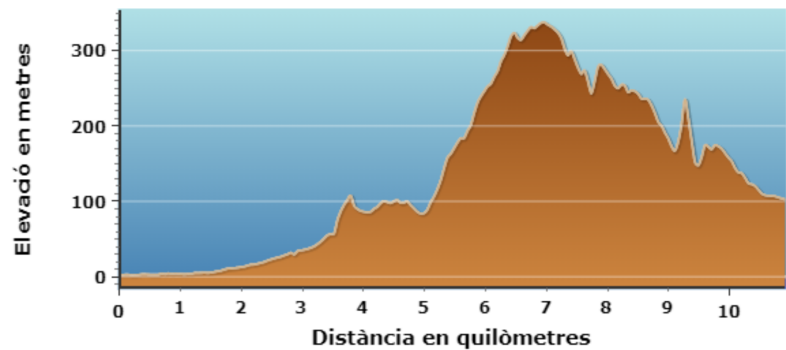


Figura 7.4: Elevación de la alternativa de trazado 3 (línea amarilla)

Comparando las tres alternativas se comprueba que todas tienen un desnivel aceptable, teniendo en cuenta que el eje de las ordenadas se expresa en metros y el de abscisas en kilómetros, lo que produce que al no estar en la misma escala los ejes, se aprecien distorsionados los desniveles induciendo a interpretar falsamente que son más pronunciados que como se muestran en la realidad.

De la primera alternativa se destaca el reducido desnivel al evitar la montaña, la segunda alternativa dispone de la mínima distancia, al no tener que contornear la montaña y la tercera se plantea contornear la montaña por abajo, pero queda automáticamente descartada al comprobar que tanto la distancia como la elevación superan a la segunda alternativa.

Finalmente se elige la primera alternativa frente a la segunda al evitar esta la montaña y no ser significativa la diferencia de longitud entre ambas.

7.2 Trazado revisado

Se revisa la opción de trazado seleccionada en el apartado anterior, prestando especial atención a la información topográfica de la región.

En la solución adoptada se realiza una solución de compromiso entre longitud total del tendido, elevación y cruces con residencias. En la vista en detalle del trazado, se aprecia que a la salida de la subestación se encuentra la zona con mayor densidad de población, una vez salida de la población de Oliva, la línea se adentra en la montaña lo justo como para evitar las zonas residenciales y el cementerio, hasta llegar a la población de Villalonga.

Al ser la altura sobre el nivel del mar en todo momento inferior a 500 m en la ITC-LAT 07 del RLAT se establece que la línea se encuentra en zona A, esto determina la hipótesis mas desfavorable a la hora de comprobar los esfuerzos máximos admisibles.

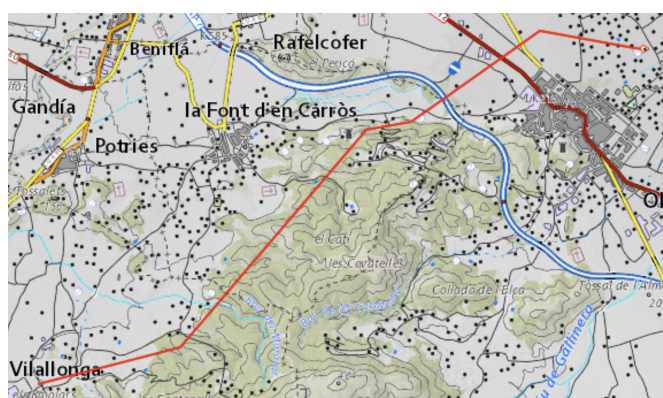


Figura 7.5: Trazado revisado

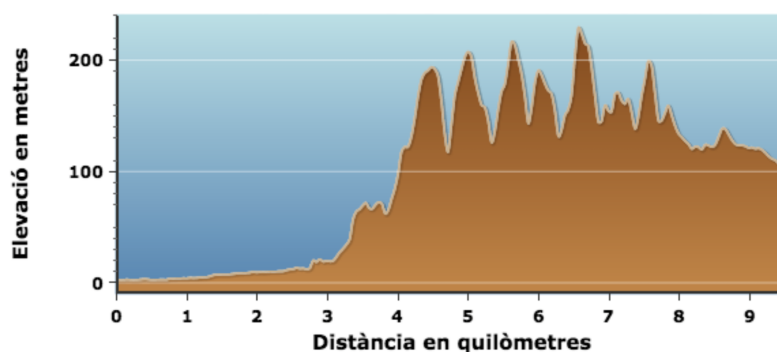


Figura 7.6: Elevación del trazado detallado

Tabla 7.1: Características del trazado revisado

Distancia	9,552 km
Desnivel acum. (+)	671,64 m
Desnivel acum. (-)	576,51 m
Altura mínima	2,33 m
Altura máxima	228,74 m

7.3 Datos topográficos

En la tabla 7.2 se incluye la relación de las longitudes de los vanos y las cotas de los apoyos que se proyectan para la construcción de la línea, así como si son adyacentes a alguno de los cruzamientos, la función que desempeña cada apoyo y en el caso de los apoyos donde se produce un giro, el ángulo interior en coordenadas geométricas.

Tabla 7.2: Datos topográficos

Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Ángulo Interior (g)
1	2.85	0	232	NO	FL	0
2	2.36	232	272	NO	AL-SU	0
3	2.63	272	245	NO	AL-SU	0
4	3.62	245	221	SI	AL-SU	0
5	4.00	221	280	SI	AL-SU	0
6	4.96	280	247	SI	AN-AM	150
7	7.31	247	246	SI	AL-SU	0
8	8.56	246	249	SI	AL-SU	0
9	9.35	249	300	SI	AL-AM	0
10	10.19	300	309	SI	AL-SU	0
11	12.72	309	269	SI	AL-SU	0
12	20.23	269	252	SI	AL-SU	0
13	23.14	252	215	SI	AL-AM	0
14	48.29	215	204	NO	AN-AM	173,33
15	71.69	204	191	SI	AL-SU	0
16	72.09	191	197	SI	AL-AM	0
17	79.73	197	131	NO	AN-AM	157,78
18	118.71	131	270	NO	AL-SU	0
19	182.40	270	172	NO	AL-AM	0
20	192.64	172	310	NO	AL-SU	0
21	170.07	310	97	NO	AL-AM	0
22	194.01	97	88	NO	AL-SU	0
23	207.16	88	56	NO	AL-AM	0
24	197.71	56	161	NO	AL-SU	0
25	158.25	161	262	NO	AL-AM	0
26	172.68	262	136	NO	AL-AM	0
27	216.24	136	90	NO	AL-AM	0
28	201.45	90	272	NO	AL-AM	0
29	186.95	272	205	NO	AL-SU	0
30	169.37	205	377	NO	AL-AM	0
31	227.31	377	145	NO	AL-SU	0
32	212.31	145	237	SI	AL-AM	0
33	159.24	237	183	SI	AL-AM	0

Nº Apoyo	Cota Absoluta (m)	Vano Anterior (m)	Vano Posterior (m)	Cruzamiento	Función	Ángulo Interior (g)
34	170.66	183	151	NO	AL-SU	0
35	164.51	151	290	SI	AL-SU	0
36	198.70	290	324	SI	AL-AM	0
37	150.27	324	379	NO	AL-SU	0
38	121.87	379	390	SI	AL-SU	0
39	137.41	390	382	SI	AL-AM	0
40	121.32	382	217	SI	AL-SU	0
41	114.36	217	297	NO	AL-SU	0
42	97.98	297	297	NO	AL-SU	0

Como se puede observar, la línea dispone de 42 apoyos que van desde una cota mínima de 2,36 m en el caso del segundo apoyo, hasta el apoyo número 31 con una cota de 227,31 m. Al no superarse en ningún momento una cota de 500 m, la línea se categoriza en zona A según lo expuesto en el reglamento.

Se puede comprobar que 19 de los apoyos proyectados se encuentran en las proximidades de un cruzamiento y que en su recorrido la línea realiza un total de 3 cambios de sentido con un total de 18 apoyos de amarre.

Al ser el punto de salida la ciudad costera de Oliva, no se alcanza una altura sobre el nivel del mar excesivamente pronunciada hasta llegar a la subestación de destino en la localidad cercana de Villalonga, pese a acercarse el recorrido de la línea a zonas de montaña en el intento de evitar zonas residenciales.

7.4 Cruzamientos

En el recorrido de la línea se encuentran los distintos cruzamientos enumerados en la tabla 7.3, con los que se guardan las distancias de seguridad estipuladas por punto 5 de la IT-LAT-07.

Se ha procurado realizar estos cruzamientos en un ángulo de incidencia lo mas cercano posible al perpendicular, en la medida de lo posible, como indica la normativa.

Tabla 7.3: Cruzamientos

Tipo	Título	Distancia (m)	Ángulo (g)
Carretera	Camí de les Marjaletes	792	125.56
Carretera	Carretera de les Passadores	1020	78.89
Carretera	Camí Vell de Piles	1316	120
Carretera	Carretera CV-670	1585	90
Carretera	Antiga Via de Tren	1658	116.67
Carretera	N-332	1892	122.22
Carretera	Camí Real de Xàtiva	2072	117.78
Carretera	AP-7	2794	103.33
Carretera	Camí d'Oliva	3080	64.44
Carretera	Camí del Tossal Gross	3693	107.78
Río	Barranc del Moratal	6793	65.56
Carretera	Camí de Maro	7354	76.67
Río	Barranc de la Navesa	8326	73.33
Río	Barranc del Castell	8826	108.89
Carretera	Camí dels Rajolars	8943	153.33

Entre los cruzamientos se comprueba que la línea atraviesa un total de 12 carreteras en su recorrido, donde hay que prestar especial atención a la AP-7, al ser mas restrictivas las distancias en lo que hace mención a autopistas, autovías y vías rápidas y aunque no entre en la clasificación la N-332, también se le presta especial atención al ser una carretera con una elevada afluencia de tráfico.

Al respecto de los 3 ríos con los que se cruza la línea se consideran cursos de agua no navegables, estas clasificaciones son relevantes de cara al cumplimiento del apartado 5 de la ITC-LAT 07 que hace mención a las distancias de seguridad que debe cumplir la línea.

Capítulo 8

Apoyos

Para la realización del proyecto se emplean apoyos metálicos, galvanizados en caliente de la empresa Imedexsa. En la tabla 8.1 se describen los apoyos empleados.

Tabla 8.1: Datos apoyos

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso Total (kg)	Dimensiones				
				“a-d”	“b”	“c”	“h”	Altura útil
1	FL	AGR-18000-10	2853	2.8	2	2.8	4.3	10
2	AL-SU	HA-2000-23	1899	2.8	2	2.8	2.7	21.62
3	AL-SU	AG-3000-16	1711	3.1	2	3.1	3.7	16
4	AL-SU	HAR-2500-18	1690	3.1	2	3.1	3	15.4
5	AL-SU	HA-2000-19	1559	2.9	2	2.9	2.7	17.18
6	AN-AM	CO-12000-15	4009	3.8	3.3	3.8	5.9	15.2
7	AL-SU	HA-2000-19	1559	2.9	2	2.9	2.7	17.18
8	AL-SU	AG-3000-16	1711	3.1	2	3.1	3.7	16
9	AL-AM	AG-3000-16	1682	2.8	2	2.8	4.3	16
10	AL-SU	AG-3000-20	2136	3.1	2	3.1	3.7	20.5
11	AL-SU	HAR-2500-22	2055	3.1	2	3.1	3	20.12
12	AL-SU	HA-2000-19	1553	2.8	2	2.8	2.7	17.18
13	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
14	AN-AM	AGR-6000-23	3123	3.1	2	3.1	4.3	23
15	AL-SU	HA-2000-16	1341	2.6	2	2.6	2.7	14.53
16	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
17	AN-AM	CO-9000-12	3253	3.8	3.3	3.8	5.9	12.2
18	AL-SU	HA-2000-14	1244	2.8	2	2.8	2.7	12.57
19	AL-AM	AG-3000-12	1367	2.8	2	2.8	4.3	12
20	AL-SU	MI-2000-18	1293	2.4	2	2.4	2.3	16.2
21	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
22	AL-SU	C-2000-20	1032	2	1.8	2	1.5	13.9

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación	Peso Total (kg)	Dimensiones				
				"a-d"	"b"	"c"	"h"	Altura útil
23	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
24	AL-SU	MI-2000-14	1027	2.4	2	2.4	2.3	12.26
25	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
26	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
27	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
28	AL-AM	AG-3000-16	1682	2.8	2	2.8	4.3	16
29	AL-SU	HA-2000-23	1881	2.6	2	2.6	2.7	21.62
30	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
31	AL-SU	MI-2000-14	1021	2.2	2	2.2	2.3	12.26
32	AL-AM	AG-3000-10	1207	2.8	2	2.8	4.3	10
33	AL-AM	HAR-2500-13	1373	2.8	2	2.8	4.3	11.19
34	AL-SU	HA-2000-14	1244	2.8	2	2.8	2.7	12.57
35	AL-SU	AG-3000-23	2508	3.6	2	3.6	3.7	23
36	AL-AM	AG-3000-14	1527	2.8	2	2.8	4.3	14
37	AL-SU	HAR-2500-20	1952	3.6	2	3.6	3.7	17.65
38	AL-SU	AG-3000-20	2208	3.6	2	3.6	3.7	20.5
39	AL-AM	HAR-2500-20	1851	2.8	2	2.8	4.3	17.65
40	AL-SU	HAR-2500-22	2055	3.1	2	3.1	3	20.12
41	AL-SU	HA-2000-23	1899	2.8	2	2.8	2.7	21.62
42	FL	AGR-18000-16	3913	2.8	2	2.8	4.3	16

Para la construcción de la línea se requiere de un total de 74074kg de acero. Para todos los apoyos de la línea se utiliza armado de tipo S.

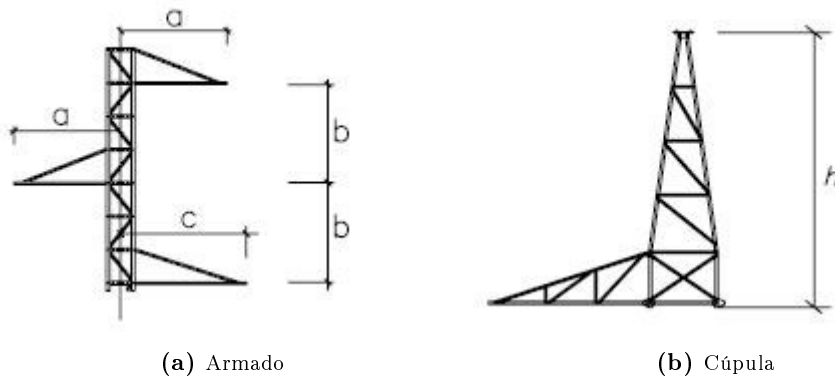


Figura 8.1: Dimensiones del armado de tipo S

Capítulo 9

Cimentaciones

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo a la resistencia mecánica del mismo.

Tabla 9.1: Características de las cimentaciones

Nº de Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
		a	h	b	H	c		
1	Tetrabloque	1,85	0,65	1,1	3,15	2,69	17,88	18,93
2	Monobloque	1,98	1,98	-	-	-	7,76	8,55
3	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,75	3,3	6,25	6,95
4	Monobloque	1,78	2,05	-	-	-	6,5	7,13
5	Monobloque	1,81	1,92	-	-	-	6,29	6,95
6	Tetrabloque	1,25	0,25	1	2,75	4,32	11,27	12,14
7	Monobloque	1,81	1,92	-	-	-	6,29	6,95
8	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,75	3,3	6,25	6,95
9	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,75	3,3	6,25	6,95
10	Tetrabloque	1,35	0,4	0,9	1,75	3,91	6,43	7,13
11	Monobloque	1,95	2,14	-	-	-	8,14	8,9
12	Monobloque	1,81	1,92	-	-	-	6,29	6,95
13	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
14	Tetrabloque	1,45	0,45	0,9	2,2	4,26	8,2	8,9
15	Monobloque	1,71	1,87	-	-	-	5,47	6,05
16	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
17	Tetrabloque	1,15	0,25	0,9	2,35	3,8	7,86	8,56
18	Monobloque	1,65	1,82	-	-	-	4,95	5,5
19	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,76	6,09	6,79
20	Monobloque	1,67	2	-	-	-	5,58	6,14
21	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
22	Monobloque	1,31	2,1	-	-	-	3,6	3,95

Nº de Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación	Volumen Hormigón
		a	h	b	H	c		
23	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
24	Monobloque	1,48	1,94	-	-	-	4,25	4,69
25	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
26	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
27	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
28	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,75	3,3	6,25	6,95
29	Monobloque	1,98	1,98	-	-	-	7,76	8,55
30	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
31	Monobloque	1,48	1,94	-	-	-	4,25	4,69
32	Tetrabloque	1,3	0,35	0,9	1,7	2,49	6,09	6,79
33	Monobloque	1,63	1,96	-	-	-	5,21	5,74
34	Monobloque	1,65	1,82	-	-	-	4,95	5,5
35	Tetrabloque	1,4	0,45	0,9	1,75	4,26	6,63	7,33
36	Tetrabloque	1,35	0,4	0,9	1,7	3,04	6,26	6,97
37	Monobloque	1,84	2,11	-	-	-	7,14	7,82
38	Tetrabloque	1,35	0,4	0,9	1,75	3,91	6,43	7,13
39	Monobloque	1,84	2,11	-	-	-	7,14	7,82
40	Monobloque	1,95	2,14	-	-	-	8,14	8,9
41	Monobloque	1,98	1,98	-	-	-	7,76	8,55
42	Tetrabloque	1,85	0,55	1,2	3,15	3,5	20,17	21,42

Para la realización de la cimentación de los apoyos se emplea un volumen total de hormigón de $323,54\text{m}^3$, repartido entre un total de 19 cimentaciones monobloque y 23 cimentaciones de tipo tetrabloque cuadrada con cueva. Se emplea hormigón HM-20 según lo estipulado por la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08.

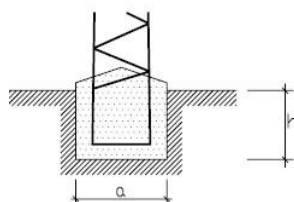


Figura 9.1: Cimentación monobloque

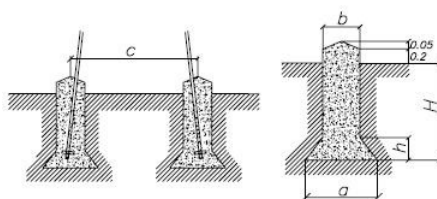


Figura 9.2: Cimentación tetrabloque con cueva cuadrada

Descripción de las Cadenas

Las cadenas son las encargadas de unir mecánicamente el conductor con los apoyos al mismo tiempo que proporcionar aislamiento eléctrico, estas dos funciones las realizan los herrajes y los aisladores respectivamente, ambos elementos constituyentes de las cadenas.

10.1 Cadenas de suspensión

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC 07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

Se elige el aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de referencia U120RB132 fabricada por Envertec.



Figura 10.1: Aislador de cadena polimérico para líneas aéreas U120RB132

Al ser un aislador de 1 solo cuerpo, dispone de una mayor rigidez, su recubrimiento de silicona tipo HTV de nivel hidrófugo Hc2 repele la acumulación de humedades y su núcleo de fibra de vidrio le aporta una resistencia mecánica de 120 kN. El aislador dispone de un peso reducido de tan solo 5 kg. El fabricante también brinda una garantía de 15 años sobre la compra de los aisladores.

La cadena se conforma con herrajes de alojamiento de rotula en el extremo superior y herrajes de rotula en el extremo inferior como exige Iberdrola.

Tabla 10.1: Características del aislador

Referencia	U120RB132
Tensión de Servicio (U_r)	132 kV
Línea de Fuga Mínima	2900 mm
Línea Min. Protegida	1080 mm
Carga Mecánica	120 kN
Tensiones de ensayo:	
Impulso tipo rayo	650 kV
Frecuencia industrial	320 kV

10.1.1 Longitud de las cadenas de suspensión

La longitud total de la cadena (aisladores y herrajes) es de un total de 2,14 m.

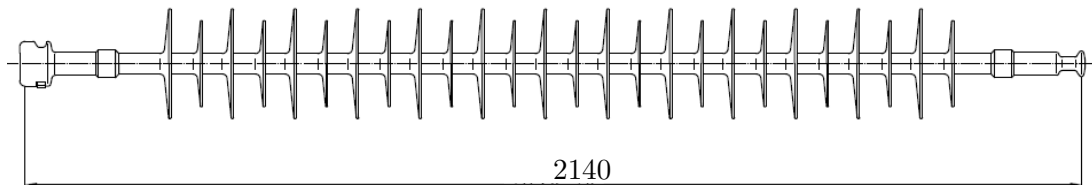


Figura 10.2: Longitud de la cadena de aisladores

10.2 Cadenas de amarre

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC 07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples. Las características del aislador se describen en la tabla 10.1.

10.2.1 Longitud de las cadenas de amarre y altura del puente

La longitud total de la cadena (aisladores y herrajes) es de un total de 1,39 m, con una altura del puente de apoyos de amarre de 1,39 m y un ángulo de oscilación del puente de 20°.

10.3 Descripción de las cadenas según tipos de apoyo

10.3.1 Apoyos de fin de línea

En los apoyos de de línea se montan 3 cadenas simples de aisladores poliméricos del tipo seleccionado y 3 grapas de amarre, una grapa y un aislador por conductor.

10.3.2 Apoyos de alineación-suspensión

Estos apoyos requieren de 3 cadenas simples de aisladores, al igual que los de fin de línea, pero en vez de grapas de amarre, requieren de 3 grapas de alineación. El numero de apoyos proyectados de este tipo es de 22 apoyos de alineación-suspensión.

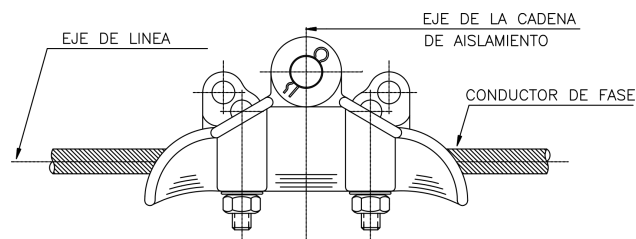


Figura 10.3: Detalle de la grapa de suspensión

10.3.3 Apoyos de amarre y/o anclaje

En este caso, los 18 apoyos de amarre equipan 6 aisladores poliméricos y 6 grapas de amarre. En este caso se requieren de 2 aisladores y 2 grapas por conductor de modo a que los esfuerzos que lleguen al apoyo del vano anterior no se transmitan al vano posterior y viceversa.

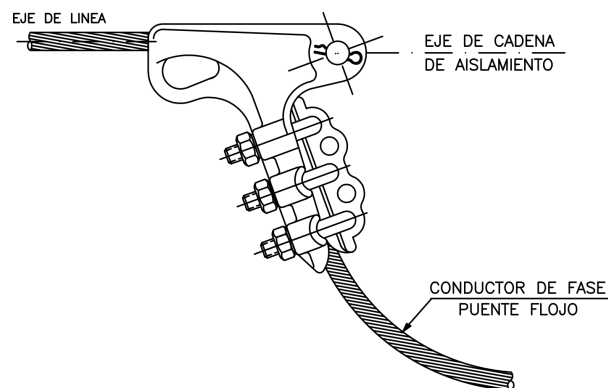


Figura 10.4: Detalle de la grapa de amarre

Capítulo 11

Puesta a tierra de los apoyos

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos.

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm² de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC 07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC 07 del R.L.A.T.

De los 42 apoyos proyectados 31 discurren por zonas urbanizadas accesible al público por lo que se considerarán frecuentados como indica la normativa, los demás se considerarán no frecuentados.

Para la puesta a tierra de apoyos no frecuentados se emplea una configuración de puesta a tierra de Línea Aérea flagelo con 1 sola pica de 2m enterrada a 1m de profundidad CPT-LA-F+1P2.

Para los apoyos frecuentados se propone una configuración de puesta tierra de línea aérea compuesta por una malla de un primer anillo interno sin picas y un segundo anillo externo con 8 picas CPT-LA-1A-7,2+2A-9,6+8P3.

Numeración y avisos de peligro

Se utilizan placas y números de señalización destinados a la señalización de apoyos en líneas aéreas de Alta Tensión en el ámbito de Iberdrola acorde al apartado 2.4.7 de la ITC-LAT 07.

Para la identificación de cada uno de los apoyos de la línea se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se ha establecido.

0123456789

Figura 12.1: Dígitos para numeración de apoyos

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2 m.



Figura 12.2: Señal de riesgo eléctrico



Figura 12.3: señalización montada sobre placa base

Parte III

Memoria de Cálculos

Cálculos Mecánicos

En este capítulo se detallan los cálculos mecánicos utilizados de cara justificar el adecuado cumplimiento de la normativa. Al resultar en cálculos repetitivos, aparte de detallar las ecuaciones aplicadas y su obtención, se explica la metodología de cálculo seguida y en un anexo se juntan los resultados obtenidos.

13.1 Cargas y Sobrecargas a Considerar

El apartado 3.1 de la ITC-LAT 07 expone la necesidad de comprobar el coeficiente de seguridad mecánico en las condiciones mas desfavorables a las que se puede ver sometida la línea durante su vida útil, componiéndose estas de una combinatoria entre:

- Carga permanente
- Sobrecarga derivada de la acción del viento
- Sobrecarga derivada de la acumulación de hielo

13.1.1 Cargas permanentes

Se consideran cargas permanentes los esfuerzos verticales a los que se ve sometida la línea a causa del peso propio de los elementos que la componen.

Sabiendo que el conductor de fase empleado dispone de una masa lineal de 977 kg/km, mediante conversión de unidades, se obtiene una carga debido al peso propio de $\delta = 0,9584$ daN/m.

$$\delta = 977 \text{ kg/km} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ daN}}{10 \text{ N}} = 0,9584 \text{ daN/m}$$

Análogamente, se obtiene un peso propio del conductor de fase de $\delta = 0,9584$ daN/m.

$$\delta = 0,624 \text{ kg/m} \cdot \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ daN}}{10 \text{ N}} = 0,6121 \text{ daN/m}$$

13.1.2 Sobrecarga debida al viento

La ITC-LAT 07 dicta que se debe considerar una velocidad mínima de viento de 120 km/h, con una incidencia horizontal sobre el conductor. Dicha esfuerzo se modela en función del diámetro del conductor a considerar:

- $0,06 \cdot d$ daN/m para diámetros me 16 mm o menos
- $0,05 \cdot d$ daN/m para diámetros de mas de 16 mm

El cable de fase empleado posee un diámetro de conductor de $d_{cond} = 21,80$ mm y el de protección de $d_{cond} = 17$ mm por lo que la sobrecarga por acción del viento a considerar seria de:

- Fase: $\delta_V = 0,05 \cdot d = 1,09$ daN/m
- Protección: $\delta_V = 0,05 \cdot d = 0,85$ daN/m

13.1.3 Sobrecarga motivada por acumulación de hielo

El reglamento categoriza las distintas regiones de la geografía española en en tres zonas en función de la altura sobre el nivel del mar:

- **Zona A** si la altura es inferior a 500 m sobre el nivel del mar
- **Zona B** si la altura se encuentra entre 500 m y 1000 m sobre el nivel del mar.
- **Zona C** si la altura supera los 1000 m sobre el nivel del mar

Visto que el punto mas elevado del trazado no supera los 500 m sobre el nivel del mar se considera que la línea se encuentra en zona A, para la cual la normativa indica que no se debe tener en cuenta una sobrecarga por formación de manguitos de hielo sobre los conductores.

13.2 Conductores

13.2.1 Tracción máxima admisible

En el apartado 3.2.1 de la ITC-LAT 07 se expone que los conductores deben de tener un coeficiente de seguridad sobre la tensión de rotura de 2,5 o 3 en función de si se tratan de conductores cableados o de un solo alambre respectivamente. Dicho coeficiente de seguridad se debe comprobar en una serie de hipótesis en función de en que zona se encuentre la línea definidas en la tabla 4. Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible.

Al encontrarse la línea en zona A, se extrae de dicha tabla que la hipótesis a comprobar se corresponde con una tracción máxima de viento de 120 km/h a una temperatura de 5 °C.

$$T = \frac{T_{rot}}{C_s}$$

Para el conductor, teniendo en cuenta su tensión de rotura de la fase de $T_{rot} = 8450$ daN y de $T_{rot} = 7850$ daN para protección, para un coeficiente de seguridad de 2,5 al tratarse de conductores cableados, el valor máximo de tracción en las condiciones anteriormente mencionadas seria de 3380 daN y 3140 daN respectivamente

13.2.2 Comprobación de fenómenos vibratorios

En la línea a causa de acciones como el viento se producen vibraciones en los conductores que se traducen en esfuerzos de tracción indeseables sobre el cable ya que se traducen en una reducción de la vida útil del mismo por fatiga.

El reglamento exige el cálculo de la tensión de cada día (EDS) a partir de la hipótesis mas desfavorable de tracción máxima admisible atendiendo a la zona en la que se encuentre la línea, mediante la ecuación de cambio de condiciones.

Visto que la línea se encuentra en Valencia, la tensión de cada día se debe limitar a un 15 % de la tensión de rotura para una temperatura ambiente de 15 °C sin viento. En caso de que esto no se cumpla, se debe asumir este caso como el mas desfavorable y después comprobar con la ecuación de cambio de condiciones que se cumplen las condiciones mas desfavorables de tracción máxima.

13.2.3 Flechas máximas de los conductores y cables de tierra

Para un conductor apoyado entre dos puntos, su flecha viene dada por la siguiente expresión:

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

Aunque si la longitud del vano es reducida (inferior a 300 m) se puede aproximar la ecuación del cable a una parábola, quedándose la flecha de la siguiente manera:

$$f = \frac{a^2}{8h}$$

A continuación se exponen las distintas hipótesis de cálculo a comprobar referentes a la flecha tanto para conductores de fase como cables de guarda, en base al apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07:

- a) **Hipótesis de viento.** Se contempla la acción del peso propio sumado a una sobrecarga horizontal motivada por un viento de 120 km/h a una temperatura de 15 °C.
- b) **Hipótesis de temperatura.** Se contempla solamente la acción del peso propio bajo la climatología mas adversa prevista durante el servicio de la línea. En el caso de líneas de categoría especial, la temperatura mínima a considerar será de 85 °C y de 50 °C en el caso de conductores de tierra, para las demás categorías, el mínimo aplicable a cualquier conductor será de 50 °C.
- c) **Hipótesis de hielo.** Se contempla además de la acción del peso propio, la sobrecarga por hielo correspondiente a la zona en la que se encuentre la línea a una temperatura de 0 °C.

Como se ha mencionado anteriormente, la línea objeto de este proyecto se encuentra ubicada en zona A, donde el reglamento indica que no se contempla una sobrecarga por hielo, así que simplemente se deben comprobar las dos hipótesis restantes.

Hay que tener en cuenta que para la hipótesis de temperatura la flecha obtenida se corresponde con el plano vertical, mientras que la flecha obtenida para la hipótesis de viento se trata de una flecha inclinada.

13.2.4 Metodología de cálculo

La metodología empleada en el cálculo mecánico consiste en empezar por un conductor de partida para el cual se asume mas restrictiva una de las condiciones de tracción máxima definidas en la normativa, para el caso de este proyecto, al encontrarse en zona A solo existe una hipótesis posible, para la cuál se aplica un coeficiente de seguridad de $C_s = 2,5$ sobre la tracción de rotura según expone el reglamento.

Mediante la Ecuación de Cambio de Condiciones (ecc) se obtiene la tracción equivalente en las condiciones estipuladas por la EDS, en este caso una temperatura de 15°C y sin contemplar sobrecargas debidas al viento o acumulación de hielo.

Se comprueba que dicha tensión no supere el 15 % de la tracción de rotura del cable que indica la normativa, si se cumple esta condición se procede al dimensionado del siguiente vano, en caso de que no sea así, se asume la EDS como el caso mas restrictivo y se utiliza como punto de partida para obtener la tracción equivalente para las hipótesis de tracción máxima por medio de la ecc.

En caso de cumplir con el factor de seguridad estipulado por normativa, se procede a comprobar el siguiente vano, en caso contrario se debe elegir un conductor de diámetro superior y repetir el proceso iterativo.

A partir de la condición mas desfavorable obtenida, con la ecuación de cambio de condiciones, se obtienen las flechas para cada una de las hipótesis contempladas en el reglamento.

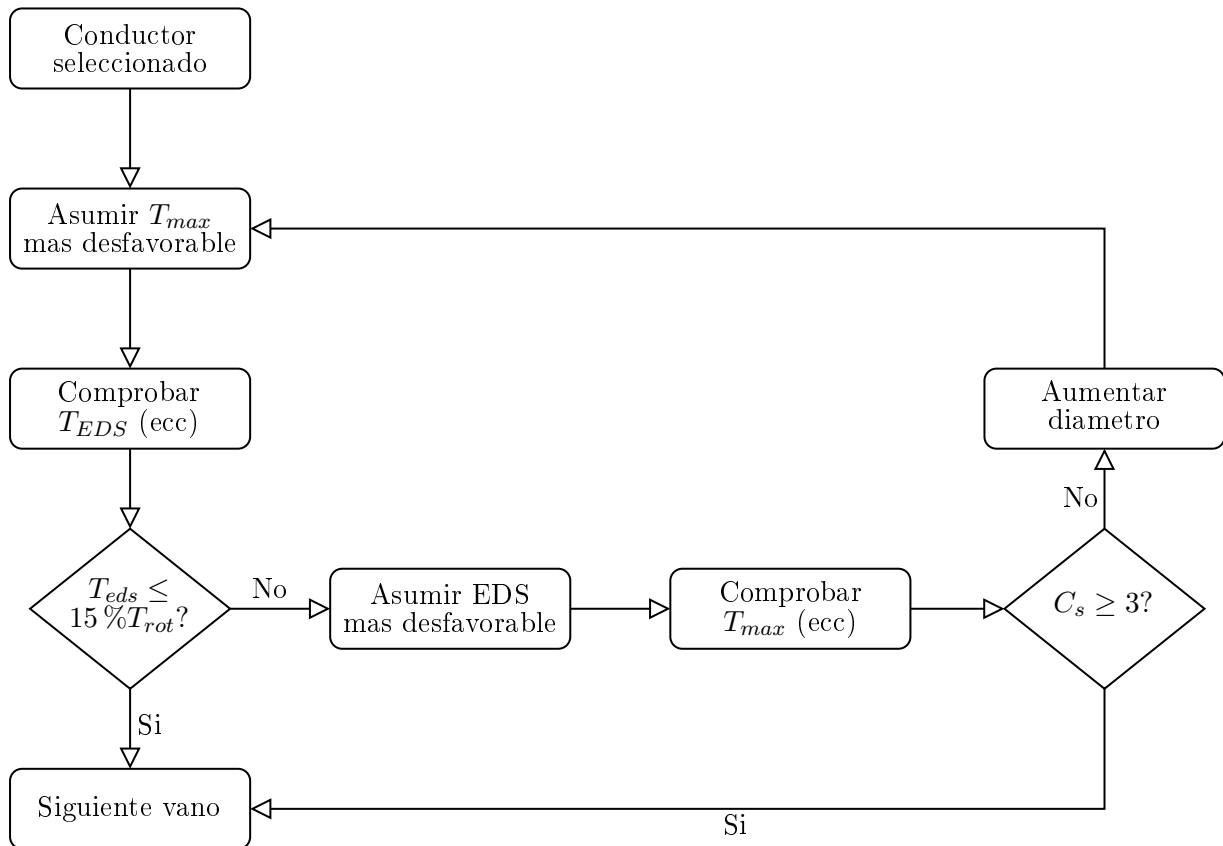


Figura 13.1: Diagrama de flujo de la metodología empleada para el cálculo mecánico

13.3 Vano de regulación

Entre dos apoyos de amarre, se define un vano ideal de regulación debido a la incapacidad de los vanos de suspensión de absorber diferencias de tensión y se asume la misma tracción horizontal para todos los vanos comprendidos entre los dos puntos de retención. El vano de regulación se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$a_i = \sqrt{\frac{\sum_k a_k^3}{\sum_k a_k}}$$

donde:

a_k es la longitud de los diferentes vanos

a_i es el vano ideal de regulación

13.4 Ecuación de cambio de condiciones

La ecuación de cambio de condiciones se obtiene de comparar la variación de longitud del cable motivada por un cambio de temperatura, carga o tensión, al producirse dilatación térmica y deformación elástica. Relacionando todos los parámetros se obtiene la siguiente ecuación:

$$\frac{a^2}{24} \cdot \left(\frac{w_2^2}{\sigma_2^2} - \frac{w_1^2}{\sigma_1^2} \right) = \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{E}$$

donde:

a es el vano de regulación

w es la carga por metro lineal y por unidad de sección

σ es la tensión en el vértice

θ es la temperatura

α es el coeficiente de dilatación lineal con la temperatura

E es el módulo de elasticidad

13.5 Apoyos

13.5.1 Clasificación según su función

El reglamento define tres tipos de apoyo en base a su función:

- a) **Apoyo de suspensión:** Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión
- b) **Apoyo de amarre:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- c) **Apoyo de anclaje:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea.
- d) **Apoyo de principio o fin de línea:** Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre.

Aparte de la función los apoyos también pueden ser de alineación o de ángulo en función de si se encuentran en un tramo rectilíneo o si el trazado se desarrolla en ángulo.

Esto es relevante de cara a las acciones a considerar para garantizar el cumplimiento de la normativa. Dicha clasificación se incluye en la tabla 8.1.

13.5.2 Criterios de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo las siguientes hipótesis diferentes:

- Hipótesis de Viento
- Hipótesis de Hielo
- Hipótesis de Hielo + Viento
- Hipótesis de Desequilibrio de fases
- Hipótesis de Rotura de conductores

Dichas hipótesis se determinan en función de la zona en la que se encuentre la línea.

13.5.3 Acciones consideradas

Cargas verticales

- Carga vertical permanente

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right]$$

donde:

n es el número de conductores

P_{cond} es el peso propio del conductor

a_1 es la longitud proyectada del vano anterior
 a_2 es la longitud proyectada del vano posterior
 P_{cad} es el peso de la cadena de aisladores incluyendo los herrajes
 T es la tensión máxima del conductor en kg
 h_1 es el desnivel del vano anterior en m
 h_2 es el desnivel del vano posterior en m

- Sobrecarga por hielo

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

donde:

P_h es la sobrecarga de hielo

Cargas horizontales

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right)$$

donde:

q es la presión del viento sobre el conductor

d es el diámetro del conductor

- Resultante de ángulo

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

donde:

α es el ángulo entre conductores

- Desequilibrio de tracciones Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{max}$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión

Para una tensión nominal superior a 66 kV se aplica un 15 % aplicado en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre

Para una tensión nominal superior a 66 kV se aplica un 25 % aplicado en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra

- Desequilibrio en apoyos de anclaje

Para una tensión nominal superior a 66 kV se aplica un 50 % aplicado en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea

Para una tensión nominal superior a 66 kV se aplica un 100 % de las tracciones unilaterales aplicado en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra

- Rotura de conductores La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{max}$$

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión

Se considera la rotura de un solo conductor y el esfuerzo de rotura aplicable será del 50 % al tratarse de una línea de 1 conductor por fase, extraído de la tabla dos del apartado 3.1.5.1 de la ITC LAT 07.

- Rotura de conductores en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre

Se considera la totalidad de la tensión asociada a la rotura de un solo conductor.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje

Al disponer la línea de un solo conductor por fase, se aplica la tensión máxima para el cálculo, Considerando una vez mas la rotura de un solo conductor.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea

Se realiza como el caso de los esfuerzos de anclaje.

- Rotura de conductores en apoyos especiales

Se contempla el caso mas desfavorable.

13.5.4 Hipótesis de cálculo

Se incluye en las siguientes figuras las tablas 5 y 6 del apartado 3.5.3 que resume las hipótesis de cálculo a considerar atendiendo a las acciones expuestas en el anterior apartado, para el caso de zona A, ya que se corresponde con la línea proyectada.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 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.		
	T	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.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 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.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para 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.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)

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

Figura 13.2: Hipótesis de cálculo de apoyos I

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 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.		
	T	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.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3)
Fin de línea.	V	Cargas permanentes (apdo 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.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 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.
	T	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.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)

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

Figura 13.3: Hipótesis de cálculo de apoyos II

13.6 Cimentación

13.6.1 Cimentaciones monobloque

El cálculo de las cimentaciones monobloque debe cumplir lo expuesto en el apartado 3.6.1 de ITC-LAT 07, que indica que el coeficiente de seguridad al vuelco K ha de ser como mínimo de:

- $K = 1,5$ para hipótesis normales
- $K = 1,2$ para hipótesis anormales

El coeficiente de seguridad al vuelco se obtiene de la relación entre los momentos estabilizadores y el momento de vuelco M_v y viene dado por la siguiente ecuación:

$$M_1 + M_2 \geq K \cdot M_v$$

donde:

M_1 es el momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno

M_2 es el momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno

Momento de vuelco

El cálculo del momento de vuelco se obtiene mediante la ecuación de Sulzberger:

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

donde:

F es el esfuerzo nominal del apoyo en kg

h es la altura de aplicación del esfuerzo nominal en m

t es la profundidad de la cimentación en m

F_v es el esfuerzo del viento sobre la estructura en kg

h_t es la altura total del apoyo en m

Momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$$

donde:

K es el coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad

a es el ancho de la cimentación m

t es la profundidad de la cimentación en m

Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno

$$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$$

donde:

a es el ancho de la cimentación m

t es la profundidad de la cimentación en m

13.6.2 Cimentaciones tetrabloque

Las cimentaciones tetrabloque están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F_t), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P_h) más el del cono de tierras arrancadas (P_c) con un coeficiente de seguridad de 1,5.

$$\frac{P_c + P_h}{F_t} \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F_c), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ).

$$\frac{P_c + P_h}{A} \leq \sigma$$

Distancias Mínimas de Seguridad. Cruzamientos y Paralelismos

14.1 Introducción

El reglamento clasifica las distancias a considerar en dos categorías:

- **Distancias internas.** Son aquellas requeridas de modo a que el diseño de la línea disponga de una capacidad adecuada de resistencia frente a sobretensiones.
- **Distancias externas.** Son las exigidas para garantizar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos situados en las inmediaciones de la línea.

En caso de que no se exponga explícitamente que una distancia es horizontal o vertical este se deberá considerar como la mínima distancia entre parte en tensión y objeto a considerar sin despreciar la inclinación de conductores y cadenas de aisladores cuando se contemple cargas producidas por la acción del viento.

14.2 Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas

En el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 se exponen 3 tipos de distancias eléctricas a tener en cuenta:

- D_{el} es la distancia de aislamiento entre conductores de fase y elementos a potencial de tierra
- D_{pp} es la distancia de aislamiento mínima entre fases
- a_{som} es la distancias entre las partes en tensión y partes puestas a tierra que previene una descarga de la cadena de aisladores

A estas distancias se añade una distancia de seguridad D_{add} adicional que garantiza que en ningún caso ninguna persona ni ningún objeto se encontrará a una distancia de la línea inferior a D_{el} .

Tensión más elevada de la red U_S (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Figura 14.1: Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas (extracto de ITC-LAT 07)

14.3 Distancias en el apoyo

Las distancias calculadas en este apartado se consideran distancias internas que, como se ha mencionado anteriormente, sirven para asegurar una adecuada resistencia frente a sobretensiones.

14.3.1 Distancias entre conductores

Es la distancia a mínima entre distintos conductores de fase de modo a asegurar que en ningún momento se produce un cortocircuito entre fases. Para su cumplimiento se deben contemplar las influencias producidas por la acción del viento o por un posible desprendimiento de nieve acumulada. dicha distancia se obtiene como:

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

donde:

D es la separación entre conductores en metros

F es la flecha máxima en metros

L es la longitud de la cadena de suspensión en metros ($L = 0$ para cadenas de amarre)

K' vale 0,85 para líneas de categoría especial o 0,75 para cualquier otra línea

D_{pp} es la distancia de aislamiento entre fases estipulada por el reglamento

Angulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30 kV	Líneas de tensión nominal igual o 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

Figura 14.2: Coeficiente K en función del ángulo de oscilación (extracto de ITC-LAT 07)

El ángulo de oscilación se obtiene mediante el arcotangente del cociente entre la sobrecarga de viento y el peso propio (sumado a la sobrecarga de hielo en caso de resultar de aplicación):

$$\gamma = \arctan \frac{\delta_v}{\delta}$$

14.3.2 Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

El reglamento expone que la distancia entre los conductores y accesorios en tensión debe ser como mínimo del valor más restrictivo entre D_{el} y 0,2 m:

$$0,2 \leq d \leq D_{el}$$

Como se ha visto una tensión más elevada de la red de $U_s = 145$ kV se corresponde con una $D_{el} = 1,20$ m, que al ser más restrictiva que la condición de superar los 0,2 m se obtiene que la distancia mínima a cumplir será $d \geq 1,20$ m.

Para comprobar el cumplimiento de la distancia se pueden considerar los pesos de las cadenas de aisladores y se calcula teniendo en cuenta la acción de un viento horizontal de 120 km/h con una presión equivalente a la mitad de su valor máximo, a una temperatura de -5 °C para zona A, según lo expuesto en el apartado 5.4.2 de la ITC-LAT 07.

14.4 Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

El reglamento expone que la separación mínima entre conductores y cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficie de agua no navegable debe cumplir:

$$d \geq 5,3 + D_{el} = 6,5 \text{ m}$$

De la ecuación del apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, aplicando un D_{el} correspondiente del proyecto de 1,2 m se obtiene una distancia mínima de 6,5 m, aunque el reglamento recomienda que en caso de que la línea atravesase explotaciones ganaderas o agrícolas, se debe imponer una altura mínima de 7 metros. Como se da dicha posición al existir zonas de cultivo en parte del recorrido de la línea, la distancia adoptada será finalmente de 7 metros.

14.5 Distancias a carreteras

En el apartado 5.7 de la ITC-LAT 07 se define que la distancia mínima entre la arista exterior de la calzada y el apoyo más cercano se define en función del tipo de vía:

- **Autopistas, autovías y vías rápidas** la distancia mínima será de 50 m
- **Resta de la red estatal** la distancia mínima será de 25 m

Independiente del tipo de vía, también se exige que la distancia a la arista exterior sea superior 1,5 veces la altura del apoyo.

14.5.1 Cruzamientos

Para el cálculo se la distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera se emplea la siguiente fórmula:

$$d \geq D_{add} + D_{el} = 7,5 \text{ m}$$

Donde $D_{add} = 6,3 \text{ m}$, al tratarse de una línea de 1ª categoría, como se indica en el apartado 5.7.1 de la ITC-LAT 07. Esto conjuntamente con la D_{el} de 1,20 m obtenida en la figura 14.1, se determina que la altura mínima aplicable será de 7,5 metros.

Cálculos Eléctricos

15.1 Parámetros Eléctricos

Para modelar el comportamiento de la línea en cuanto a su caída de tensión se requieren los parámetros equivalentes a la resistencia y a las inductancias de las líneas.

15.1.1 *Material*

El primer paso para el cálculo del material empleado pasa por el cálculo de la corriente admisible a circular por la línea. Fijando la potencia a transmitir por la línea en $P = 60$ MW con un factor de potencia de $\cos(\phi) = 0,9$ y teniendo en cuenta una tensión de final de línea de 0,95 la nominal.

$$I_{ad} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos(\phi)} = 306,94 \text{ A}$$

donde: $U_l = 0,95U_n$

Se utiliza para la construcción de la línea, cable de aluminio reforzado con núcleo de acero (figura 15.1).

15.1.2 *Corriente máxima admisible*

El cálculo de la densidad máxima admisible se obtiene a partir del valor de obtenido de la tabla 11 de la ITC-LAT 07.

De esta tabla se obtiene que para un conductor de sección nominal de $281,1 \text{ mm}^2$ la densidad de corriente admisible para conductores de aluminio es de $2,2067 \text{ A/mm}^2$.

El reglamento indica que para conductores de aluminio con alma de acero se debe de corregir el valor obtenido de la tabla para conductores de aluminio en función de la composición del conductor, en este caso, para una composición 27 + 6, se aplica un factor de 0,937 lo que resulta en una densidad de corriente máxima admisibles de $2,0677 \text{ A/mm}^2$.

Designación	Designación antigua	Secciones			Número de alambres		Diámetros de los alambres		Diámetros		Masa lineal	Carga de rotura	Resistencia en c.c.	Módulo de elasticidad	Coeficiente de dilatación lineal	Reglamento		Código	
		AL1	ST1A	Total	AL1	ST1A	AL1	ST1A	Alma	Conductor						a 20 °C	Densidad de corriente		Intensidad de corriente
		mm ²	mm ²	mm ²	n°	n°	mm	mm	mm	mm						Q/km	A/mm ²		A
47-AL1/8-ST1A	LA 56	46,8	7,8	54,6	6	1	3,15	3,15	3,15	9,45	189,1	1640	0,6136	7900	19,1	3,7	202	5463004	
67-AL1/11-ST1A	LA 78	67,4	11,2	78,6	6	1	3,78	3,78	3,78	11,34	272	2310	0,4261	7900	19,1	3,10	244	5463007	
100-AL1/17-ST1A	==	100	16,7	116,7	6	1	4,61	4,61	4,61	13,8	404	3433	0,2869	7900	19,1	2,76	320	5463116	
107-AL1/18-ST1A	LA 125 PENGUIN	107	17,9	125,1	6	1	4,77	4,77	4,77	14,31	433	3680	0,2675	7900	19,1	2,68	336	5463012	
152-AL1/25-ST1A	LA 175 OSTRICH	152	24,7	176,7	26	7	2,73	2,12	6,36	17,28	613	5500	0,1900	7500	18,9	2,42	429	5463017	
147-AL1/34-ST1A	LA 180	147,3	34,3	181,6	30	7	2,50	2,50	7,50	17,50	676	6390	0,1962	8000	17,8	2,33	424	5463020	
242-AL1/39-ST1A	LA 280 HAWK	241,7	39,4	281,1	26	7	3,44	2,68	8,04	21,80	977	8450	0,1194	7500	18,9	2,04	574	5463023	
337-AL1/44-ST1A	LA 380 GULL	337,3	43,7	381,0	54	7	2,82	2,82	8,46	25,38	1275	10650	0,0857	6900	19,3	1,87	712	5463032	
402-AL1/52-ST1A	LA 455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	54	7	3,08	3,08	9,24	27,72	1521	12400	0,0718	6900	19,3	1,75	799	5463035	
483-AL1/33-ST1A	LA 510 RAIL	483,4	33,4	516,8	45	7	3,70	2,47	7,39	29,59	1600	11580	0,0599	6600	20,9	1,70	882	5463038	
485-AL1/63-ST1A	LA 545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	54	7	3,38	3,38	10,14	30,42	1832	14850	0,0596	6900	19,3	1,62	890	5463041	
565-AL1/72-ST1A	LA 635 FINCH	565,0	71,6	636,6	54	19	3,65	2,19	10,95	32,85	2125	17500	0,0511	6700	19,4	1,51	960	5463047	
806-AL1/56-ST1A	LA 860 LAPWING	805,7	55,6	861,3	45	7	4,77	3,18	9,54	38,16	2666	18700	0,0359	6600	20,9	1,25	1077	5463056	

Figura 15.1: Características esenciales de los conductores de aluminio/acero

Una vez obtenida la densidad, con la sección del conductor se obtiene una corriente máxima admisible de 581,22 A.

15.1.3 Potencia máxima admisible

La potencia máxima que podría llegar a transportar la línea se obtiene a partir de la corriente máxima admisible que podría circular por la línea obtenido en el apartado anterior, el valor de la tensión nominal de y su coseno de ϕ :

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U_l \cdot I_{max} \cos \phi$$

Con una tensión nominal de 132 kV y un $\cos \phi = 0,95$ se obtiene una potencia de 120 MW, por lo que la instalación podría llegar a suministrar el doble de la potencia necesaria en la actualidad, dejando un margen de ampliación considerable.

15.1.4 Resistencia

Siguiendo la norma UNE 21144-1-1:2012 En primer lugar se calcula la resistencia en corriente continua del conductor, para ello se extrae de la tabla de la figura 15.1 la resistencia en c.c. $R_0 = 0,1194 \Omega/\text{km}$ y de la tabla de la figura 15.2 el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura $\alpha_{20} = 0,004$ y se corrige para la temperatura de funcionamiento de la línea, que se supone de $\Theta = 70^\circ\text{C}$:

$$R' = R_0 \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot (\Theta - 20)) = 0,1435 \Omega/\text{km}$$

La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, viene dada por la siguiente fórmula (válida para $x_s < 2,8$):

Material	Resistividad (ρ) $\Omega \cdot m$ a 20 °C		Coeficiente de temperatura (α_{20}) por K a 20 °C	
a) <i>Conductores</i>				
Cobre	1,724 1	10^{-8}	3,93	10^{-3}
Aluminio	2,826 4	10^{-8}	4,03	10^{-3}
b) <i>Cubiertas y armaduras</i>				
Plomo y aleaciones de plomo	21,4	10^{-8}	4,0	10^{-3}
Acero	13,8	10^{-8}	4,5	10^{-3}
Bronce	3,5	10^{-8}	3,0	10^{-3}
Acero inoxidable	70,0	10^{-8}	Despreciable	
Aluminio	2,84	10^{-8}	4,03	10^{-3}

NOTA Los valores referentes al cobre que constituye los conductores se corresponden con los de la Norma IEC 60028
Los valores referentes al aluminio que constituye los conductores se corresponden con los de la Norma IEC 60889

Figura 15.2: Resistividades eléctricas y coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura de los metales utilizados (extracto de UNE 21144)

$$R = R' \cdot (1 + y_s) = 1,44 \cdot 10^{-4} \Omega/m$$

y_s es el factor de efecto pelicular que viene dado por:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8x_s^4} = 0,00398$$

donde:

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R'} 10^{-7} k_s = 0,87595 \rightarrow x_s = 0,9359 < 2,8$$

f es la frecuencia de la corriente de alimentación 50 Hz

$k_s = 1$ para conductores circulares cableados de aluminio

Teniendo en cuenta la longitud de línea de $l = 9,55$ km obtenida del trazado revisado, se obtiene una resistencia efectiva de $R = 1,38 \Omega$

15.1.5 Inductancia

Para el cálculo de la inductancia hace falta conocer la distribución espacial de los conductores, la cual viene definida por los armados. Al variar las distancias, se ha empleado el valor típico como referente para el cálculo de la distancia media geométrica.

$$D_g = \sqrt[3]{D_{gab} \cdot D_{gac} \cdot D_{gbc}} = 5,21 \text{ m}$$

Sabiendo que el cable Hawk dispone de un diámetro de conductor de 21,8 mm, para el caso de un conductor circular macizo, el radio geométrico se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$R_g = r \cdot e^{-1/4} = 8,49 \text{ mm}$$

Una vez hecho esto se procede al cálculo de la inductancia

$$L_{ap} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \left(\frac{D_g}{R_g} \right) = 1,28 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$

donde:

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$$

Que para una línea de $l = 9,55 \text{ km}$ se corresponde con una inductancia de $L = 0,012 \text{ H}$

15.1.6 Capacidad

La capacidad se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0}{\ln \frac{D_g}{r}} = 9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

donde:

$$\epsilon_0 = (36 \cdot \pi \cdot 10^9)^{-1} \text{ F/m}$$

Dicho valor multiplicado por la longitud total de la línea resulta en una capacidad de $86,01 \text{ nF}$.

15.1.7 Conductancia

Para averiguar la conductancia hay que analizar si se produce el efecto corona, para ello se calcula la tensión crítica disruptiva a partir del cual se ioniza el aire dando lugar a varias consecuencias indeseadas como ruido, emisiones radioeléctricas y pérdidas de potencia. Dicha tensión se obtiene mediante la fórmula de Peek:

$$U_c = 21,2 \cdot m \cdot \delta_{25} \cdot r \cdot \ln \left(\frac{D_g}{r} \right) \text{ kV}$$

donde:

$$m = m_c \cdot m_a$$

m_c vale 1 para conductor liso y 0.83 para cableado

m_a vale 1 para tiempo seco y 0.8 para lluvioso

δ_{25} es la corrección de la densidad relativa del aire con respecto a $P_0 = 1,013 \text{ bar}$ y $T_0 = 25 \text{ °C}$

r es el radio del conductor en cm

D_g es la distancia media geométrica entre fases en cm

- m

Para el cálculo se asume el caso mas desfavorable de conductor cableado en tiempo lluvioso

$$m = 0,83 \cdot 0,8 = 0,664$$

▪ δ_{25}

La corrección de la densidad relativa del aire se calcula mediante:

$$\delta_{25} = \frac{298}{273 + \theta} \cdot e^{-1,227 \cdot 10^{-4} \cdot h}$$

donde:

h es la altitud en metros sobre el nivel del mar

θ es la temperatura del aire en °C

Empleando de altura en la ecuación el valor de la altura máxima de 228,74 m y asumiendo una pérdida de temperatura de 5 °C sobre 25 °C por cada 1000 m sobre la altura del mar, se obtiene una temperatura de aire de $\theta = 23,86$ °C. Con esto se obtiene $\delta_{25} = 0,976$

Sabiendo que el conductor dispone de un radio de 1,09 cm y con la distancia media geométrica calculada de 521 cm se obtiene una tensión crítica disruptiva de 92,85 kV.

Teniendo en cuenta una tensión de fase de $145 \text{ kV} / \sqrt{3} = 83,72 \text{ kV}$ que al ser inferior a la tensión crítica disruptiva, se puede asumir que no existen pérdidas por efecto corona y permitiendo despreciar la conductancia.

15.2 Modelo Eléctrico de la Línea

Para obtener las relaciones entre los valores en el origen y en el final de la línea se realiza el modelo del cuadripolo en π de la línea.

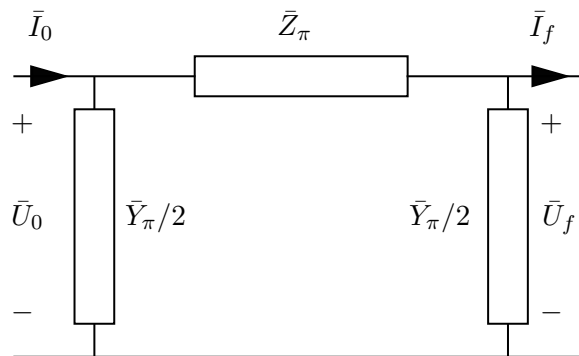


Figura 15.3: Impedancias y fasores del modelo en π

En primer lugar hay que calcular los valores de la impedancia y admitancia del modelo en π a partir de los parámetros eléctricos del apartado anterior y sabiendo que la red eléctrica en España opera a una frecuencia de 50 Hz.

$$\bar{Z}_{\pi} = R + j\omega L = (1,38 + 3,77i) \Omega$$

$$\bar{Y}_{\pi} = G + j\omega C = 2,69i \times 10^{-5} \text{ U}$$

donde:

$$\omega = 2\pi f$$

Con la admitancia y impedancia se puede proceder al cálculo de los distintos elementos de la matriz que relaciona los valores a principio y final de línea.

$$\begin{bmatrix} \bar{U}_0 \\ \bar{I}_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{A} & \bar{B} \\ \bar{C} & \bar{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{U}_f \\ \bar{I}_f \end{bmatrix}$$

$$\bar{A} = \bar{D} = \frac{\bar{Z}_\pi \cdot \bar{Y}_\pi}{2} + 1 = 1 + 1,86i \times 10^{-5}$$

$$\bar{B} = \bar{Z}_\pi = 1,38 + 3,77i$$

$$\bar{C} = \frac{\bar{Z}_\pi \cdot \bar{Y}_\pi^2}{4} + \bar{Y}_\pi = -2,49 \times 10^{-10} + 2,69i \times 10^{-5}$$

15.2.1 Caída de tensión

Se asume una tensión a final de línea del 0,95 sobre la tensión nominal.

$$\bar{U}_1 = 0,95U_n = 125,4 \text{ kV}$$

La tensión final de línea se relaciona con su intensidad por medio de la potencia transportada.

$$P = \sqrt{3}U_1 I_1 \cos \phi$$

que despejando se obtiene:

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3}U_1 \cos \phi} = 306,94 \text{ A}$$

donde:

$$P = 60 \text{ MW}$$

$$\cos \phi = 0,9$$

Una vez sabido en modulo del valor de la corriente al final de la línea, se puede obtener su fasor al conocer su $\cos \phi$

$$\bar{I}_1 = I_1 \angle -\arccos \phi = 306,94 \angle -25,84^\circ \text{ A}$$

Una vez llegados a este punto obtiene la tensión en cabecera a partir de las ecuaciones obtenidas del modelo en π , teniendo en cuenta que son validas para parámetros de fase.

$$\bar{U}_{0f} = \bar{A}\bar{U}_{1f} + \bar{B}\bar{I}_{1f} = 125,905 \angle 0,23^\circ \text{ kV}$$

donde:

$$\bar{I}_{1f} = \bar{I}_1$$

$$\bar{U}_{1f} = \bar{U}_1 / \sqrt{3}$$

Sabidas las tensiones a principio y final de línea el cálculo de la caída de tensión porcentual sobre la nominal.

$$\Delta U = \frac{U_{0f} - U_{1f}}{U_{nf}} \cdot 100 = 0,66 \%$$

donde:

$$\bar{U}_{nf} = \bar{U}_n / \sqrt{3}$$

Se observa una caída de tensión despreciable, esto se debe al cable HAWK empleado. Se podría haber optado por un cable mas ajustado pero se elige este en concreto por ser el normalmente empleado, esto dejaría margen para futuras ampliaciones sin la necesidad de remplazar la línea.

15.2.2 Pérdidas de potencia

Para el cálculo de las pérdidas de potencia, se también se emplean las ecuaciones obtenidas del modelo en π para el cálculo de la corriente de fase en el punto de partida de la línea.

$$\bar{I}_{0f} = \bar{C}\bar{U}_{1f} + \bar{D}\bar{I}_{1f} = 175,76 \angle -24,85^\circ \text{ A}$$

Conocidas todas las corrientes y tensiones de fase se puede calcular la potencia aparente a principio y final de línea para determinar las perdidas de conducción.

$$\bar{S}_0 = 3\bar{U}_{0f}\bar{I}_{0f}^* = (60,128 + 28,140i) \text{ MV A}$$

$$\bar{S}_1 = 3\bar{U}_{1f}\bar{I}_{1f}^* = (60,001 + 29,057i) \text{ MV A}$$

Teniendo en cuenta que las partes real y imaginaria del fasor de potencia aparente se corresponden con la potencia activa y reactiva respectivamente:

$$S = P + Qi$$

se pueden obtener las perdidas de potencia restando los fasores de potencia aparente a principio y final de línea.

$$\Delta P = \Re(\bar{S}_0 - \bar{S}_1) = 127 \text{ kW}$$

$$\Delta Q = \Im(\bar{S}_0 - \bar{S}_1) = -917 \text{ kVAr}$$

15.2.3 Rendimiento de la línea

El rendimiento de la línea se obtiene como la relación entre la potencia entregada por la línea y la potencia total de la misma.

$$\mu = \frac{P - \Delta P}{P} \cdot 100 = 99,79 \%$$

15.3 Cadenas de Aisladores

Para la selección de la cadena de aisladores hay que tener en cuenta los valores de tensión normalizada de corta duración a frecuencia industrial y la tensión soportada normalizada a impulsos de tipo rayo. Estos valores requeridos se obtienen de la Tabla 12. Niveles de aislamiento normalizados para la gama I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$), de la ITC-LAT 07.

A partir del valor de tensión mas elevada para el material, que para el caso de una línea de tensión nominal $U_n = 132 \text{ kV}$ es de $U_m = 145 \text{ kV}$, se obtienen los siguientes valores eficaces requeridos:

- Tensión normalizada de corta duración a frecuencia industrial: 275 kV
- Tensión soportada normalizada a impulsos de tipo rayo: 650 kV

El próximo paso de cara a la selección de la cadena de aisladores es la determinación de la línea de fuga mínima, esta viene determinada a partir la Tabla 14. Líneas de fuga recomendadas de la ITC-LAT 07.

Según dicha tabla, se determina un grado de contaminación media que se corresponde con una línea de fuga de $> 20 \text{ mm/kV}$ que para una una tensión máxima de $U_m = 145 \text{ kV}$ es de 2900 mm.

Se elige el aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de referencia U120RB132 fabricado por Envertec, las características del cual se encuentran detalladas en la tabla tabla 10.1.

Para este aislador, se utiliza el tipo normalizado de herraje que determina Iberdrola.

Designación Tipos Normalizados	Figura	Tamaño Herrajes	Herrajes	
			Extremo superior	Extremo inferior
U70PP20 U70PP20P U70PP30 U70PP30P	Fig. 1-j	13L	P = lengüeta	P = lengüeta
U70YPR20P	Fig. 1-k	16 A:17 B:16	Y = horquilla en Y	PR = lengüeta revirada
U70YB20 U70YB20P U70YB20 AL U70YB30 AL U70YB45 AL U70YB66 AL U70YB30P AL	Fig. 1-a		Y = horquilla en Y	B = rótula
U70AB30 U70AB45 U70AB66 U70AB30P U70AB45P U70AB66P U70AB66P AL	Fig. 1-b		A = anilla	B = rótula
U120AB132 U120AB132P		A:24, B:16		
U120RB132 U120RB132P	Fig. 1-c	16	R = alojam. rótula	B = rótula
U120AAR132	Fig. 1-d	24	A = anilla	AR = anilla revirada

Figura 15.4: Tipos normalizados de herrajes

Según lo expuesto en la figura 15.4, el herrajes a utilizar dispone de un alojamiento para rótula en el extremo superior y una rótula en el extremo inferior.

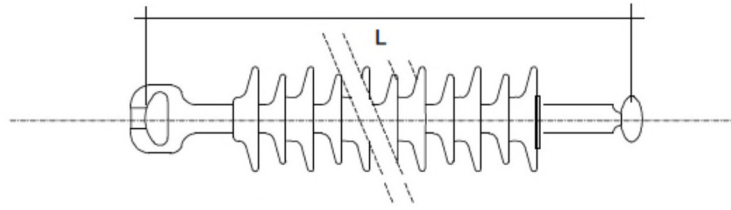


Figura 15.5: Detalle del tipo de herrajes a empleado

15.4 Distribución de campo magnético

Se calcula con el programa CRMag[®] la distribución de campo magnético sobre el terreno a 1 m de altura en el vano 5-6.

Vista en planta del vano con una franja de 60 m a cada lado de la línea, suponiendo una intensidad de 350 A.

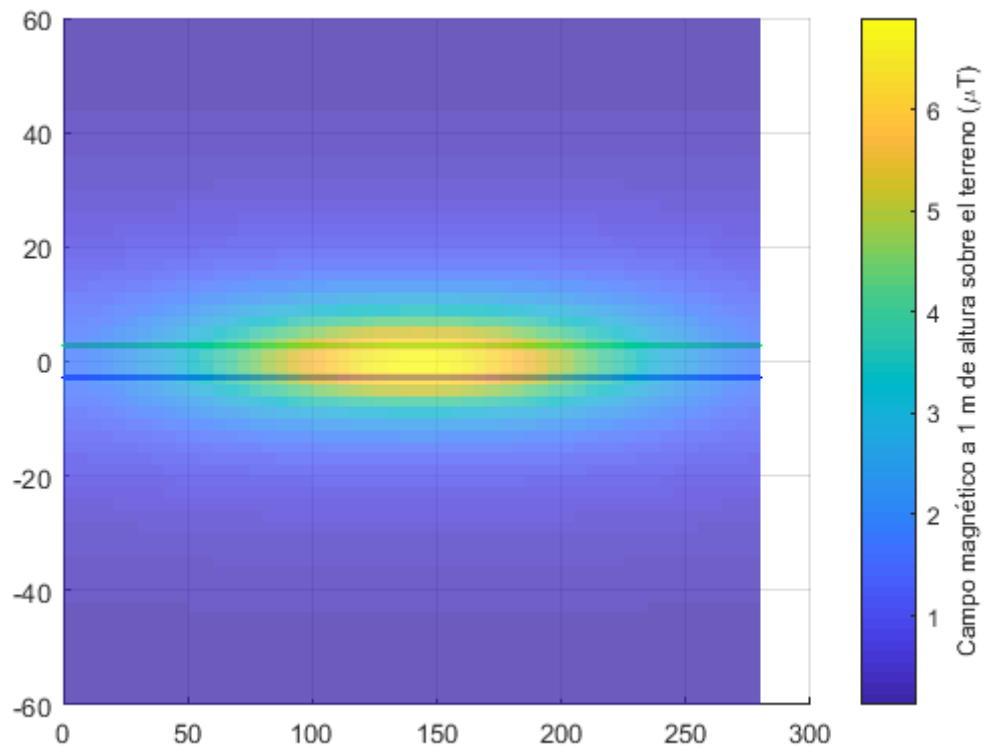


Figura 15.6: Campo magnético en el vano 5-6

Gráfica en sentido transversal (60 m a cada lado de la línea), en el punto donde más cerca están los cables del terreno:

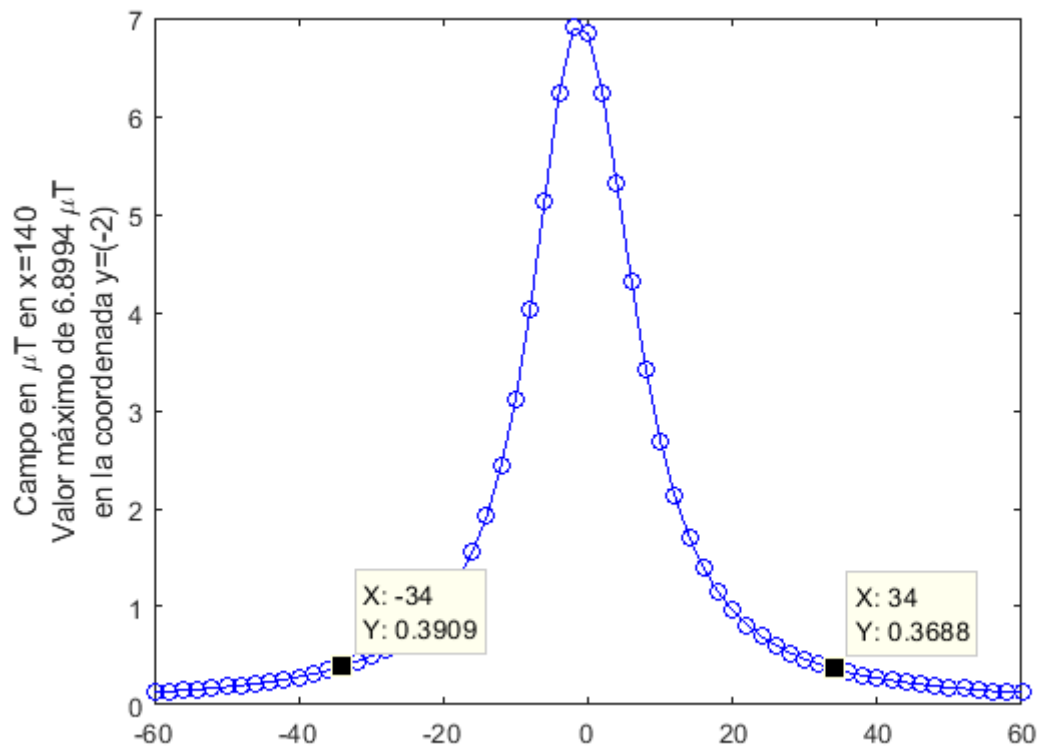


Figura 15.7: Densidad de flujo magnético

Se observa que a 34 m del eje de la línea los valores de densidad de flujo magnético ya son inferiores a $0,4 \mu\text{T}$.

Dimensionamiento de la puesta a tierra

De cara al correcto dimensionado de la puesta a tierra se requieren los valores de la corriente de defecto a tierra y del tiempo de la misma. Estos parámetros se obtienen de la compañía distribuidora de electricidad, en este caso Iberdrola define expone una corriente de falta de 25 kA con un tiempo de disparo de 0,1 s.

16.1 Tipos de apoyo

La ITC-LAT 07 considera apoyos frecuentados a aquellos ubicados en localizaciones donde sea frecuente la existencia de personal ajeno a la instalación eléctrica. Estos apoyos pueden ser a su vez apoyos frecuentados con calzado o sin calzado en función de si en su emplazamiento cabría esperar encontrarse personas desprovistas de calzado o no.

En este proyecto se realiza el cálculo de la puesta a tierra de apoyos no frecuentados y apoyos frecuentados con calzado, al no discurrir la línea por ninguna localizaciones con afluencia de público descalzo.

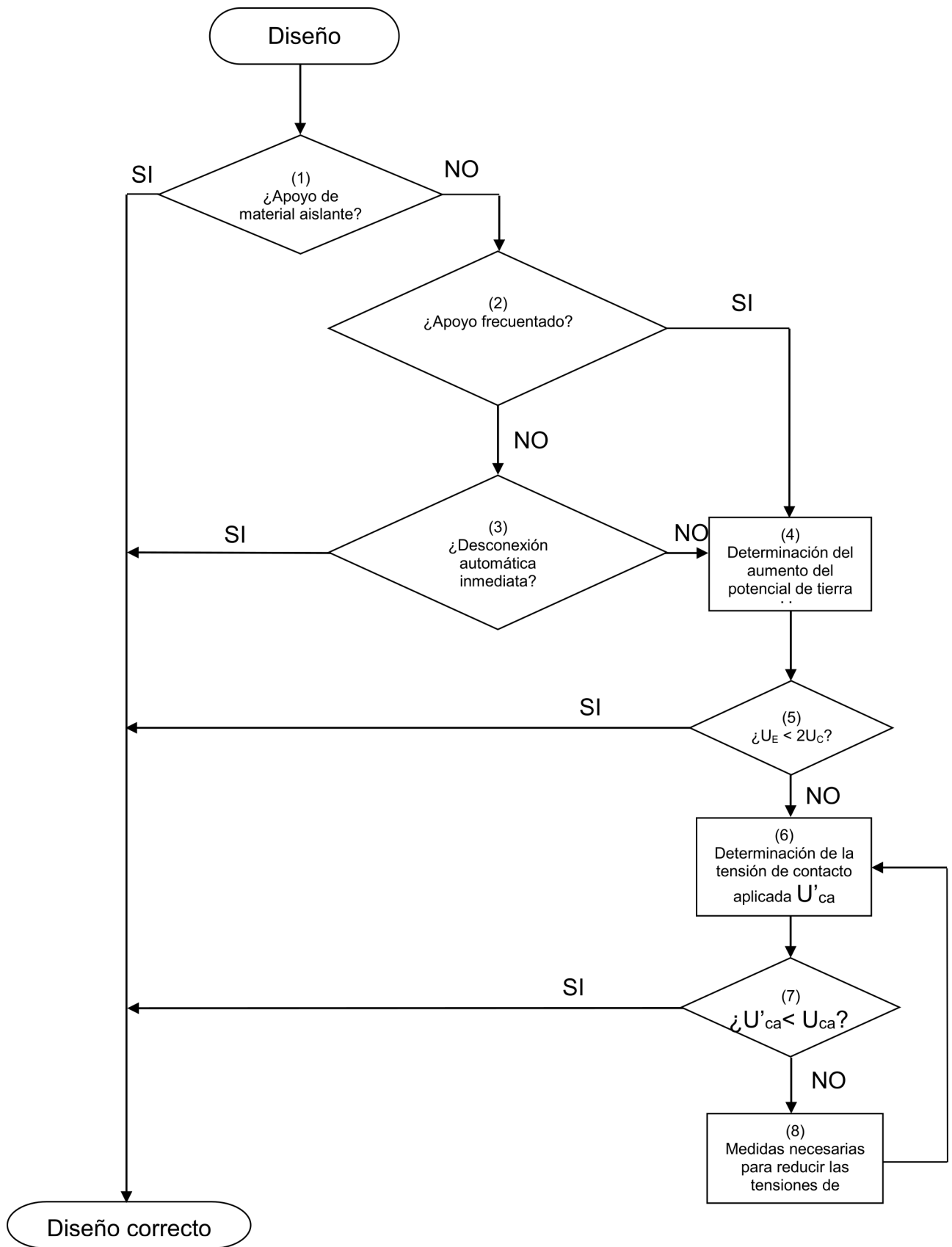


Figura 16.1: Esquema de diseño de puesta a tierra

16.2 Apoyos no frecuentados

Para la puesta a tierra de apoyos no frecuentados se propone configuración de puesta a tierra de Línea Aérea flagelo con 1 sola pica de 2 m enterrada a 1 m de profundidad CPT-LA-F+1P2.

Para la comprobación de cumplimiento se debe comprobar primero la resistencia de puesta a tierra R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho$$

donde:

K_r es el coeficiente de reducción de la puesta a tierra

ρ es la resistividad del terreno

El valor de K_r se obtiene de la tabla 7 del MT 2.22.05 de Iberdrola, para el electrodo seleccionado es de $0,411 \Omega/(\Omega m)$, multiplicado por una resistividad estimada de $30 \Omega m$ se obtiene una resistencia de puesta a tierra de $R_t = 12,33 \Omega$

De la tabla 2 del MT 2.00.03 de Iberdrola se obtiene una impedancia equivalente de subestación $Z_{LTH} = 2,794 \Omega$ para una tensión nominal de línea de 132 kV.

En base a esto se procede al cálculo de la corriente de puesta a tierra en el apoyo:

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{Z_{LTH}^2 + R_t^2}} = 6630,86 \text{ A}$$

Si se contempla un tiempo de actuación de protecciones de $I'_{1F} t = 2500$, para una corriente máxima de puesta a tierra de 25 kA se obtiene un tiempo de actuación de:

$$t = \frac{2500}{25000} = 0,1 \text{ s}$$

Para la corriente de puesta a tierra se obtiene un tiempo de actuación de:

$$t = \frac{2500}{6630,86} = 0,38 \text{ s}$$

En base al apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07, si la línea se encuentra provista de desconexión automática inmediata, se considera un diseño correcto del sistema de puesta a tierra. Esto implica una actuación de las protecciones en un tiempo inferior a 1 sec.

También se debe comprobar el valor de la resistencia de puesta a tierra sea de un valor lo suficientemente reducido de modo a que se activen las protecciones. Esta condición se cumple si el tiempo de actuación para la corriente de puesta a tierra es inferior a 10 sec.

Al cumplir con ambas condiciones se considera correcto el diseño de la puesta a tierra de apoyos no frecuentados.

16.3 Apoyos frecuentados con calzado

En este caso la solución propuesta consiste en una configuración de puesta tierra de línea aérea compuesta por una malla de un primer anillo interno sin picas y un segundo anillo externo con 8 picas CPT-LA-1A-7,2+2A-9,6+8P3.

En este caso, se considera un coeficiente de resistencia de puesta a tierra $K_r = 0,411 \Omega/(\Omega \text{ m})$ de la tabla 9 del MT 2.22.05.

Con este factor y al resistividad del terreno se calcula la resistencia de la pica:

$$R_p = K_r \cdot \rho = 1,115 \Omega$$

A partir de la corriente de falta se puede obtener la que se deriva al defecto por medio de:

$$I_E = r \cdot I_F = 19,26 \text{ kA}$$

donde r es un factor de reducción asociado al acoplamiento inductivo que se produce entre los conductores de fase y el cable de guarda, este se puede obtener mediante la ecuación de Carson aunque en la UNE 207003 se incluyen valores típicos, de dónde se obtiene un factor de reducción de 0,77.

Se obtiene la mediante la ecuación de Carson:

$$Z_s = R_q + \frac{\omega\mu_0}{8} + j \frac{\omega\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{\delta}{r_q} + \frac{\mu_0}{4} \right) = (0,0857 + 0,4673i) \Omega$$

donde:

R_q es la resistencia del conductor de tierra

r_q es el radio del cable de tierra

δ es la profundidad de corrientes de retorno a tierra y vale:

$$\frac{1,85}{\sqrt{\frac{\mu_0\omega}{\rho}}}$$

Una vez sabido el valor de Z_s se puede obtener la impedancia de puesta a tierra Z_E :

$$Z_A \approx Z_B = \frac{1}{2} \left(Z_s + \sqrt{Z_s \cdot (4R_t + Z_s)} \right) = (0,05941 + 0,7414i) \Omega$$

$$Z_E = \frac{1}{\frac{1}{Z_A} + \frac{1}{Z_B} + \frac{1}{R_p}} \approx \frac{1}{2} Z_A = (0,2925 + 0,2202i) \Omega$$

Con esto se obtiene un aumento del potencial de tierra:

$$U_E = |I_E \cdot Z_E| = 7,0476 \text{ kV}$$

La norma admite una tensión de contacto máxima admisible de:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_s}{1000} \right) = 4,33 \text{ kV}$$

La condición a cumplir para comprobar el correcto diseño de la puesta a tierra es que el aumento de potencial de tierra sea inferior al doble de la tensión de contacto máxima admisible, por lo que se concluye que la puesta a tierra es correcta.

Bibliografía

- Álvarez Bel, Carlos María., Manuel. Alcázar Ortega y Elisa Peñalvo López (2018). *Sistemas eléctricos de potencia: fundamentos*. Universitat Politècnica de València.
- Iberdrola (sep. de 2013). *Manual Técnico de Distribución MT 2.22.05*.
- Imedexsa (s.f.). *Manual de usuario Imedexsa 12*.
- Institut Cartogràfic Valencià (2016). *MS Windows NT Kernel Description*. URL: <https://visor.gva.es> (visitado 30-09-2019).
- Moreno Mohíno, Jorge y col. (2008). *Reglamento de líneas de alta tensión y sus fundamentos técnicos*. Paraninfo Cengage Learning.
- Normalización y Certificación, Asociación Española de (1999). *Hormigón estructural. Tomo 3, Instrucción de hormigón estructural (EHE)*. AENOR.
- Roldán Porta, C. y Roldán Blay, C. (2016). *Apuntes de líneas y redes de alta tensión*. Universitat Politècnica de València.
- Trashorras Montecelos, Jesús y España Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2018). *Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09: Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero*. Ed. rev. y actualizada. Paraninfo.

Parte IV

Presupuesto

MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
CAPÍTULO 01 APOYOS									
01.01 1.001	AGR-18000-10 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AGR-18000-10 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	5.706,00	5.706,00
01.02 1.002	HA-2000-23 armado S2881 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-23 con armado S2881, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	3.798,00	7.596,00
01.03 1.003	AG-3000-16 armado S1771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-16 con armado S1771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	3.422,00	6.844,00
01.04 1.004	HAR-2500-18 armado S1771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HAR-2500-18 con armado S1771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	3.380,00	3.380,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
01.05 1.005	HA-2000-19 armado S2991 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-19 con armado S2991, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	3.118,00	6.236,00
01.06 1.006	CO-12000-15 armado S1443 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía CO-12000-15 con armado S1443, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	8.018,00	8.018,00
01.07 1.007	AG-3000-16 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-16 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	3.364,00	6.728,00
01.08 1.008	AG-3000-20 armado S1771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-20 con armado S1771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	4.272,00	4.272,00
01.09 1.009	HAR-2500-22 armado S1771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-20 con armado S1771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	4.110,00	8.220,00
01.10 1.010	HA-2000-19 armado S2881 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-19 con armado S2881, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	3.106,00	3.106,00
01.11 1.011	AG-3000-10 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-10 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						9,00	2.414,00	21.726,00
01.12 1.012	AGR-6000-23 armado S1772 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AGR-6000-23 con armado S1772, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	6.246,00	6.246,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
01.13 1.013	HA-2000-16 armado S2771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-16 con armado S2771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	2.682,00	2.682,00
01.14 1.014	CO-9000-12 armado S1443 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía CO-9000-12 con armado S1443, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	6.506,00	6.506,00
01.15 1.015	HA-2000-14 armado S2881 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-14 con armado S2881, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						2,00	2.488,00	4.976,00
01.16 1.016	AG-3000-12 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-12 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente.						1,00	2.734,00	2.734,00
01.17 1.017	MI-2000-18 armado S2551 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía MI-2000-18 con armado S2551, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	2.586,00	2.586,00
01.18 1.018	MI-2000-14 armado S2551 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía MI-2000-14 con armado S2551, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	2.054,00	2.054,00
01.19 1.019	HA-2000-23 armado S2771 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HA-2000-23 con armado S2771, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	3.762,00	3.762,00
01.20 1.020	MI-2000-14 armado S2441 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía MI-2000-14 con armado S2441, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	2.042,00	2.042,00

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
01.21 1.021	HAR-2500-13 armado S1553 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HAR-2500-13 con armado S1553, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	2.746,00	2.746,00
01.22 1.022	AG-3000-23 armado S1881 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-23 con armado S1881, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	5.016,00	5.016,00
01.23 1.023	AG-3000-14 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-14 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	3.054,00	3.054,00
01.24 1.024	HAR-2500-20 armado S1882 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HAR-2500-20 con armado S1882, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	3.904,00	3.904,00
01.25 1.025	AG-3000-20 armado S1881 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AG-3000-20 con armado S1881, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	4.416,00	4.416,00
01.26 1.026	HAR-2500-20 armado S1553 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía HAR-2500-20 con armado S1553, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	3.702,00	3.702,00
01.27 1.027	AGR-18000-16 armado S1552 Suministro e instalación de apoyo metálico en celosía AGR-18000-16 con armado S1552, empotrado en cimentación preparada incluida en partida independiente. Incluido maquinaria y medios de instalación y montaje en partida independiente						1,00	7.826,00	7.826,00

146.084,00

TOTAL CAPÍTULO 01 APOYOS.

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES

02.01
2.001

m3 Cimentación tetrabloque

Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba para formación de 4 bloques de cimentación con cueva cuadrada.

AG-3000-10	9,00	6,79	61,11
AG-3000-12	1,00	6,79	6,79
AG-3000-14	1,00	6,97	6,97
AG-3000-16	4,00	6,95	27,80
AG-3000-20	2,00	7,13	14,26
AG-3000-23	1,00	7,33	7,33
AGR-18000-10	1,00	18,93	18,93
AGR-18000-16	1,00	21,42	21,42
AGR-6000-23	1,00	8,90	8,90
CO-12000-15	1,00	12,14	12,14
CO-9000-12	1,00	8,56	8,56

194,21 63,00 12.235,23

02.02
2.002

m3 Cimentación monobloque

Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba para formación de 4 bloques de cimentación con cueva cuadrada.

C-2000-20	1,00	3,95	3,95
HA-2000-14	2,00	5,50	11,00
HA-2000-16	1,00	6,05	6,05
HA-2000-19	3,00	6,95	20,85
HA-2000-23	3,00	8,55	25,65
HAR-2500-13	1,00	5,74	5,74
HAR-2500-18	1,00	7,13	7,13
HAR-2500-20	2,00	7,82	15,64
HAR-2500-22	2,00	8,90	17,80
MI-2000-14	2,00	4,69	9,38
MI-2000-18	1,00	6,14	6,14

129,33 63,00 8.147,79

TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES.

20.383,02

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 03 CONDUCTORES

03.01 3.001	km Conductor fase LA-280 Conductor de fase conformado por un núcleo de 7 hilos de acero y 26 hilos de aluminio de 281,1mm ² de sección con una densidad de corriente admisible de 3,58 A/mm ² y carga de rotura de 8620 kg.						28,65	4.613,05	132.163,88
03.02 3.002	km Conductor protección OPGW-48 Cable de tierra de fibra óptica de 180 mm ² de sección de una resistencia eléctrica a 20°C de 0, 391 Ohm/km y una carga de rotura de 8000 kg						9,55	2.558,43	24.433,01

156.596,89

TOTAL CAPÍTULO 03 CONDUCTORES.

CAPÍTULO 04 GRAPAS

04.01 4.001	ud Grapa de Amarre GA_3 Grapa de amarre de cuerpo de aleación de aluminio, con pasador de acero inoxidable y tornillería de acero galvanizado para amarrar conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio-acero.						114,00	16,50	1.881,00
04.02 4.002	ud Grapa de Suspensión GS_3 Grapa de suspensión de aleación de aluminio con tornillería de acero galvanizado en caliente y pasadores de acero inoxidable para suspender conductores de aluminio, aleación de aluminio y aluminio-acero.						66,00	8,65	570,90

2.451,90

TOTAL CAPÍTULO 04 GRAPAS.

Código	Descripción	Uds.	Longitud	Anchura	Altura	Parciales	Medición	Precio	Presupuesto
--------	-------------	------	----------	---------	--------	-----------	----------	--------	-------------

CAPÍTULO 05 AISLADORES

05.01 5.001	ud Cadena U120RB132 Aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de nivel de polución d para tensión de servicio de 132 kV con tensión de rotura de 120 kN REF. IBERDROLA U120RB132						180,00	95,00	17.100,00
----------------	--	--	--	--	--	--	--------	-------	-----------

17.100,00

TOTAL CAPÍTULO 05 AISLADORES.

CAPÍTULO 06 PUESTA A TIERRA

06.01 6.001	ud Apoyo no frecuentado CPT-LA-F+1P2 Toma de tierra con una pica de acero cobreado de 2 m de longitud. El precio no incluye la excavación ni el relleno del trasdós.						11,00	74,00	814,00
----------------	--	--	--	--	--	--	-------	-------	--------

06.12 6.002	ud Apoyo frecuentado CPT-LA-1A-7,2+2A-9,6+8P3						31,00	276,80	8.580,80
----------------	---	--	--	--	--	--	-------	--------	----------

9.394,80

TOTAL CAPÍTULO 06 PUESTA A TIERRA.

CAPÍTULO 07 MANO DE OBRA

07.01 7.001	ud Montaje, armado e izado apoyos						1.391,88	42,00	58.458,96
----------------	-----------------------------------	--	--	--	--	--	----------	-------	-----------

07.02 7.002	m3 Excavación y hormigonado						323,00	110,00	35.530,00
----------------	-----------------------------	--	--	--	--	--	--------	--------	-----------

07.03 7.003	km Tendido, tensado y engrapado del conductor de fase						28,66	6.000,00	171.960,00
----------------	---	--	--	--	--	--	-------	----------	------------

07.04 7.004	km Tendido, tensado y engrapado del conductor de protección						9,55	4.100,00	39.155,00
----------------	---	--	--	--	--	--	------	----------	-----------

305.103,96

TOTAL CAPÍTULO 06 MANO DE OBRA.

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

Código	Capítulo	Total €	
01	APOYOS	146.084,00	22%
02	CIMENTACIONES	20.383,02	3%
03	CONDUCTORES	156.596,89	24%
04	GRAPAS	2.451,90	0,4%
05	AISLADORES	17.100,00	3%
06	PUESTA A TIERRA	9.394,80	1%
07	MANO DE OBRA	305.103,96	46%
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	657.114,57	
	13 % Gastos Generales	85.424,89	
	6 % Beneficio Industrial	39.426,87	
	Suma	781.966,33	
	21 % I.V.A. de Contrata	164.212,93	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	946.179,26	

Asciende el presupuesto base de licitación a la expresada cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTISÉIS CENTIMOS.

Parte V

Anexo de Cálculos

DISTANCIAS FINES DE LÍNEA "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

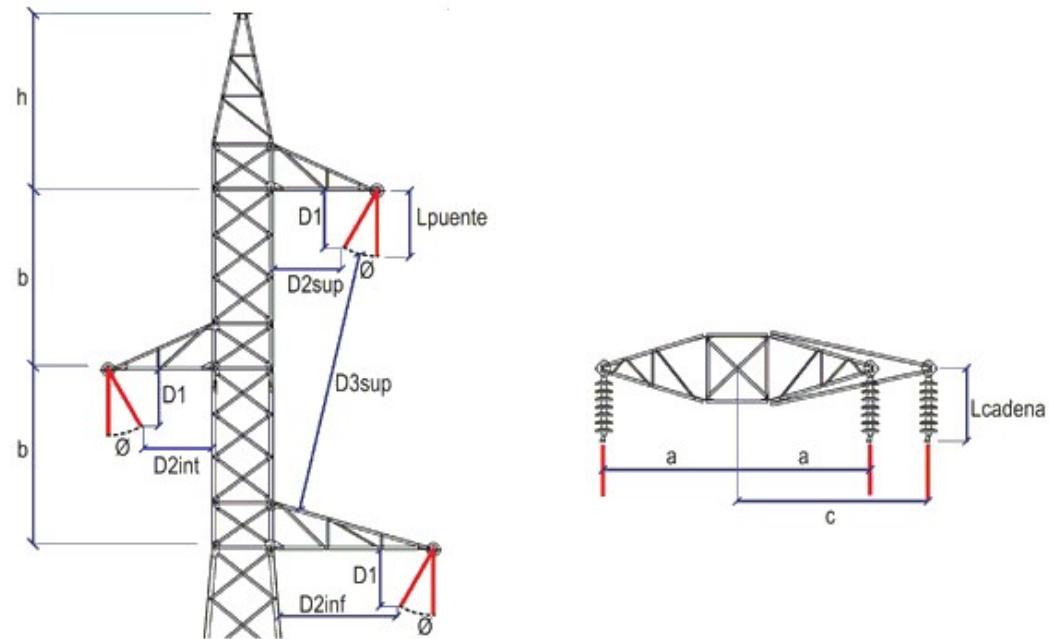
Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
1	FL	AGR-18000-10	S	9,21	10	2	2,8	2,8	4,3				2,57	4	5,13	--	--	2,84	7,13	2,14	2,01	1,4	1,4	1,26	1,49	--	
42	FL	AGR-18000-16	S	16	16	2	2,8	2,8	4,3				2,98	4	5,13	3,2	7,79	--	--	2,14	2,01	1,4	1,4	1,26	1,49	--	



DISTANCIAS ALINEACIONES "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	L	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
2	AL-SU	HA-2000-23	S	17,42	19,48	2	2,8	2,8	2,7	23,51	56,15	OK	3,07	4	5,59	2,84	7,13	3,07	8,94	2,14	1,96	1,34	1,34	1,3	1,68	—	
3	AL-SU	AG-3000-16	S	13,71	13,86	2	3,1	3,1	3,7	34,6	56,15	OK	3,07	4	6,61	3,07	8,94	2,92	8,85	2,14	1,77	1,39	1,39	1,27	1,58	—	
4	AL-SU	HAR-2500-18	S	12,49	13,26	2	3,1	3,1	3	32,52	56,15	OK	2,92	4	6	2,92	8,85	2,78	8,08	2,14	1,8	1,37	1,37	1,34	1,58	—	
5	AL-SU	HA-2000-19	S	15,04	15,04	2	2,9	2,9	2,7	29,99	56,15	OK	3,12	4	5,64	2,78	8,08	3,12	8,48	2,14	1,86	1,29	1,29	1,26	1,69	—	
7	AL-SU	HA-2000-19	S	15,04	15,04	2	2,9	2,9	2,7	29,56	56,15	OK	2,93	4	5,64	2,93	8,16	2,92	8,66	2,14	1,86	1,29	1,29	1,26	1,69	—	
8	AL-SU	AG-3000-16	S	13,71	13,86	2	3,1	3,1	3,7	32,96	56,15	OK	2,94	4	6,61	2,92	8,66	2,94	7,88	2,14	1,79	1,38	1,38	1,26	1,58	—	
10	AL-SU	AG-3000-20	S	18,25	18,36	2	3,1	3,1	3,7	30,21	56,15	OK	3,27	4	6,61	3,22	8,54	3,27	9,54	2,14	1,85	1,49	1,49	1,36	1,58	—	
11	AL-SU	HAR-2500-22	S	16,87	17,98	2	3,1	3,1	3	32,21	56,15	OK	3,27	4	6	3,27	9,54	3,05	8,51	2,14	1,81	1,38	1,38	1,35	1,58	—	
12	AL-SU	HA-2000-19	S	15,04	15,04	2	2,8	2,8	2,7	27,33	56,15	OK	3,05	4	5,59	3,05	8,51	2,95	7,3	2,14	1,9	1,27	1,27	1,23	1,68	—	
15	AL-SU	HA-2000-16	S	11,83	12,39	2	2,6	2,6	2,7	20,53	56,15	OK	2,71	4	5,49	2,71	6,84	2,64	6,7	2,14	2	1,27	1,27	1,23	1,64	—	
18	AL-SU	HA-2000-14	S	10,43	10,43	2	2,8	2,8	2,7	24,43	56,15	OK	3,09	4	5,59	2,35	7,21	3,09	7,58	2,14	1,95	1,35	1,35	1,31	1,68	—	
20	AL-SU	MI-2000-18	S	12,39	14,06	2	2,4	2,4	2,3	16,32	56,15	OK	3,29	4	5,05	2,52	6,33	3,29	7,8	2,14	2,06	1,37	1,37	1,31	1,69	—	
22	AL-SU	C-2000-20	S	11,44	11,76	1,8	2	2	1,5	9,87	56,15	OK	2,23	3,6	4,15	2,23	5,34	2,19	5,31	2,14	2,11	1,36	1,36	1,32	1,29	—	
24	AL-SU	MI-2000-14	S	9,71	10,12	2	2,4	2,4	2,3	15,68	56,15	OK	2,52	4	5,05	2,08	5,76	2,52	6,18	2,14	2,06	1,4	1,4	1,34	1,69	—	

DISTANCIAS ALINEACIONES "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

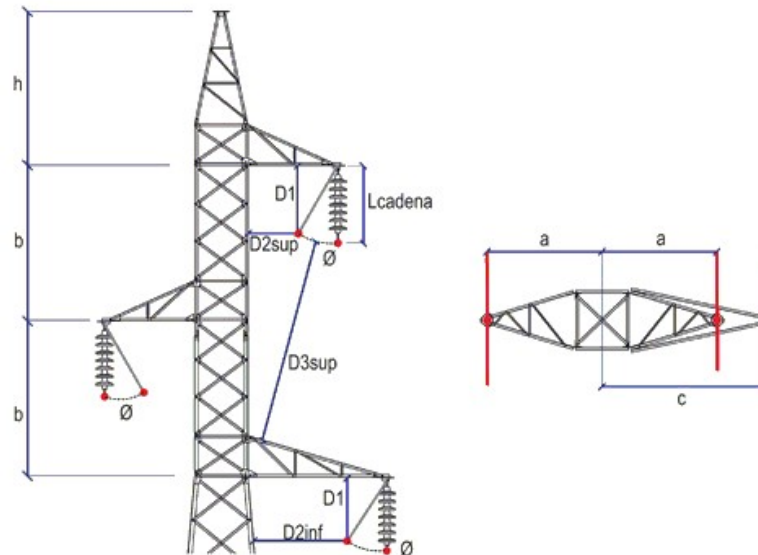
Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	L	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
29	AL-SU	HA-2000-23	S	18,43	19,48	2	2,6	2,6	2,7	20,31	56,15	OK	3,08	4	5,49	3,08	7,51	2,7	6,81	2,14	2,01	1,28	1,28	1,24	1,64	—	
31	AL-SU	MI-2000-14	S	10	10,12	2	2,2	2,2	2,3	13,18	56,15	OK	3,68	4	4,96	3,68	8,78	2,39	6,08	2,14	2,08	1,31	1,31	1,25	1,66	—	
34	AL-SU	HA-2000-14	S	10,43	10,43	2	2,8	2,8	2,7	25,41	56,15	OK	2,59	4	5,59	2,59	6,68	2,43	7,98	2,14	1,94	1,33	1,33	1,29	1,68	—	
35	AL-SU	AG-3000-23	S	20,86	20,86	2	3,6	3,6	3,7	49,67	56,15	OK	3,19	4	6,86	2,43	7,98	3,19	8,5	2,14	1,38	1,45	1,45	1,35	1,66	—	
37	AL-SU	HAR-2500-20	S	14,26	15,51	2	3,6	3,6	3,7	41,99	56,15	OK	3,67	4	6,86	3,35	8,95	3,67	11,11	2,14	1,59	1,6	1,6	1,57	1,66	—	
38	AL-SU	AG-3000-20	S	18,06	18,36	2	3,6	3,6	3,7	45,91	56,15	OK	3,74	4	6,86	3,67	11,11	3,74	9,89	2,14	1,49	1,54	1,54	1,43	1,66	—	
40	AL-SU	HAR-2500-22	S	17,89	17,98	2	3,1	3,1	3	33	56,15	OK	3,7	4	6	3,7	9,28	2,75	7,98	2,14	1,79	1,42	1,42	1,39	1,58	—	
41	AL-SU	HA-2000-23	S	18,41	19,48	2	2,8	2,8	2,7	25,45	56,15	OK	3,2	4	5,59	2,75	7,98	3,2	7,79	2,14	1,94	1,29	1,29	1,25	1,68	—	



DISTANCIAS AMARRES "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	
9	AL-AM	AG-3000-16	S	16	16	2	2,8	2,8	4,3				3	4	5,13	2,94	7,88	3,22	8,54	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
13	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				2,69	4	5,13	2,95	7,3	2,48	6,24	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
16	AL-AM	AG-3000-10	S	9,96	10	2	2,8	2,8	4,3				2,37	4	5,13	2,64	6,7	2,37	6,9	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
19	AL-AM	AG-3000-12	S	12	12	2	2,8	2,8	4,3				2,86	4	5,13	3,09	7,58	2,52	6,33	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
21	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				3,08	4	5,13	3,29	7,8	2,23	5,34	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
23	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				1,73	4	5,13	2,19	5,31	2,08	5,76	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
25	AL-AM	AG-3000-10	S	9,25	10	2	2,8	2,8	4,3				2,77	4	5,13	2,52	6,18	2,77	6,66	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
26	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				2,77	4	5,13	2,77	6,66	2,03	5,51	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
27	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				2,03	4	5,13	2,03	5,51	1,75	5,26	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
28	AL-AM	AG-3000-16	S	15,24	16	2	2,8	2,8	4,3				2,84	4	5,13	1,75	5,26	3,08	7,51	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
30	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				3,5	4	5,13	2,7	6,81	3,68	8,78	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
32	AL-AM	AG-3000-10	S	10	10	2	2,8	2,8	4,3				2,63	4	5,13	2,39	6,08	2,63	6,45	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	
33	AL-AM	HAR-2500-13	S	10,9	11,19	2	2,8	2,8	4,3				2,63	4	5,13	2,63	6,45	2,59	6,68	2,14	2,01	1,52	1,52	1,49	1,52	—	
36	AL-AM	AG-3000-14	S	13,32	14	2	2,8	2,8	4,3				3,15	4	5,13	3,19	8,5	3,35	8,95	2,14	2,01	1,52	1,52	1,39	1,52	—	

DISTANCIAS AMARRES "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

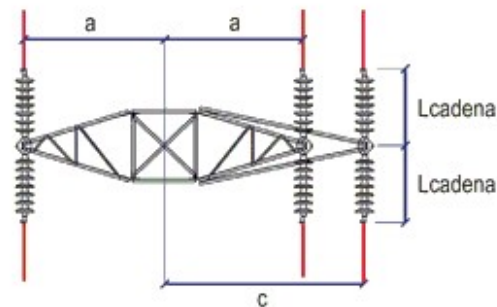
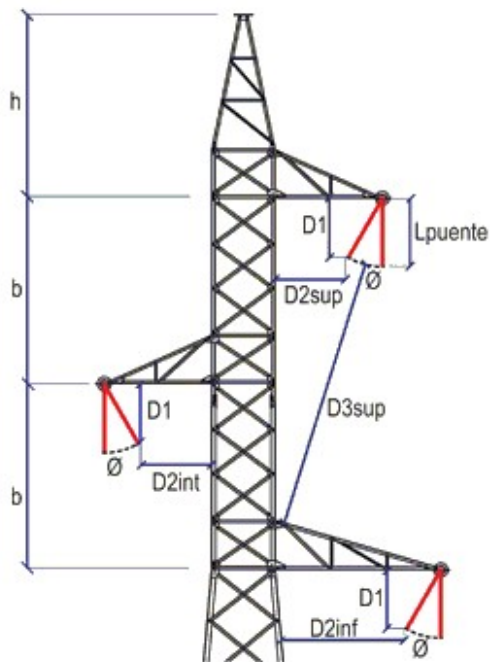
Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)						
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
39	AL-AM	HAR-2500-20	S	16,83	17,65	2	2,8	2,8	4,3				3,57	4	5,13	3,74	9,89	3,7	9,28	2,14	2,01	1,52	1,52	1,49	1,52	—



DISTANCIAS ÁNGULOS "S"

Tensión de la línea [kV]: 132

Oscilación puente [m]: 0,73

Peso cadena aisladores suspensión [Kg]: 8,1

Configuración Simplex.

Longitud cadena aisladores suspensión [m]: 2,14

Peso cadena aisladores amarre [Kg]: 8,1

Distancia a masa exigida (Del) [m]: 1,2

Longitud cadena aisladores amarre [m]: 2,14

Diámetro conductor [mm]: 21,8

Altura puente [m]: 2,14

Esf. viento 120 cadena aisladores suspensión [Kg]: 19,55

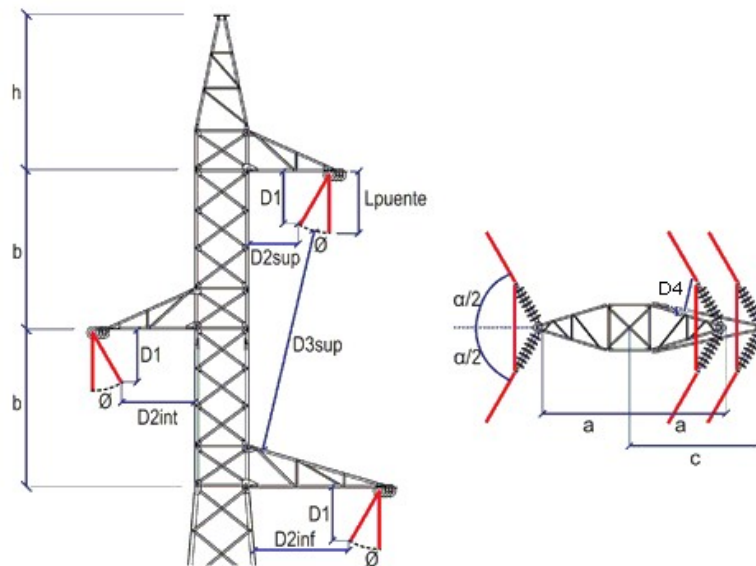
Peso conductor [Kg/m]: 0,98

Oscilación puente [°]: 20

Esf. viento 120 cadena aisladores amarre [Kg]: 19,55

Sobrecarga 1/2 viento 120 [Kg/m]: 0,56

Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	Características del armado (m)				Comprobación ahorcamiento con alturas definitivas			Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)							
						"b"	"a"	"c"	"h"	β (°)	β (°) Máx admisible	Estado apoyo	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int	D4
6	AN-AM	CO-12000-15	S	14,85	15,2	3,3	3,8	3,8	5,9				2,89	6,6	6,87	3,12	8,48	2,93	8,16	2,14	2,01	1,44	1,44	1,26	3,77	—	1,69
14	AN-AM	AGR-6000-23	S	23	23	2	3,1	3,1	4,3				2,48	4	5,26	2,48	6,24	2,71	6,84	2,14	2,01	1,36	1,36	1,23	1,42	—	1,95
17	AN-AM	CO-9000-12	S	12,2	12,2	3,3	3,8	3,8	5,9				2,37	6,6	6,91	2,37	6,9	2,35	7,21	2,14	2,01	1,56	1,56	1,38	3,81	—	1,77



Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	AGR-18000	78	35	268	149	1994	101	1900	546	7882	10628	5583
2	AL-SU	S	HA-2000	315	208	1153	300	0	219	0	1118	0	1319	---
3	AL-SU	S	AG-3000	245	148	884	307	0	224	0	1145	0	1301	---
4	AL-SU	S	HAR-2500	271	162	975	348	0	252	0	1296	0	1461	---
5	AL-SU	S	HA-2000	334	210	1211	373	0	271	0	1389	0	1638	---
6	AN-AM	S	CO-12000	330	195	1184	2296	11	2082	7	8969	40	13326	42
7	AL-SU	S	HA-2000	328	207	1192	367	0	267	0	1367	0	1612	---
8	AL-SU	S	AG-3000	291	175	1049	368	0	268	0	1373	0	1559	---
9	AL-AM	S	AG-3000	359	217	1294	430	10	297	0	1588	30	1862	28
10	AL-SU	S	AG-3000	392	246	1423	447	0	330	0	1671	0	1904	---
11	AL-SU	S	HAR-2500	334	201	1204	426	0	313	0	1590	0	1795	---
12	AL-SU	S	HA-2000	377	244	1375	387	0	282	0	1442	0	1702	---
13	AL-AM	S	AG-3000	0	-75	-76	376	20	255	0	1381	60	1648	56
14	AN-AM	S	AGR-6000	379	263	1398	1104	7	969	1	4280	23	5309	23
15	AL-SU	S	HA-2000	364	248	1340	300	0	215	0	1114	0	1311	---
16	AL-AM	S	AG-3000	162	72	558	319	0	211	0	1169	0	1339	---

Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AN-AM	S	CO-9000	-128	-155	-539	1520	1	1374	9	5933	11	8807	3
18	AL-SU	S	HA-2000	266	176	974	250	0	180	0	929	0	1094	---
19	AL-AM	S	AG-3000	474	340	1762	290	9	195	0	1064	27	1249	25
20	AL-SU	S	MI-2000	431	309	1602	288	0	209	0	1074	0	1233	---
21	AL-AM	S	AG-3000	-245	-250	-986	267	71	178	15	980	228	1367	199
22	AL-SU	S	C-2000	276	201	1030	125	0	82	0	456	0	475	---
23	AL-AM	S	AG-3000	502	385	1891	120	26	63	14	423	92	580	73
24	AL-SU	S	MI-2000	216	151	800	143	0	96	0	526	0	600	---
25	AL-AM	S	AG-3000	-184	-206	-759	277	43	186	1	1017	130	1300	120
26	AL-AM	S	AG-3000	-140	-164	-584	265	46	176	0	969	138	1252	129
27	AL-AM	S	AG-3000	705	544	2660	169	30	101	15	608	105	809	84
28	AL-AM	S	AG-3000	104	43	356	241	72	158	15	881	231	1255	202
29	AL-SU	S	HA-2000	355	244	1308	286	0	208	0	1066	0	1257	---
30	AL-AM	S	AG-3000	-65	-128	-322	366	14	255	0	1353	42	1602	39
31	AL-SU	S	MI-2000	602	450	2257	312	0	228	0	1164	0	1337	---
32	AL-AM	S	AG-3000	450	312	1662	319	20	210	0	1166	60	1398	56

Esfuerzos. 1ª HIPÓTESIS (Viento 120 Km/h)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
33	AL-AM	S	HAR-2500	-181	-222	-764	345	1	231	0	1266	4	1556	4
34	AL-SU	S	HA-2000	213	139	778	205	0	145	0	761	0	894	---
35	AL-SU	S	AG-3000	176	84	611	332	0	240	0	1235	0	1401	---
36	AL-AM	S	AG-3000	789	572	2939	479	26	335	0	1771	79	2120	74
37	AL-SU	S	HAR-2500	247	130	869	412	0	306	0	1543	0	1882	---
38	AL-SU	S	AG-3000	315	159	1103	560	0	417	0	2096	0	2394	---
39	AL-AM	S	HAR-2500	616	407	2256	586	5	419	0	2176	15	2743	14
40	AL-SU	S	HAR-2500	360	220	1301	441	0	325	0	1648	0	1860	---
41	AL-SU	S	HA-2000	304	198	1109	306	0	223	0	1140	0	1345	---
42	FL	S	AGR-18000	71	22	234	185	1982	129	1900	683	7846	10765	5550

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
1	FL	S	AGR-18000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-SU	S	HA-2000	315	208	1153	0	299	0	475	0	1372	1965	837
3	AL-SU	S	AG-3000	245	148	884	0	299	0	475	0	1372	1834	927
4	AL-SU	S	HAR-2500	217	129	780	0	299	0	475	0	1372	1688	927
5	AL-SU	S	HA-2000	267	168	969	0	299	0	475	0	1372	1965	867
6	AN-AM	S	CO-12000	264	156	947	1336	461	1272	439	5282	1822	10708	1751
7	AL-SU	S	HA-2000	263	165	954	0	299	0	475	0	1373	1966	868
8	AL-SU	S	AG-3000	233	140	839	0	299	0	475	0	1373	1835	928
9	AL-AM	S	AG-3000	287	174	1035	0	499	0	475	0	1972	2502	1397
10	AL-SU	S	AG-3000	314	197	1139	0	298	0	475	0	1370	1831	924
11	AL-SU	S	HAR-2500	268	161	963	0	298	0	475	0	1370	1685	924
12	AL-SU	S	HA-2000	302	196	1100	0	298	0	475	0	1370	1963	835
13	AL-AM	S	AG-3000	0	-60	-61	0	501	0	475	0	1978	2507	1403
14	AN-AM	S	AGR-6000	379	263	1398	731	491	691	465	2885	1939	6108	1523
15	AL-SU	S	HA-2000	291	199	1072	0	301	0	475	0	1379	1972	784
16	AL-AM	S	AG-3000	130	57	446	0	502	0	475	0	1982	2510	1407

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
17	AN-AM	S	CO-9000	-128	-155	-539	1145	475	1082	449	4518	1874	9610	1805
18	AL-SU	S	HA-2000	266	176	974	0	300	0	475	0	1374	1967	839
19	AL-AM	S	AG-3000	474	340	1762	0	500	0	475	0	1974	2504	1399
20	AL-SU	S	MI-2000	431	309	1602	0	299	0	475	0	1371	1685	716
21	AL-AM	S	AG-3000	-245	-250	-986	0	515	0	475	0	2021	2537	1443
22	AL-SU	S	C-2000	276	201	1030	0	309	0	471	0	1399	1482	618
23	AL-AM	S	AG-3000	502	385	1891	0	515	0	475	0	2020	2537	1443
24	AL-SU	S	MI-2000	216	151	800	0	305	0	475	0	1390	1706	732
25	AL-AM	S	AG-3000	-184	-206	-759	0	509	0	475	0	2001	2523	1424
26	AL-AM	S	AG-3000	-140	-164	-584	0	510	0	475	0	2004	2525	1427
27	AL-AM	S	AG-3000	705	544	2660	0	517	0	475	0	2026	2541	1448
28	AL-AM	S	AG-3000	104	43	356	0	517	0	475	0	2026	2541	1448
29	AL-SU	S	HA-2000	355	244	1308	0	299	0	475	0	1373	1966	778
30	AL-AM	S	AG-3000	-65	-128	-322	0	499	0	475	0	1972	2502	1397
31	AL-SU	S	MI-2000	602	450	2257	0	297	0	475	0	1367	1681	654
32	AL-AM	S	AG-3000	360	250	1330	0	499	0	475	0	1973	2503	1399

Esfuerzos. 3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio)

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES							
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase (Kg)		Protección (Kg)		Total (Kg)		Esfuerzo equivalente (Kg)	Momento torsor (Kg x m)
							Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	Longitudinal		
33	AL-AM	S	HAR-2500	-144	-177	-611	0	500	0	475	0	1974	2735	1399
34	AL-SU	S	HA-2000	213	139	778	0	300	0	475	0	1375	1968	840
35	AL-SU	S	AG-3000	140	68	489	0	300	0	475	0	1375	1837	1079
36	AL-AM	S	AG-3000	631	458	2351	0	500	0	475	0	1974	2504	1399
37	AL-SU	S	HAR-2500	247	130	869	0	297	0	475	0	1365	2158	1068
38	AL-SU	S	AG-3000	252	128	883	0	297	0	475	0	1365	1826	1068
39	AL-AM	S	HAR-2500	493	326	1805	0	496	0	475	0	1962	2726	1388
40	AL-SU	S	HAR-2500	288	176	1041	0	297	0	475	0	1367	1683	922
41	AL-SU	S	HA-2000	304	198	1109	0	297	0	475	0	1367	1961	833
42	FL	S	AGR-18000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección(Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
1	FL	S	AGR-18000	78	35	268	0	0	0	1994	0	1900	0	5887	---	5887	8346	11164
2	AL-SU	S	HA-2000	315	208	1153	0	997	0	0	0	0	0	997	997	---	---	---
3	AL-SU	S	AG-3000	245	148	884	0	997	0	0	0	0	0	997	997	---	---	---
4	AL-SU	S	HAR-2500	217	129	780	0	997	0	0	0	0	0	997	997	---	---	---
5	AL-SU	S	HA-2000	267	168	969	0	997	0	0	0	0	0	997	997	---	---	---
6	AN-AM	S	CO-12000	264	156	947	764	1844	1527	0	1454	0	5273	1844	---	7116	9867	7006
7	AL-SU	S	HA-2000	263	165	954	0	998	0	0	0	0	0	998	998	---	---	---
8	AL-SU	S	AG-3000	233	140	839	0	998	0	0	0	0	0	998	998	---	---	---
9	AL-AM	S	AG-3000	287	174	1035	0	1996	0	0	0	0	0	1996	1996	---	---	---
10	AL-SU	S	AG-3000	314	197	1139	0	994	0	0	0	0	0	994	994	---	---	---
11	AL-SU	S	HAR-2500	268	161	963	0	994	0	0	0	0	0	994	994	---	---	---
12	AL-SU	S	HA-2000	302	196	1100	0	994	0	0	0	0	0	994	994	---	---	---
13	AL-AM	S	AG-3000	0	-60	-61	0	2004	0	0	0	0	0	2004	2004	---	---	---
14	AN-AM	S	AGR-6000	379	263	1398	418	1966	836	0	790	0	2880	1966	---	4845	5493	6094
15	AL-SU	S	HA-2000	291	199	1072	0	1005	0	0	0	0	0	1005	1005	---	---	---
16	AL-AM	S	AG-3000	130	57	446	0	2010	0	0	0	0	0	2010	2010	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección(Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
17	AN-AM	S	CO-9000	-128	-155	-539	654	1900	1309	0	1237	0	4509	1900	---	6409	8619	7222
18	AL-SU	S	HA-2000	266	176	974	0	999	0	0	0	0	0	999	999	---	---	---
19	AL-AM	S	AG-3000	474	340	1762	0	1999	0	0	0	0	0	1999	1999	---	---	---
20	AL-SU	S	MI-2000	431	309	1602	0	995	0	0	0	0	0	995	995	---	---	---
21	AL-AM	S	AG-3000	-245	-250	-986	0	2061	0	0	0	0	0	2061	2061	---	---	---
22	AL-SU	S	C-2000	276	201	1030	0	1030	0	0	0	0	0	1030	1030	---	---	---
23	AL-AM	S	AG-3000	502	385	1891	0	2061	0	0	0	0	0	2061	2061	---	---	---
24	AL-SU	S	MI-2000	216	151	800	0	1017	0	0	0	0	0	1017	1017	---	---	---
25	AL-AM	S	AG-3000	-184	-206	-759	0	2035	0	0	0	0	0	2035	2035	---	---	---
26	AL-AM	S	AG-3000	-140	-164	-584	0	2038	0	0	0	0	0	2038	2038	---	---	---
27	AL-AM	S	AG-3000	705	544	2660	0	2068	0	0	0	0	0	2068	2068	---	---	---
28	AL-AM	S	AG-3000	104	43	356	0	2068	0	0	0	0	0	2068	2068	---	---	---
29	AL-SU	S	HA-2000	355	244	1308	0	998	0	0	0	0	0	998	998	---	---	---
30	AL-AM	S	AG-3000	-65	-128	-322	0	1996	0	0	0	0	0	1996	1996	---	---	---
31	AL-SU	S	MI-2000	602	450	2257	0	991	0	0	0	0	0	991	991	---	---	---
32	AL-AM	S	AG-3000	360	250	1330	0	1998	0	0	0	0	0	1998	1998	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS FASE

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES											
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Fase con rotura (Kg)		Fase sin rotura (Kg)		Protección(Kg)		Total (Kg)		Torsión simple (Kg)	Torsión compuesta (Ángulos y FL) (Kg)		
							Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.		Esf.Util	Esf.Equiv.	M.Torsor(Kg x m)
33	AL-AM	S	HAR-2500	-144	-177	-611	0	1999	0	0	0	0	0	1999	1999	---	---	---
34	AL-SU	S	HA-2000	213	139	778	0	999	0	0	0	0	0	999	999	---	---	---
35	AL-SU	S	AG-3000	140	68	489	0	999	0	0	0	0	0	999	999	---	---	---
36	AL-AM	S	AG-3000	631	458	2351	0	1999	0	0	0	0	0	1999	1999	---	---	---
37	AL-SU	S	HAR-2500	247	130	869	0	989	0	0	0	0	0	989	989	---	---	---
38	AL-SU	S	AG-3000	252	128	883	0	989	0	0	0	0	0	989	989	---	---	---
39	AL-AM	S	HAR-2500	493	326	1805	0	1982	0	0	0	0	0	1982	1982	---	---	---
40	AL-SU	S	HAR-2500	288	176	1041	0	991	0	0	0	0	0	991	991	---	---	---
41	AL-SU	S	HA-2000	304	198	1109	0	991	0	0	0	0	0	991	991	---	---	---
42	FL	S	AGR-18000	71	22	234	0	0	0	1982	0	1900	0	5864	---	5864	8325	11100

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						Esfuerzo equivalente
							Trans.	Long.	Fase		Protección con rotura		Total		
Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.				
1	FL	S	AGR-18000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	AL-SU	S	HA-2000	315	208	1153	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
3	AL-SU	S	AG-3000	245	148	884	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
4	AL-SU	S	HAR-2500	217	129	780	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
5	AL-SU	S	HA-2000	267	168	969	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
6	AN-AM	S	CO-12000	264	156	947	---	---	1527	0	727	1755	5309	1755	13844
7	AL-SU	S	HA-2000	263	165	954	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
8	AL-SU	S	AG-3000	233	140	839	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
9	AL-AM	S	AG-3000	287	174	1035	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
10	AL-SU	S	AG-3000	314	197	1139	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
11	AL-SU	S	HAR-2500	268	161	963	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
12	AL-SU	S	HA-2000	302	196	1100	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
13	AL-AM	S	AG-3000	0	-60	-61	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
14	AN-AM	S	AGR-6000	379	263	1398	---	---	836	0	395	1858	2902	1858	7614
15	AL-SU	S	HA-2000	291	199	1072	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
16	AL-AM	S	AG-3000	130	57	446	0	1900	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						Esfuerzo equivalente
							Trans.	Long.	Fase		Protección con rotura		Total		
Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.						
17	AN-AM	S	CO-9000	-128	-155	-539	---	---	1309	0	619	1796	4545	1796	13023
18	AL-SU	S	HA-2000	266	176	974	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
19	AL-AM	S	AG-3000	474	340	1762	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
20	AL-SU	S	MI-2000	431	309	1602	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
21	AL-AM	S	AG-3000	-245	-250	-986	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
22	AL-SU	S	C-2000	276	201	1030	0	1885	---	---	---	---	---	---	---
23	AL-AM	S	AG-3000	502	385	1891	0	1899	---	---	---	---	---	---	---
24	AL-SU	S	MI-2000	216	151	800	0	1899	---	---	---	---	---	---	---
25	AL-AM	S	AG-3000	-184	-206	-759	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
26	AL-AM	S	AG-3000	-140	-164	-584	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
27	AL-AM	S	AG-3000	705	544	2660	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
28	AL-AM	S	AG-3000	104	43	356	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
29	AL-SU	S	HA-2000	355	244	1308	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
30	AL-AM	S	AG-3000	-65	-128	-322	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
31	AL-SU	S	MI-2000	602	450	2257	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
32	AL-AM	S	AG-3000	360	250	1330	0	1900	---	---	---	---	---	---	---

ESFUERZOS. 4ª HIPÓTESIS PROTECCIÓN

Número apoyo	Función apoyo	Tipo cruceta	Torre seleccionada	ESFUERZOS VERTICALES			ESFUERZOS HORIZONTALES								
				Fase (Kg)	Protección (Kg)	Total (Kg)	Rotura simple (Kg)		Rotura compuesta (Ángulos) (Kg)						Esfuerzo equivalente
							Trans.	Long.	Fase		Protección con rotura		Total		
Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.	Trans.	Long.						
33	AL-AM	S	HAR-2500	-144	-177	-611	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
34	AL-SU	S	HA-2000	213	139	778	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
35	AL-SU	S	AG-3000	140	68	489	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
36	AL-AM	S	AG-3000	631	458	2351	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
37	AL-SU	S	HAR-2500	247	130	869	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
38	AL-SU	S	AG-3000	252	128	883	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
39	AL-AM	S	HAR-2500	493	326	1805	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
40	AL-SU	S	HAR-2500	288	176	1041	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
41	AL-SU	S	HA-2000	304	198	1109	0	1900	---	---	---	---	---	---	---
42	FL	S	AGR-18000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 7700

Sección (mm²): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	A	232	7,72	253	1446	4,55	1404	4,68	1364	4,82	1327	4,95	1293	5,09	1260	5,22	1230	5,35	1201	5,48	1174	5,6	1149	5,73	1125	5,85	1102	5,97
2-3	A	272	-3,44	253	1446	6,27	1404	6,46	1364	6,65	1327	6,83	1293	7,01	1260	7,2	1230	7,37	1201	7,55	1174	7,72	1149	7,89	1125	8,06	1102	8,23
3-4	A	245	-0,24	253	1446	5,06	1404	5,21	1364	5,36	1327	5,51	1293	5,66	1260	5,81	1230	5,95	1201	6,09	1174	6,23	1149	6,37	1125	6,51	1102	6,64
4-5	A	221	2,94	253	1446	4,12	1404	4,25	1364	4,37	1327	4,49	1293	4,61	1260	4,73	1230	4,85	1201	4,97	1174	5,08	1149	5,19	1125	5,3	1102	5,41
5-6	A	280	0,76	253	1446	6,63	1404	6,83	1364	7,03	1327	7,23	1293	7,42	1260	7,61	1230	7,8	1201	7,99	1174	8,17	1149	8,35	1125	8,53	1102	8,71
6-7	A	247	2,54	247	1454	5,12	1409	5,28	1368	5,44	1329	5,6	1293	5,76	1259	5,91	1228	6,06	1198	6,22	1170	6,36	1144	6,51	1119	6,65	1096	6,8
7-8	A	246	-0,08	247	1454	5,08	1409	5,24	1368	5,4	1329	5,55	1293	5,71	1259	5,86	1228	6,01	1198	6,16	1170	6,31	1144	6,45	1119	6,6	1096	6,74
8-9	A	249	3,09	247	1454	5,21	1409	5,38	1368	5,54	1329	5,7	1293	5,86	1259	6,02	1228	6,18	1198	6,33	1170	6,48	1144	6,63	1119	6,78	1096	6,92
9-10	A	300	3,08	285	1416	7,76	1382	7,95	1351	8,14	1321	8,32	1293	8,5	1266	8,68	1241	8,86	1217	9,04	1194	9,21	1173	9,38	1152	9,55	1132	9,71
10-11	A	309	1,15	285	1416	8,22	1382	8,42	1351	8,61	1321	8,81	1293	9	1266	9,19	1241	9,38	1217	9,56	1194	9,74	1173	9,93	1152	10,1	1132	10,28
11-12	A	269	5,68	285	1416	6,25	1382	6,41	1351	6,56	1321	6,7	1293	6,85	1266	6,99	1241	7,14	1217	7,28	1194	7,42	1173	7,55	1152	7,69	1132	7,82
12-13	A	252	-2,14	285	1416	5,49	1382	5,62	1351	5,75	1321	5,88	1293	6,01	1266	6,14	1241	6,26	1217	6,38	1194	6,51	1173	6,63	1152	6,74	1132	6,86
13-14	A	215	38,15	215	1500	3,81	1442	3,97	1388	4,12	1339	4,27	1293	4,42	1251	4,57	1212	4,72	1176	4,86	1142	5,01	1111	5,15	1082	5,29	1055	5,42

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 7700

Sección (mm²): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
14-15	A	204	12,23	198	1531	3,34	1463	3,5	1401	3,65	1345	3,81	1293	3,96	1246	4,11	1202	4,26	1162	4,41	1125	4,55	1091	4,69	1059	4,83	1030	4,97
15-16	A	191	-1,47	198	1531	2,93	1463	3,06	1401	3,2	1345	3,33	1293	3,46	1246	3,6	1202	3,73	1162	3,86	1125	3,98	1091	4,11	1059	4,23	1030	4,35
16-17	A	197	9,88	197	1533	3,11	1464	3,26	1402	3,4	1345	3,54	1293	3,69	1245	3,83	1201	3,97	1161	4,11	1124	4,24	1090	4,38	1058	4,51	1028	4,64
17-18	A	131	37,21	234	1471	1,49	1421	1,54	1375	1,59	1333	1,64	1293	1,69	1256	1,74	1222	1,79	1190	1,84	1160	1,89	1132	1,93	1105	1,98	1081	2,03
18-19	A	270	65,25	234	1471	6,25	1421	6,46	1375	6,68	1333	6,89	1293	7,11	1256	7,31	1222	7,52	1190	7,72	1160	7,92	1132	8,12	1105	8,31	1081	8,51
19-20	A	172	10,63	269	1430	2,54	1392	2,61	1357	2,68	1324	2,74	1292	2,81	1263	2,88	1235	2,94	1209	3	1184	3,07	1161	3,13	1139	3,19	1117	3,25
20-21	A	310	-24,96	269	1430	8,22	1392	8,45	1357	8,67	1324	8,88	1292	9,1	1263	9,31	1235	9,52	1209	9,73	1184	9,93	1161	10,13	1139	10,33	1117	10,53
21-22	A	97	25,38	93	1872	0,63	1709	0,69	1557	0,76	1416	0,84	1289	0,92	1175	1,01	1075	1,1	988	1,2	913	1,3	849	1,4	793	1,49	745	1,59
22-23	A	88	11,7	93	1872	0,51	1709	0,56	1557	0,61	1416	0,68	1289	0,74	1175	0,81	1075	0,89	988	0,97	913	1,05	849	1,13	793	1,21	745	1,28
23-24	A	56	-9,74	141	1686	0,23	1572	0,25	1469	0,26	1376	0,28	1293	0,3	1218	0,32	1151	0,34	1092	0,35	1039	0,37	991	0,39	948	0,41	910	0,43
24-25	A	161	-39,92	141	1686	1,93	1572	2,07	1469	2,21	1376	2,36	1293	2,52	1218	2,67	1151	2,83	1092	2,98	1039	3,13	991	3,28	948	3,43	910	3,58
25-26	A	262	15,18	262	1437	5,86	1397	6,02	1360	6,19	1326	6,35	1293	6,51	1262	6,67	1234	6,82	1206	6,98	1181	7,13	1156	7,28	1133	7,43	1112	7,57
26-27	A	136	43,56	136	1705	1,39	1586	1,5	1478	1,61	1380	1,72	1293	1,84	1215	1,96	1146	2,08	1084	2,19	1029	2,31	979	2,43	935	2,54	896	2,66

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 7700

Sección (mm²): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
27-28	A	90	-9,54	90	1888	0,53	1723	0,58	1568	0,64	1424	0,7	1293	0,77	1176	0,85	1073	0,93	984	1,02	907	1,1	841	1,19	785	1,28	736	1,36
28-29	A	272	-11,32	246	1455	6,24	1410	6,44	1368	6,63	1329	6,83	1293	7,02	1259	7,21	1227	7,4	1197	7,58	1169	7,77	1143	7,95	1118	8,12	1094	8,3
29-30	A	205	-26,01	246	1455	3,57	1410	3,68	1368	3,79	1329	3,9	1293	4,01	1259	4,12	1227	4,23	1197	4,34	1169	4,44	1143	4,54	1118	4,64	1094	4,74
30-31	A	377	57,94	329	1386	12,66	1361	12,9	1337	13,13	1315	13,36	1293	13,58	1272	13,8	1252	14,02	1233	14,24	1215	14,46	1197	14,67	1180	14,88	1164	15,09
31-32	A	145	-15	329	1386	1,85	1361	1,88	1337	1,92	1315	1,95	1293	1,98	1272	2,02	1252	2,05	1233	2,08	1215	2,11	1197	2,14	1180	2,17	1164	2,2
32-33	A	237	-52,17	237	1466	4,81	1418	4,97	1373	5,13	1332	5,29	1293	5,45	1257	5,61	1223	5,76	1192	5,91	1163	6,06	1135	6,21	1109	6,36	1084	6,5
33-34	A	183	10,95	233	1472	2,78	1422	2,88	1376	2,98	1333	3,07	1293	3,17	1256	3,26	1222	3,35	1189	3,45	1159	3,54	1131	3,62	1105	3,71	1080	3,8
34-35	A	151	4,28	233	1472	1,89	1422	1,96	1376	2,03	1333	2,09	1293	2,16	1256	2,22	1222	2,28	1189	2,34	1159	2,41	1131	2,47	1105	2,53	1080	2,58
35-36	A	290	26,66	233	1472	7,02	1422	7,27	1376	7,51	1333	7,76	1293	7,99	1256	8,23	1222	8,46	1189	8,69	1159	8,92	1131	9,14	1105	9,36	1080	9,58
36-37	A	324	-47,49	368	1368	9,46	1348	9,6	1329	9,74	1311	9,88	1293	10,01	1276	10,15	1259	10,28	1244	10,41	1228	10,54	1213	10,67	1199	10,8	1185	10,93
37-38	A	379	-24,6	368	1368	12,85	1348	13,04	1329	13,23	1311	13,41	1293	13,6	1276	13,78	1259	13,96	1244	14,14	1228	14,32	1213	14,49	1199	14,67	1185	14,84
38-39	A	390	14,31	368	1368	13,64	1348	13,84	1329	14,04	1311	14,24	1293	14,43	1276	14,63	1259	14,82	1244	15,01	1228	15,2	1213	15,38	1199	15,57	1185	15,75
39-40	A	382	-15,03	321	1391	12,84	1364	13,09	1339	13,33	1315	13,58	1293	13,82	1271	14,05	1250	14,29	1230	14,52	1211	14,75	1193	14,98	1175	15,2	1158	15,42

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE FASE: LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 7700

Sección (mm²): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
40-41	A	217	-6,43	321	1391	4,15	1364	4,23	1339	4,31	1315	4,39	1293	4,46	1271	4,54	1250	4,62	1230	4,69	1211	4,77	1193	4,84	1175	4,91	1158	4,98
41-42	A	297	-18,8	321	1391	7,76	1364	7,91	1339	8,06	1315	8,2	1293	8,35	1271	8,49	1250	8,63	1230	8,77	1211	8,91	1193	9,05	1175	9,18	1158	9,32

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 12000

Sección (mm²): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
1-2	A	232	7,72	253	1336	3,14	1282	3,28	1232	3,41	1187	3,54	1144	3,67	1105	3,8	1069	3,93	1036	4,05	1005	4,18	976	4,3	949	4,42	924	4,54
2-3	A	272	-3,44	253	1336	4,33	1282	4,51	1232	4,7	1187	4,88	1144	5,06	1105	5,24	1069	5,41	1036	5,59	1005	5,76	976	5,93	949	6,1	924	6,26
3-4	A	245	-0,24	253	1336	3,5	1282	3,64	1232	3,79	1187	3,94	1144	4,08	1105	4,23	1069	4,37	1036	4,51	1005	4,65	976	4,79	949	4,92	924	5,06
4-5	A	221	2,94	253	1336	2,85	1282	2,97	1232	3,09	1187	3,21	1144	3,33	1105	3,45	1069	3,56	1036	3,68	1005	3,79	976	3,9	949	4,01	924	4,12
5-6	A	280	0,76	253	1336	4,58	1282	4,78	1232	4,97	1187	5,16	1144	5,35	1105	5,54	1069	5,73	1036	5,91	1005	6,1	976	6,28	949	6,45	924	6,63
6-7	A	247	2,54	247	1345	3,53	1289	3,69	1237	3,84	1190	4	1146	4,15	1105	4,3	1068	4,45	1033	4,6	1001	4,75	972	4,89	944	5,04	919	5,18
7-8	A	246	-0,08	247	1345	3,5	1289	3,66	1237	3,81	1190	3,96	1146	4,11	1105	4,26	1068	4,41	1033	4,56	1001	4,71	972	4,85	944	4,99	919	5,13
8-9	A	249	3,09	247	1345	3,6	1289	3,75	1237	3,91	1190	4,07	1146	4,22	1105	4,38	1068	4,53	1033	4,68	1001	4,83	972	4,98	944	5,13	919	5,27
9-10	A	300	3,08	285	1293	5,43	1250	5,62	1210	5,8	1173	5,98	1138	6,17	1106	6,35	1076	6,52	1048	6,7	1022	6,87	997	7,04	974	7,21	952	7,38
10-11	A	309	1,15	285	1293	5,75	1250	5,94	1210	6,14	1173	6,33	1138	6,53	1106	6,72	1076	6,9	1048	7,09	1022	7,27	997	7,45	974	7,63	952	7,81
11-12	A	269	5,68	285	1293	4,37	1250	4,52	1210	4,67	1173	4,82	1138	4,97	1106	5,11	1076	5,25	1048	5,4	1022	5,54	997	5,67	974	5,81	952	5,94
12-13	A	252	-2,14	285	1293	3,84	1250	3,97	1210	4,1	1173	4,23	1138	4,36	1106	4,48	1076	4,61	1048	4,73	1022	4,86	997	4,98	974	5,1	952	5,21
13-14	A	215	38,15	215	1406	2,6	1334	2,74	1269	2,88	1209	3,02	1154	3,16	1104	3,31	1059	3,45	1017	3,59	979	3,73	944	3,87	912	4,01	882	4,14

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 12000

Sección (mm²): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
14-15	A	204	12,23	198	1443	2,26	1362	2,4	1288	2,54	1221	2,68	1159	2,82	1103	2,96	1053	3,1	1007	3,25	965	3,39	927	3,53	892	3,66	861	3,8
15-16	A	191	-1,47	198	1443	1,98	1362	2,1	1288	2,22	1221	2,34	1159	2,47	1103	2,59	1053	2,72	1007	2,84	965	2,96	927	3,09	892	3,21	861	3,33
16-17	A	197	9,88	197	1445	2,11	1364	2,23	1289	2,36	1221	2,49	1159	2,63	1103	2,76	1053	2,89	1006	3,03	964	3,16	926	3,29	891	3,42	859	3,54
17-18	A	131	37,21	234	1368	1,02	1306	1,07	1249	1,12	1197	1,17	1149	1,22	1105	1,27	1064	1,31	1027	1,36	993	1,41	961	1,45	932	1,5	905	1,54
18-19	A	270	65,25	234	1368	4,29	1306	4,49	1249	4,7	1197	4,9	1149	5,11	1105	5,31	1064	5,51	1027	5,71	993	5,91	961	6,1	932	6,29	905	6,48
19-20	A	172	10,63	269	1313	1,77	1265	1,83	1221	1,9	1179	1,97	1141	2,03	1106	2,1	1073	2,16	1042	2,23	1014	2,29	987	2,35	962	2,41	938	2,47
20-21	A	310	-24,96	269	1313	5,71	1265	5,93	1221	6,15	1179	6,36	1141	6,58	1106	6,79	1073	7	1042	7,2	1014	7,41	987	7,61	962	7,81	938	8
21-22	A	97	25,38	93	1736	0,44	1593	0,48	1454	0,52	1322	0,57	1198	0,63	1083	0,7	979	0,77	886	0,85	805	0,94	736	1,03	676	1,12	626	1,21
22-23	A	88	11,7	93	1736	0,35	1593	0,38	1454	0,42	1322	0,46	1198	0,51	1083	0,56	979	0,62	886	0,69	805	0,76	736	0,83	676	0,9	626	0,98
23-24	A	56	-9,74	141	1603	0,15	1486	0,17	1376	0,18	1275	0,19	1183	0,21	1100	0,22	1025	0,24	959	0,26	900	0,27	848	0,29	801	0,31	760	0,33
24-25	A	161	-39,92	141	1603	1,3	1486	1,4	1376	1,51	1275	1,63	1183	1,76	1100	1,89	1025	2,03	959	2,17	900	2,31	848	2,45	801	2,59	760	2,73
25-26	A	262	15,18	262	1322	4,06	1272	4,22	1225	4,39	1182	4,55	1143	4,7	1106	4,86	1071	5,02	1040	5,17	1010	5,32	983	5,47	957	5,62	933	5,76
26-27	A	136	43,56	136	1620	0,94	1500	1,01	1387	1,09	1282	1,18	1186	1,28	1100	1,38	1022	1,49	953	1,59	892	1,7	839	1,81	791	1,92	749	2,03

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 12000

Sección (mm²): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
27-28	A	90	-9,54	90	1744	0,37	1599	0,4	1460	0,44	1326	0,48	1200	0,53	1083	0,59	977	0,65	882	0,72	800	0,8	729	0,88	669	0,96	617	1,04
28-29	A	272	-11,32	246	1348	4,3	1291	4,49	1238	4,68	1190	4,87	1146	5,06	1105	5,24	1068	5,43	1033	5,61	1001	5,79	971	5,97	943	6,15	917	6,32
29-30	A	205	-26,01	246	1348	2,46	1291	2,57	1238	2,68	1190	2,78	1146	2,89	1105	3	1068	3,1	1033	3,21	1001	3,31	971	3,41	943	3,52	917	3,61
30-31	A	377	57,94	329	1250	8,97	1218	9,2	1187	9,44	1159	9,67	1132	9,9	1107	10,12	1083	10,35	1061	10,57	1039	10,79	1019	11	999	11,22	981	11,43
31-32	A	145	-15	329	1250	1,31	1218	1,35	1187	1,38	1159	1,41	1132	1,45	1107	1,48	1083	1,51	1061	1,54	1039	1,58	1019	1,61	999	1,64	981	1,67
32-33	A	237	-52,17	237	1362	3,3	1301	3,46	1246	3,61	1195	3,77	1148	3,92	1105	4,07	1065	4,22	1029	4,37	995	4,52	964	4,67	935	4,81	908	4,96
33-34	A	183	10,95	233	1369	1,91	1307	2	1249	2,09	1197	2,19	1149	2,28	1105	2,37	1064	2,46	1027	2,55	993	2,64	961	2,72	931	2,81	904	2,89
34-35	A	151	4,28	233	1369	1,3	1307	1,36	1249	1,43	1197	1,49	1149	1,55	1105	1,61	1064	1,67	1027	1,73	993	1,79	961	1,85	931	1,91	904	1,97
35-36	A	290	26,66	233	1369	4,82	1307	5,05	1249	5,28	1197	5,51	1149	5,74	1105	5,97	1064	6,2	1027	6,43	993	6,65	961	6,87	931	7,09	904	7,3
36-37	A	324	-47,49	368	1223	6,76	1197	6,9	1173	7,04	1150	7,18	1128	7,32	1108	7,46	1088	7,6	1069	7,73	1051	7,87	1033	8	1017	8,13	1001	8,26
37-38	A	379	-24,6	368	1223	9,17	1197	9,37	1173	9,56	1150	9,76	1128	9,95	1108	10,13	1088	10,32	1069	10,5	1051	10,68	1033	10,86	1017	11,04	1001	11,21
38-39	A	390	14,31	368	1223	9,74	1197	9,94	1173	10,15	1150	10,35	1128	10,55	1108	10,75	1088	10,95	1069	11,14	1051	11,34	1033	11,53	1017	11,71	1001	11,9
39-40	A	382	-15,03	321	1257	9,07	1223	9,32	1191	9,57	1161	9,81	1133	10,06	1107	10,3	1082	10,53	1058	10,77	1036	11	1015	11,23	995	11,46	976	11,68

TABLA DE TENDIDO

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm²): 12000

Sección (mm²): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)
40-41	A	217	-6,43	321	1257	2,93	1223	3,01	1191	3,09	1161	3,17	1133	3,25	1107	3,33	1082	3,41	1058	3,48	1036	3,56	1015	3,63	995	3,7	976	3,78
41-42	A	297	-18,8	321	1257	5,48	1223	5,63	1191	5,78	1161	5,93	1133	6,08	1107	6,22	1082	6,37	1058	6,51	1036	6,65	1015	6,79	995	6,92	976	7,06

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 7700

Sección (mm2): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)									Flecha (m)
1-2	A	232	7,72	253	1994	14,99	--	--	16,78	1614	--	--	1994	--	--	--	--	1102	5,97	1818	5,48			4,55	5,97				
2-3	A	272	-3,44	253	1994	14,99	--	--	16,78	1614	--	--	1994	--	--	--	--	1102	8,23	1818	7,55			6,27	8,23				
3-4	A	245	-0,24	253	1994	14,99	--	--	16,78	1614	--	--	1994	--	--	--	--	1102	6,64	1818	6,1			5,06	6,64				
4-5	A	221	2,94	253	1994	14,99	--	--	16,78	1614	--	--	1994	--	--	--	--	1102	5,41	1818	4,97			4,12	5,41				
5-6	A	280	0,76	253	1994	14,99	--	--	16,78	1614	--	--	1994	--	--	--	--	1102	8,71	1818	7,99			6,63	8,71				
6-7	A	247	2,54	247	1996	15	--	--	16,86	1619	--	--	1996	--	--	--	--	1096	6,8	1814	6,22			5,12	6,8				
7-8	A	246	-0,08	247	1996	15	--	--	16,86	1619	--	--	1996	--	--	--	--	1096	6,74	1814	6,16			5,08	6,74				
8-9	A	249	3,09	247	1996	15	--	--	16,86	1619	--	--	1996	--	--	--	--	1096	6,92	1814	6,33			5,21	6,92				
9-10	A	300	3,08	285	1988	15	--	--	16,43	1590	--	--	1988	--	--	--	--	1132	9,71	1842	9,05			7,76	9,71				
10-11	A	309	1,15	285	1988	15	--	--	16,43	1590	--	--	1988	--	--	--	--	1132	10,28	1842	9,57			8,22	10,28				
11-12	A	269	5,68	285	1988	15	--	--	16,43	1590	--	--	1988	--	--	--	--	1132	7,82	1842	7,29			6,25	7,82				
12-13	A	252	-2,14	285	1988	15	--	--	16,43	1590	--	--	1988	--	--	--	--	1132	6,86	1842	6,39			5,49	6,86				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 7700

Sección (mm2): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A	Zona B	Zona C	CHS (%)	Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B			Zona C	Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)				
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)		Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)								
13-14	A	215	38,15	215	2004	15	--	--	17,41	1655	--	--	2004	--	--	--	--	1055	5,42	1783	4,86			3,81	5,42						
14-15	A	204	12,23	198	2010	15	--	--	17,76	1678	--	--	2010	--	--	--	--	1030	4,97	1764	4,4			3,34	4,97						
15-16	A	191	-1,47	198	2010	15	--	--	17,76	1678	--	--	2010	--	--	--	--	1030	4,35	1764	3,85			2,93	4,35						
16-17	A	197	9,88	197	2010	15	--	--	17,78	1679	--	--	2010	--	--	--	--	1028	4,64	1763	4,1			3,11	4,64						
17-18	A	131	37,21	234	1999	15	--	--	17,06	1632	--	--	1999	--	--	--	--	1081	2,03	1803	1,84			1,49	2,03						
18-19	A	270	65,25	234	1999	15	--	--	17,06	1632	--	--	1999	--	--	--	--	1081	8,51	1803	7,72			6,25	8,51						
19-20	A	172	10,63	269	1990	14,99	--	--	16,59	1601	--	--	1990	--	--	--	--	1117	3,25	1830	3,01			2,54	3,25						
20-21	A	310	-24,96	269	1990	14,99	--	--	16,59	1601	--	--	1990	--	--	--	--	1117	10,53	1830	9,73			8,22	10,53						
21-22	A	97	25,38	93	2061	14,95	--	--	21,71	1925	--	--	2061	--	--	--	--	745	1,59	1550	1,16			0,63	1,59						
22-23	A	88	11,7	93	2061	14,95	--	--	21,71	1925	--	--	2061	--	--	--	--	745	1,28	1550	0,94			0,51	1,28						
23-24	A	56	-9,74	141	2035	14,99	--	--	19,56	1791	--	--	2035	--	--	--	--	910	0,43	1673	0,35			0,23	0,43						
24-25	A	161	-39,92	141	2035	14,99	--	--	19,56	1791	--	--	2035	--	--	--	--	910	3,58	1673	2,95			1,93	3,58						

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 7700

Sección (mm2): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A	Zona B	Zona C	CHS (%)	Zona A	Zona B	Zona C	Zona A	Zona B			Zona C	Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)				
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)		Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)								
25-26	A	262	15,18	262	1992	15	--	--	16,67	1606	--	--	1992	--	--	--	--	1112	7,57	1826	6,98			5,86	7,57						
26-27	A	136	43,56	136	2038	15	--	--	19,78	1805	--	--	2038	--	--	--	--	896	2,66	1663	2,17			1,39	2,66						
27-28	A	90	-9,54	90	2068	15	--	--	21,91	1939	--	--	2068	--	--	--	--	736	1,36	1546	0,98			0,53	1,36						
28-29	A	272	-11,32	246	1996	15	--	--	16,88	1621	--	--	1996	--	--	--	--	1094	8,3	1813	7,59			6,24	8,3						
29-30	A	205	-26,01	246	1996	15	--	--	16,88	1621	--	--	1996	--	--	--	--	1094	4,74	1813	4,34			3,57	4,74						
30-31	A	377	57,94	329	1982	15	--	--	16,08	1566	--	--	1982	--	--	--	--	1164	15,09	1865	14,26			12,66	15,09						
31-32	A	145	-15	329	1982	15	--	--	16,08	1566	--	--	1982	--	--	--	--	1164	2,2	1865	2,08			1,85	2,2						
32-33	A	237	-52,17	237	1998	15	--	--	17,01	1629	--	--	1998	--	--	--	--	1084	6,5	1806	5,91			4,81	6,5						
33-34	A	183	10,95	233	1999	15	--	--	17,07	1633	--	--	1999	--	--	--	--	1080	3,8	1802	3,45			2,78	3,8						
34-35	A	151	4,28	233	1999	15	--	--	17,07	1633	--	--	1999	--	--	--	--	1080	2,58	1802	2,34			1,89	2,58						
35-36	A	290	26,66	233	1999	15	--	--	17,07	1633	--	--	1999	--	--	--	--	1080	9,58	1802	8,69			7,02	9,58						
36-37	A	324	-47,49	368	1978	15	--	--	15,87	1551	--	--	1978	--	--	--	--	1185	10,93	1881	10,43			9,46	10,93						

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE FASE: : LA-280

Diámetro (mm): 21,8

Coef. Dilatación (°C): 1,89E-5

Peso (Kg/m): 0,977

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 7700

Sección (mm2): 281,1

Carga Rotura (Kg): 8620

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)									Flecha (m)
37-38	A	379	-24,6	368	1978	15	--	--	15,87	1551	--	--	1978	--	--	--	--	1185	14,84	1881	14,16			12,85	14,84				
38-39	A	390	14,31	368	1978	15	--	--	15,87	1551	--	--	1978	--	--	--	--	1185	15,75	1881	15,03			13,64	15,75				
39-40	A	382	-15,03	321	1982	15	--	--	16,13	1569	--	--	1982	--	--	--	--	1158	15,42	1861	14,54			12,84	15,42				
40-41	A	217	-6,43	321	1982	15	--	--	16,13	1569	--	--	1982	--	--	--	--	1158	4,98	1861	4,7			4,15	4,98				
41-42	A	297	-18,8	321	1982	15	--	--	16,13	1569	--	--	1982	--	--	--	--	1158	9,32	1861	8,79			7,76	9,32				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)									Flecha (m)
1-2	A	232	7,72	253	1900	14,3	--	--	16,7	1519	--	--	1900	--	--	--	--	924	4,54	1702	4,22			3,14	4,54				
2-3	A	272	-3,44	253	1900	14,3	--	--	16,7	1519	--	--	1900	--	--	--	--	924	6,26	1702	5,82			4,33	6,26				
3-4	A	245	-0,24	253	1900	14,3	--	--	16,7	1519	--	--	1900	--	--	--	--	924	5,06	1702	4,7			3,5	5,06				
4-5	A	221	2,94	253	1900	14,3	--	--	16,7	1519	--	--	1900	--	--	--	--	924	4,12	1702	3,83			2,85	4,12				
5-6	A	280	0,76	253	1900	14,3	--	--	16,7	1519	--	--	1900	--	--	--	--	924	6,63	1702	6,16			4,58	6,63				
6-7	A	247	2,54	247	1900	14,32	--	--	16,82	1526	--	--	1900	--	--	--	--	919	5,18	1696	4,8			3,53	5,18				
7-8	A	246	-0,08	247	1900	14,32	--	--	16,82	1526	--	--	1900	--	--	--	--	919	5,13	1696	4,76			3,5	5,13				
8-9	A	249	3,09	247	1900	14,32	--	--	16,82	1526	--	--	1900	--	--	--	--	919	5,27	1696	4,89			3,6	5,27				
9-10	A	300	3,08	285	1900	14,23	--	--	16,16	1490	--	--	1900	--	--	--	--	952	7,38	1730	6,95			5,43	7,38				
10-11	A	309	1,15	285	1900	14,23	--	--	16,16	1490	--	--	1900	--	--	--	--	952	7,81	1730	7,35			5,75	7,81				
11-12	A	269	5,68	285	1900	14,23	--	--	16,16	1490	--	--	1900	--	--	--	--	952	5,94	1730	5,6			4,37	5,94				
12-13	A	252	-2,14	285	1900	14,23	--	--	16,16	1490	--	--	1900	--	--	--	--	952	5,21	1730	4,91			3,84	5,21				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			CHS (%)	Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)		Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)									Tensión (Kg.)
13-14	A	215	38,15	215	1900	14,43	--	--	17,58	1566	--	--	1900	--	--	--	--	882	4,14	1659	3,77			2,6	4,14					
14-15	A	204	12,23	198	1900	14,49	--	--	18,04	1590	--	--	1900	--	--	--	--	861	3,8	1638	3,42			2,26	3,8					
15-16	A	191	-1,47	198	1900	14,49	--	--	18,04	1590	--	--	1900	--	--	--	--	861	3,33	1638	2,99			1,98	3,33					
16-17	A	197	9,88	197	1900	14,49	--	--	18,07	1591	--	--	1900	--	--	--	--	859	3,54	1637	3,18			2,11	3,54					
17-18	A	131	37,21	234	1900	14,36	--	--	17,1	1541	--	--	1900	--	--	--	--	905	1,54	1682	1,42			1,02	1,54					
18-19	A	270	65,25	234	1900	14,36	--	--	17,1	1541	--	--	1900	--	--	--	--	905	6,48	1682	5,97			4,29	6,48					
19-20	A	172	10,63	269	1900	14,27	--	--	16,42	1504	--	--	1900	--	--	--	--	938	2,47	1716	2,31			1,77	2,47					
20-21	A	310	-24,96	269	1900	14,27	--	--	16,42	1504	--	--	1900	--	--	--	--	938	8	1716	7,49			5,71	8					
21-22	A	97	25,38	93	1885	14,98	--	--	21,7	1777	--	--	1885	--	--	--	--	626	1,21	1424	0,91			0,44	1,21					
22-23	A	88	11,7	93	1885	14,98	--	--	21,7	1777	--	--	1885	--	--	--	--	626	0,98	1424	0,73			0,35	0,98					
23-24	A	56	-9,74	141	1899	14,79	--	--	20,04	1693	--	--	1899	--	--	--	--	760	0,33	1544	0,27			0,15	0,33					
24-25	A	161	-39,92	141	1899	14,79	--	--	20,04	1693	--	--	1899	--	--	--	--	760	2,73	1544	2,3			1,3	2,73					

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)									Flecha (m)
25-26	A	262	15,18	262	1900	14,28	--	--	16,53	1510	--	--	1900	--	--	--	--	933	5,76	1710	5,38			4,06	5,76				
26-27	A	136	43,56	136	1900	14,83	--	--	20,25	1704	--	--	1900	--	--	--	--	749	2,03	1534	1,69			0,94	2,03				
27-28	A	90	-9,54	90	1885	15	--	--	21,8	1783	--	--	1885	--	--	--	--	617	1,04	1418	0,77			0,37	1,04				
28-29	A	272	-11,32	246	1900	14,32	--	--	16,84	1527	--	--	1900	--	--	--	--	917	6,32	1694	5,86			4,3	6,32				
29-30	A	205	-26,01	246	1900	14,32	--	--	16,84	1527	--	--	1900	--	--	--	--	917	3,61	1694	3,35			2,46	3,61				
30-31	A	377	57,94	329	1900	14,15	--	--	15,62	1460	--	--	1900	--	--	--	--	981	11,43	1760	10,9			8,97	11,43				
31-32	A	145	-15	329	1900	14,15	--	--	15,62	1460	--	--	1900	--	--	--	--	981	1,67	1760	1,59			1,31	1,67				
32-33	A	237	-52,17	237	1900	14,35	--	--	17,03	1537	--	--	1900	--	--	--	--	908	4,96	1686	4,57			3,3	4,96				
33-34	A	183	10,95	233	1900	14,36	--	--	17,11	1542	--	--	1900	--	--	--	--	904	2,89	1681	2,66			1,91	2,89				
34-35	A	151	4,28	233	1900	14,36	--	--	17,11	1542	--	--	1900	--	--	--	--	904	1,97	1681	1,81			1,3	1,97				
35-36	A	290	26,66	233	1900	14,36	--	--	17,11	1542	--	--	1900	--	--	--	--	904	7,3	1681	6,72			4,82	7,3				
36-37	A	324	-47,49	368	1900	14,1	--	--	15,29	1440	--	--	1900	--	--	--	--	1001	8,26	1781	7,94			6,76	8,26				

TENSIONES Y FLECHAS

CONDUCTOR DE PROTECCIÓN: : OPG

Diámetro (mm): 17

Coef. Dilatación (°C): 1,5E-5

Peso (Kg/m): 0,624

Mod. Elasticidad (Kg/mm2): 12000

Sección (mm2): 180

Carga Rotura (Kg): 8000

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A			Zona B			Zona C			Tens. (50°C)		Tens.(15°C+V)		Tens.(0°C+H)		Flecha mínima (m)	Flecha máxima (m)	Tensión (Kg.)	Flecha (m)					
						EDS 15°C (%)	EDS 10°C (%)	EDS 10°C (%)	CHS (%)	Tensión (Kg) -5°C + 1/2V	Tensión (Kg) -10°C + 1/2V	Tensión (Kg) -15°C + 1/2V	Tensión (Kg) -5°C+V	Tensión (Kg) -10°C+V	Tensión (Kg) -15°C+H	Tensión (Kg) -15°C+V	Tensión (Kg) -20°C+H	Tensión (Kg.)	Flecha (m)	Tensión (Kg.)									Flecha (m)
37-38	A	379	-24,6	368	1900	14,1	--	--	15,29	1440	--	--	1900	--	--	--	--	1001	11,21	1781	10,78			9,17	11,21				
38-39	A	390	14,31	368	1900	14,1	--	--	15,29	1440	--	--	1900	--	--	--	--	1001	11,9	1781	11,45			9,74	11,9				
39-40	A	382	-15,03	321	1900	14,17	--	--	15,71	1465	--	--	1900	--	--	--	--	976	11,68	1755	11,12			9,07	11,68				
40-41	A	217	-6,43	321	1900	14,17	--	--	15,71	1465	--	--	1900	--	--	--	--	976	3,78	1755	3,59			2,93	3,78				
41-42	A	297	-18,8	321	1900	14,17	--	--	15,71	1465	--	--	1900	--	--	--	--	976	7,06	1755	6,72			5,48	7,06				

Parte VI

Planos



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA**

Plano: **Emplazamiento**

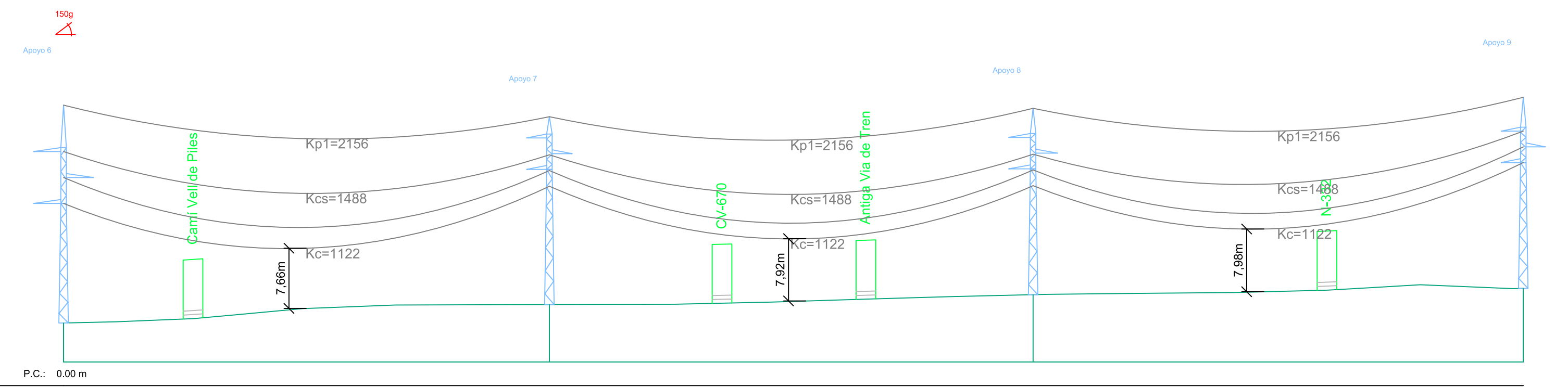
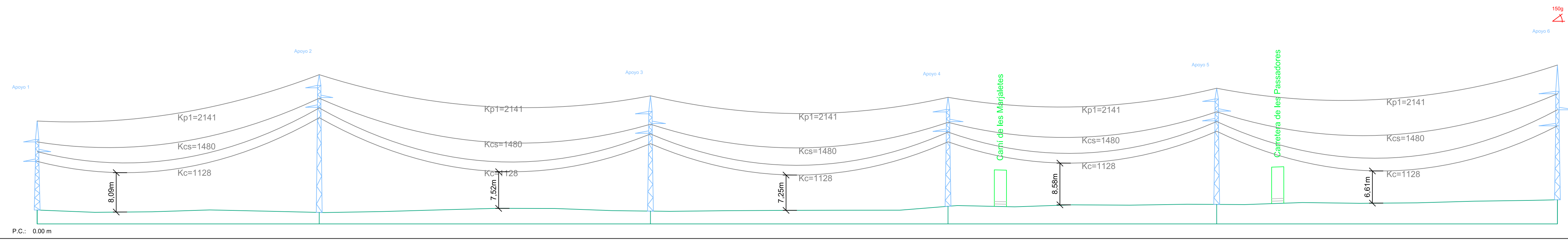
Fecha: **Noviembre 2020**

Nº Plano:

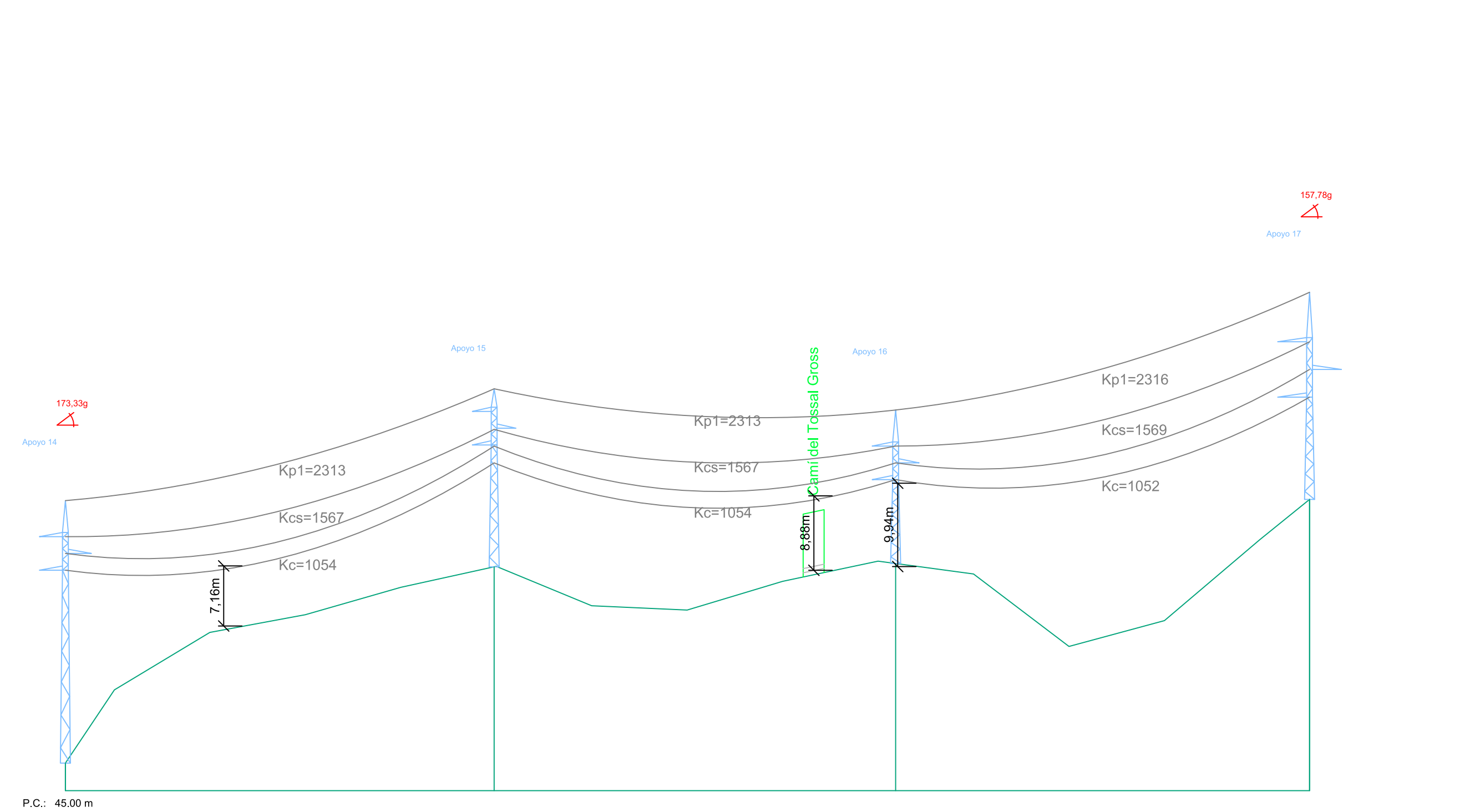
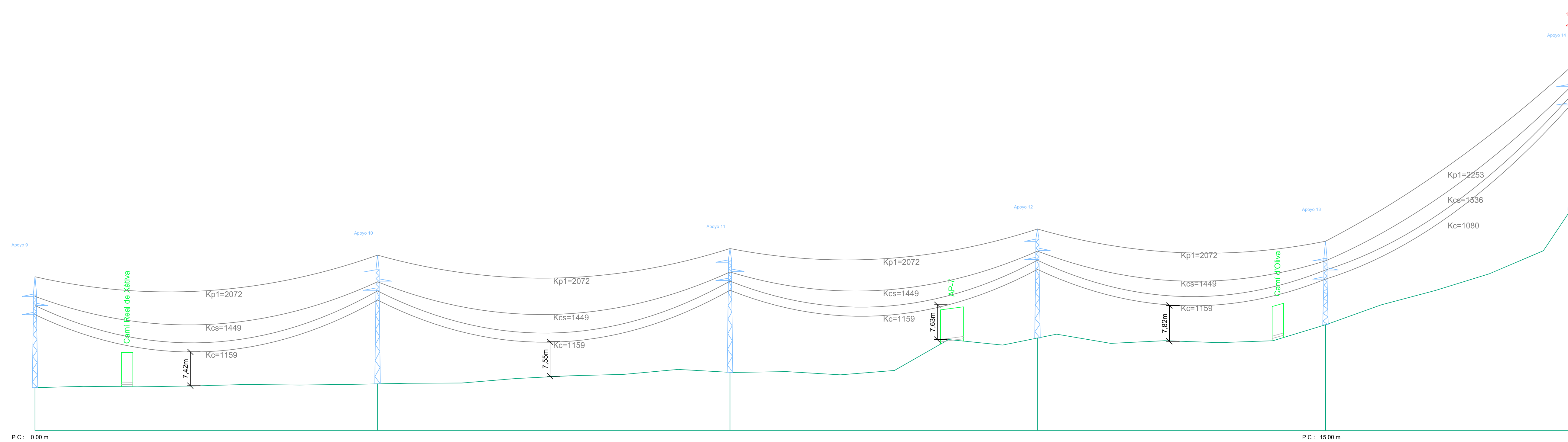
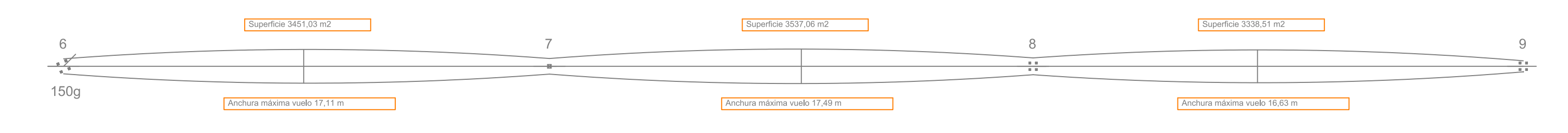
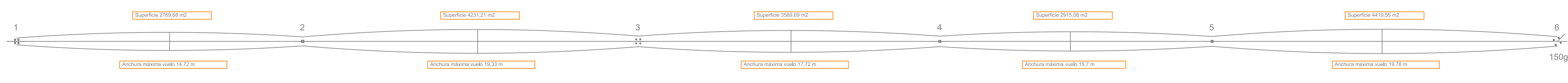
Autor: **Eduardo Lineu Tolentino de Almeida**

Escala: **1:25000**

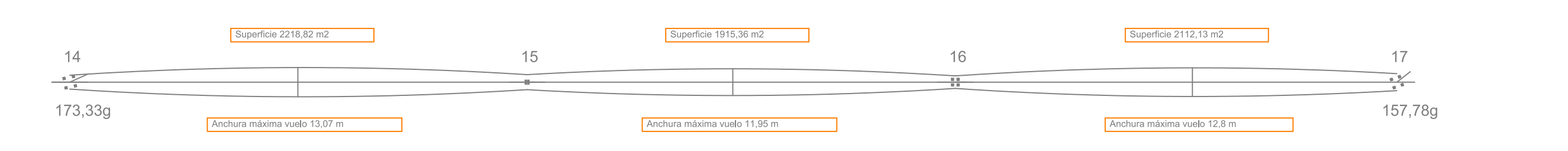
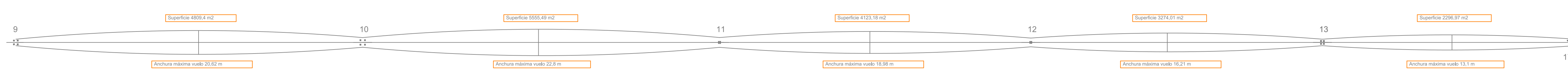
1

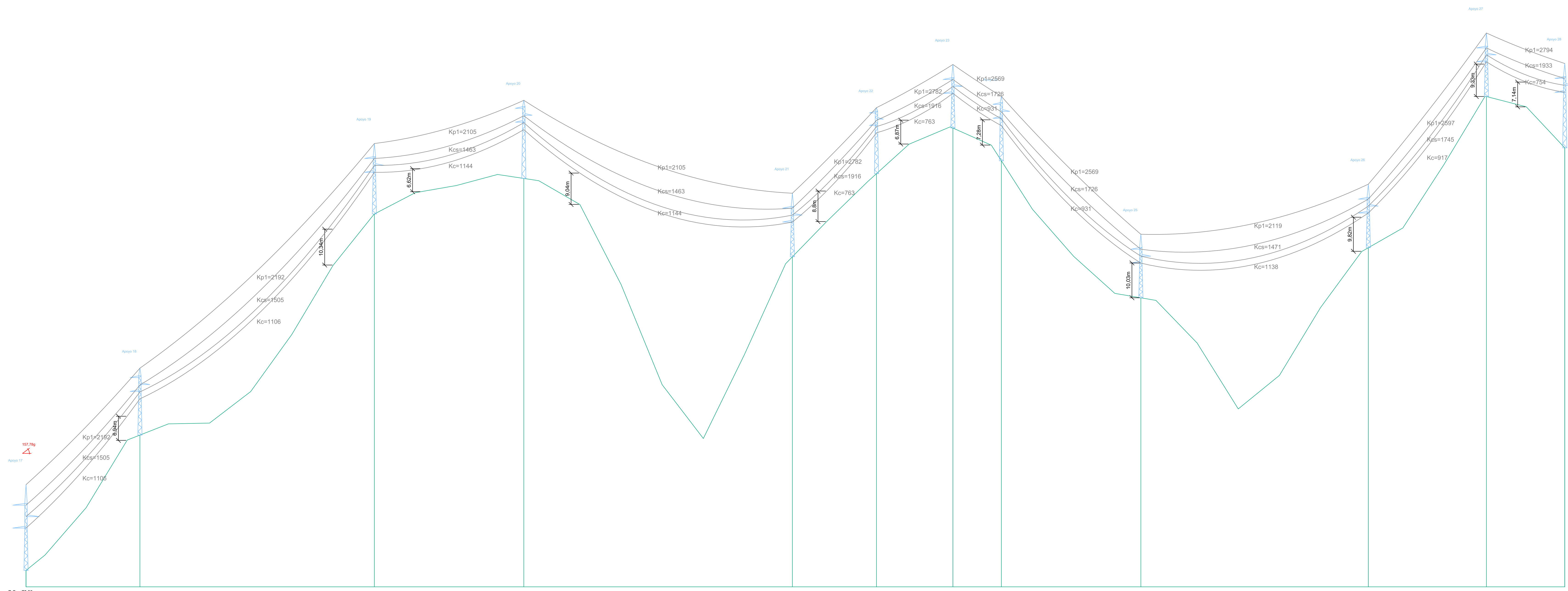


Nº Apoyos / Longitud Varios (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cota Terreno (m)	2.85	2.38	2.65	3.82	4.00	4.96	6.96	6.06	8.35
Distancia Parcial (m)	0.00	231.91	272.34	244.68	220.91	280.15	1200.00	1480.81	1991.60
Distancia Origen (m)	0.00	231.91	504.25	748.94	969.85	1250.00	1370.00	1518.81	1717.41
Función de Apoyo	AL	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_AM (150g)	AL_AM (150g)	AL_SU	AL_AM
Serie Apoyo	AG-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10	HA-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10	AG-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10
Armado (m)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Alura Usi Cruzada Inferior (m)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tipo de cimentación	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Monobloque	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Monobloque	Monobloque	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Monobloque	Tetrapodica (Cuadrada con canal)
Clase Cimentación (m)	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8

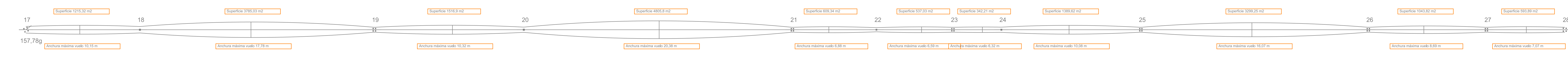


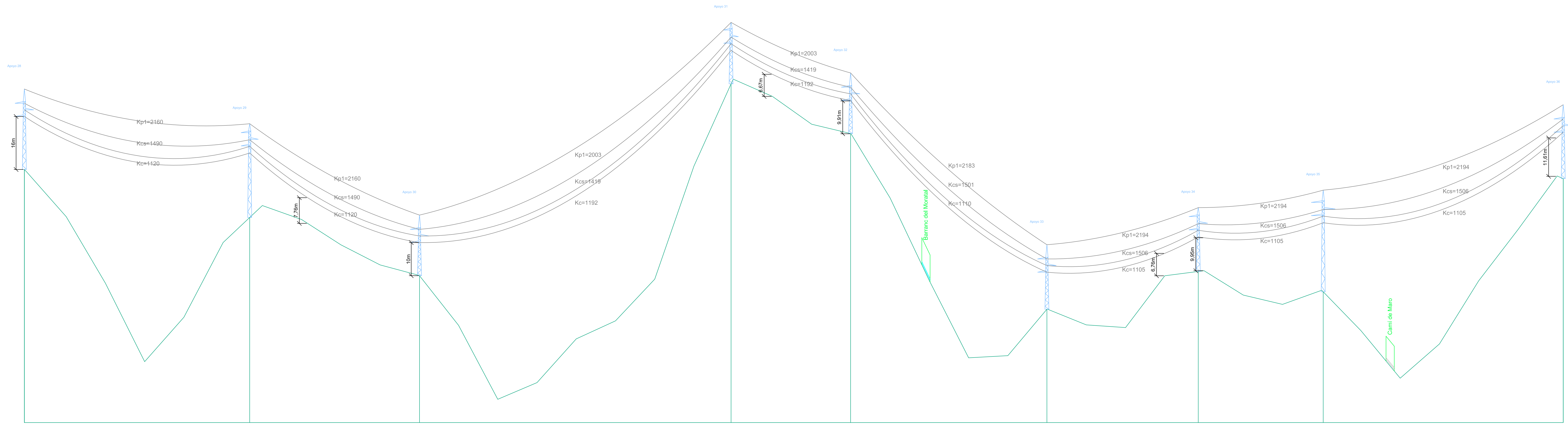
Nº Apoyos / Longitud Varios (m)	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Cota Terreno (m)	8.35	10.16	12.72	23.34	23.34	48.28	48.28	71.09	72.00
Distancia Parcial (m)	249.04	299.59	306.41	292.13	214.86	204.49	214.86	204.49	191.49
Distancia Origen (m)	1991.60	2291.19	2597.60	2889.73	3104.59	3319.45	3534.31	3749.17	3964.03
Función de Apoyo	AL_AM	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_SU	AL_AM (173.33g)	AL_AM (173.33g)	AL_SU	AL_AM
Serie Apoyo	AG-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10	HA-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10	AG-3000-10	HA-3000-10	AG-3000-10
Armado (m)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Alura Usi Cruzada Inferior (m)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tipo de cimentación	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Monobloque	Monobloque	Monobloque	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Tetrapodica (Cuadrada con canal)	Monobloque	Tetrapodica (Cuadrada con canal)
Clase Cimentación (m)	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8	ap1.30x4.35x4x1.70x0x0.8



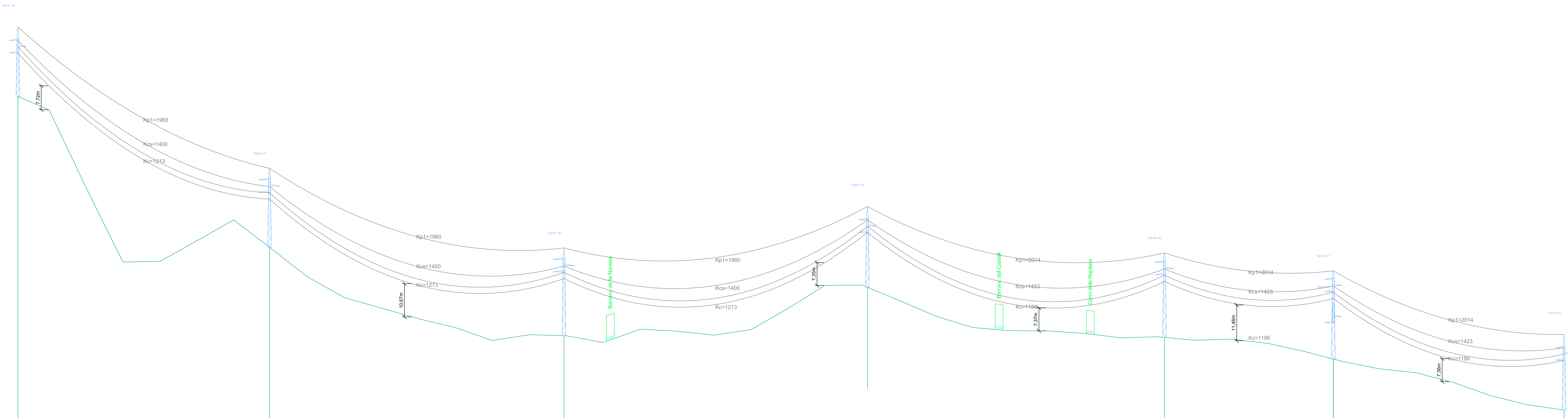
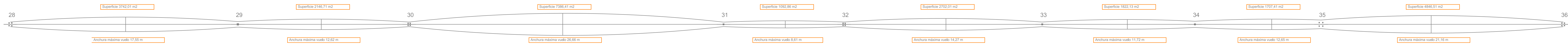


Nº Apoyos / Longitud Varas (m)	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Cota Terreno (m)	75.73	118.71	162.40	192.64	170.07	194.21	207.16	197.71	158.25	172.88	215.24	201.45
Distancia Parcial (m)	157.43	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30	219.30
Distancia Origen (m)	157.43	376.73	596.03	815.33	1034.63	1253.93	1473.23	1692.53	1911.83	2131.13	2350.43	2569.73
Función de Apoyo	AL-201 (107.7kg)	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201	AL-201
Serie Apoyo	CS-2000-12	AL-2000-14	AL-2000-12	AL-2000-14	AL-2000-12	AL-2000-14	AL-2000-12	AL-2000-14	AL-2000-12	AL-2000-14	AL-2000-12	AL-2000-14
Armado (m)	3x1.30x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.7	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x1.30x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3	3x2x1.30x1.30x4.3
Altura Dte. Cuseta Inferior (m)	12.2	12.57 (NormalK=15)	12	12.2 (NormalK=12)	12	12.2 (NormalK=12)	12	12.2 (NormalK=12)	12	12.2 (NormalK=12)	12	12
Tipo de cimentación	Tanque (Cuadrado con cueros)	Monobloque	Tanque (Cuadrado con cueros)	Monobloque	Tanque (Cuadrado con cueros)	Monobloque	Tanque (Cuadrado con cueros)	Monobloque	Tanque (Cuadrado con cueros)	Tanque (Cuadrado con cueros)	Tanque (Cuadrado con cueros)	Tanque (Cuadrado con cueros)
Datos Cimentación (m)	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.80x1.82	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.80x1.82	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.80x1.82	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.80x1.82	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.30x0.30x1.30x0.9	a=1.30x0.30x1.30x0.9

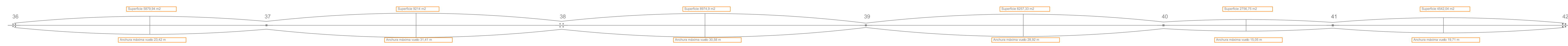




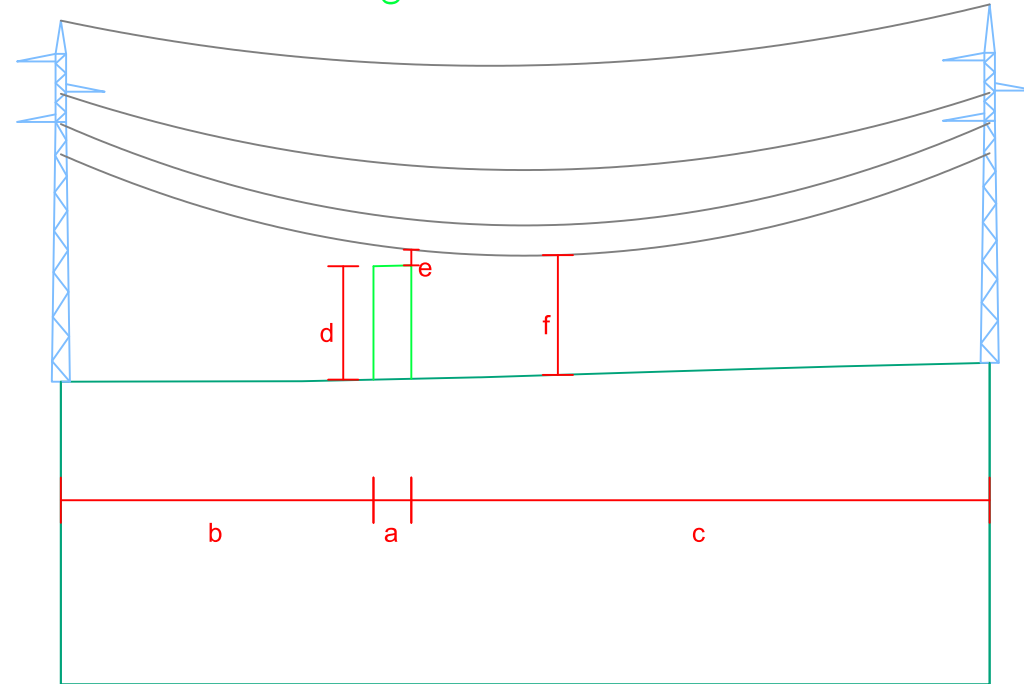
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	28	272.41	29	205.29	30	198.97	31	376.66	32	144.51	33	237.34	34	182.08	35	151.08	36	296.17
Cota Terreno (m)	251.45	272.41	198.96	205.29	198.97	227.31	376.66	227.31	144.51	237.34	182.08	237.34	151.08	182.08	151.08	182.08	296.17	
Distancia Parcel (m)	80.28	272.41	205.29	198.96	80.28	376.66	205.29	80.28	144.51	237.34	182.08	237.34	151.08	182.08	151.08	182.08	296.17	
Distancia Origen (m)	1713.13	1985.54	1985.54	1985.54	1985.54	2362.20	1985.54	2362.20	2506.71	2744.02	2926.10	3163.41	3345.49	3527.57	3709.65	3891.73	4177.90	
Función de Apoyo	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	
Serie Apoyo	AG-2000-14	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-14	
Armadura (m)	3x20x2.8x+2.8x+4.3	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+4.3	
Altura del Crucero Inferior (m)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)	16	17.65 (NormaR+12)
Tipo de cimentación	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	
Datos Cimentación (m)	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.55x+1.75x+0.9



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	36	353.56	37	379.22	38	380.43	39	381.81	40	217.27	P.C.: 95.00 m	41	296.81	42
Cota Terreno (m)	198.10	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27	198.27
Distancia Parcel (m)	200.13	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	353.56	
Distancia Origen (m)	1913.27	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	2267.83	
Función de Apoyo	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	AL_2M	
Serie Apoyo	AG-2000-14	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-23	AG-2000-14	
Armadura (m)	3x20x2.8x+2.8x+4.3	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+2.7	3x20x2.8x+2.8x+4.3	
Altura del Crucero Inferior (m)	14	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	17.65 (NormaR+12)	
Tipo de cimentación	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	Monobloque	Tetraplaca (Cuadrada con curvas)	
Datos Cimentación (m)	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	a1=1.35x+0.44x+1.75x+0.9	



CV-670



- a: 10 m.
- b: 82,72 m.
- c: 153,03 m.
- d: 7,5 m.
- e: 1,04 m.
- f: 7,92 m.

P.C.: -12.69 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	7	245.74	8
Cota Terreno	7.31		8.56
Distancia Parcial	1496.81		245.74
Distancia Origen	1496.81		1742.55
Función de Apoyo	AL-SU		AL-SU
Serie Apoyo	HA-2000-19		AG-3000-16
Armado	$b=2/a=2,9/c=2,9/h=2,7$		$b=2/a=3,1/c=3,1/h=3,7$

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA

Plano: Cruzamiento con CV-670

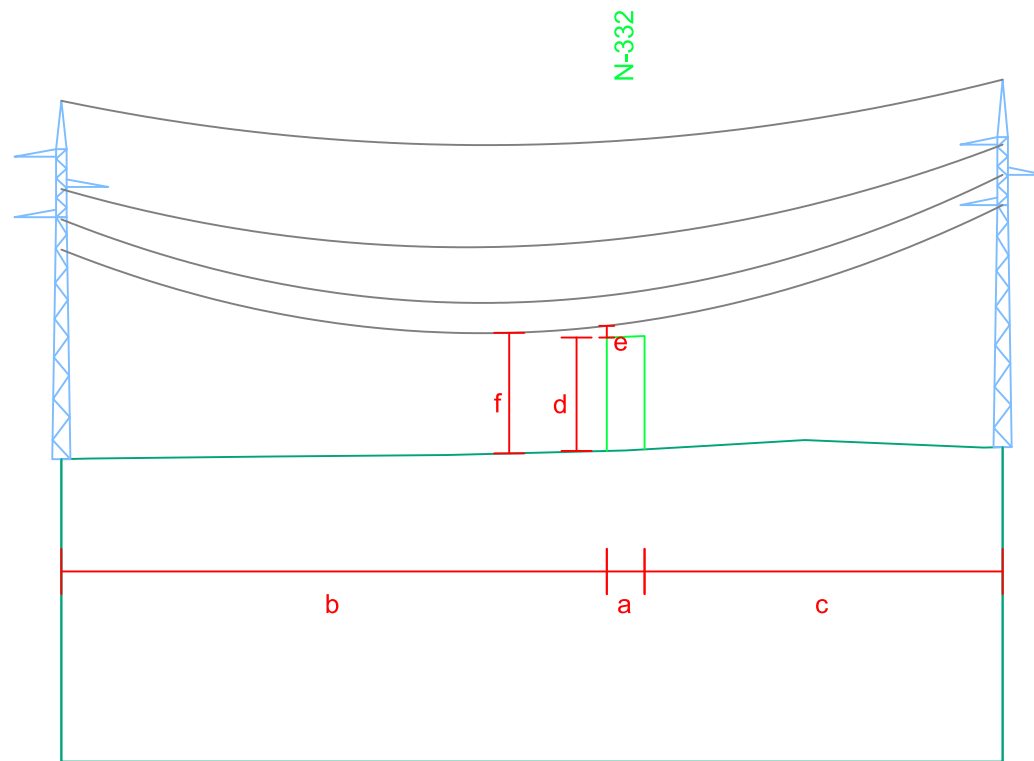
Fecha: Noviembre 2020

Nº Plano:

Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida

Escala: H:1:2000
V:1:500

5



a: 10 m.
 b: 144,31 m.
 c: 94,74 m.
 d: 7,5 m.
 e: 0,78 m.
 f: 7,98 m.

P.C.: -11.44 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	8	249.04	9
Cota Terreno	8.56		9.35
Distancia Parcial	1742.55		249.04
Distancia Origen	1742.55		1991.60
Función de Apoyo	AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	AG-3000-16		AG-3000-16
Armado	b=2/a=3,1/c=3,1/h=3,7		b=2/a=2,8/c=2,8/h=4,3

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA

Plano: Cruzamiento con N-332

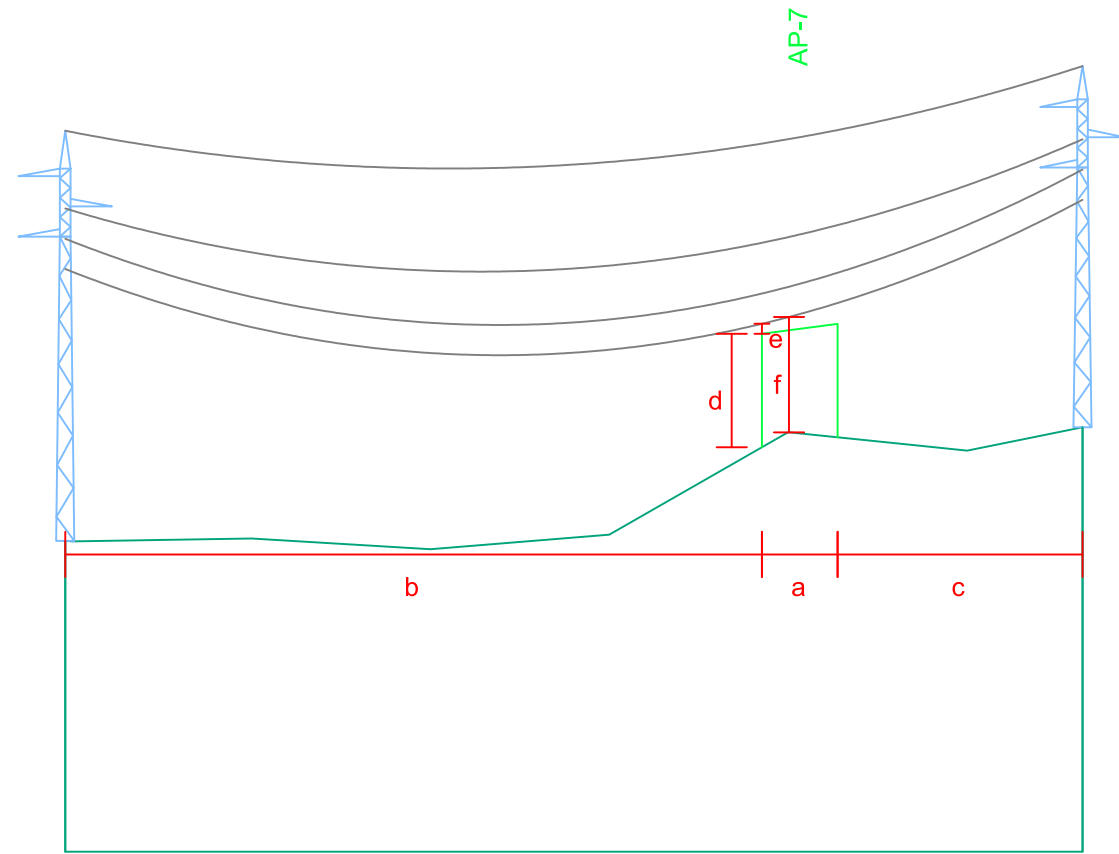
Fecha: Noviembre 2020

Nº Plano:

Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida

Escala: H:1:2000
V:1:500

6

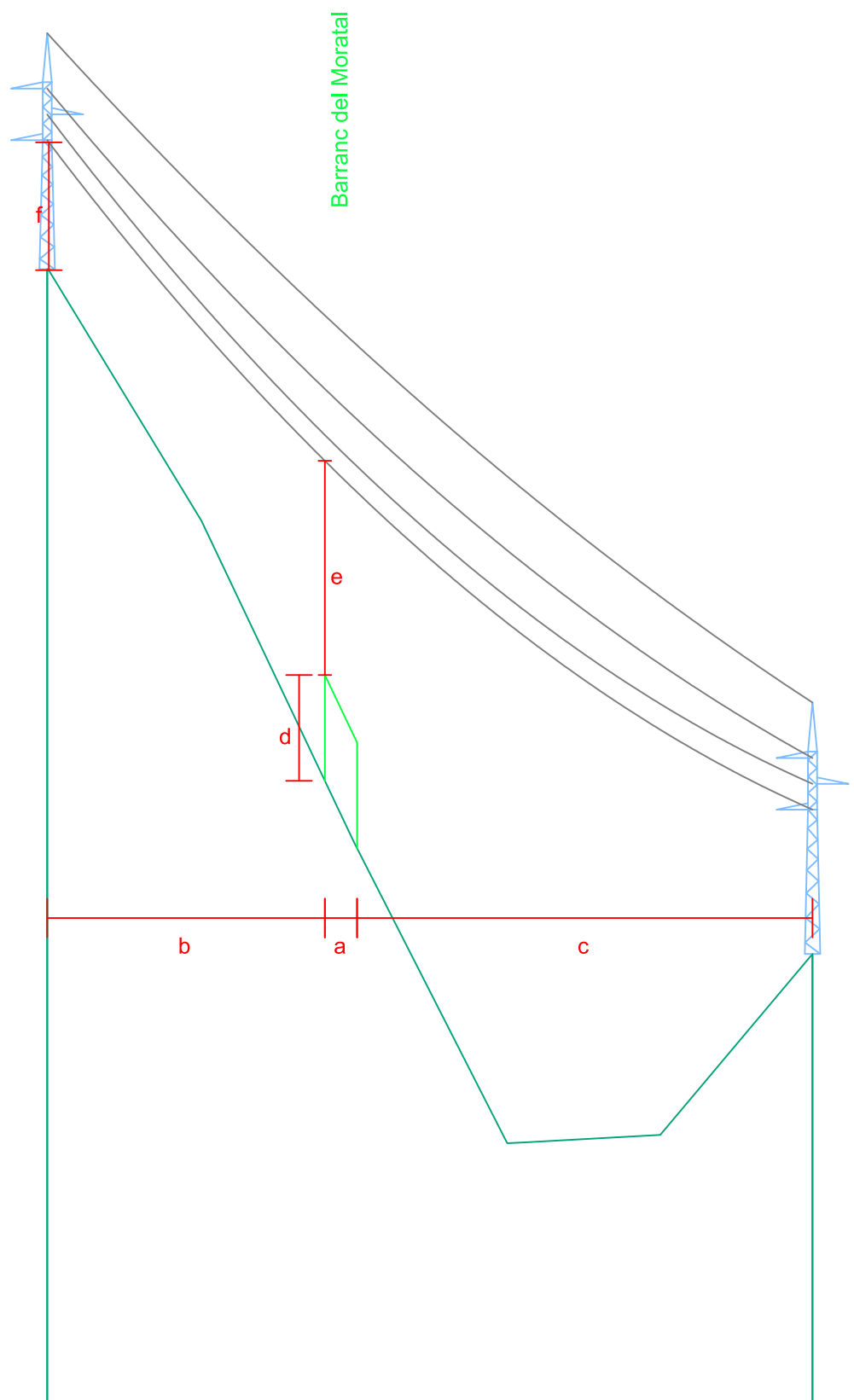


a: 20 m.
 b: 184,34 m.
 c: 64,81 m.
 d: 7,5 m.
 e: 0,67 m.
 f: 7,63 m.

P.C.: -7.83 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	11	269.15	12
Cota Terreno	12.72		20.23
Distancia Parcial	2600.00		269.15
Distancia Origen	2600.00		2869.15
Función de Apoyo	AL-SU		AL-SU
Serie Apoyo	HAR-2500-22		HA-2000-19
Armado	b=2/a=3,1/c=3,1/h=3		b=2/a=2,8/c=2,8/h=2,7

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES 		Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA	
Plano: Cruzamiento con AP-7		Fecha: Noviembre 2020	Nº Plano: 7
Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida		Escala: H:1:2000 V:1:500	



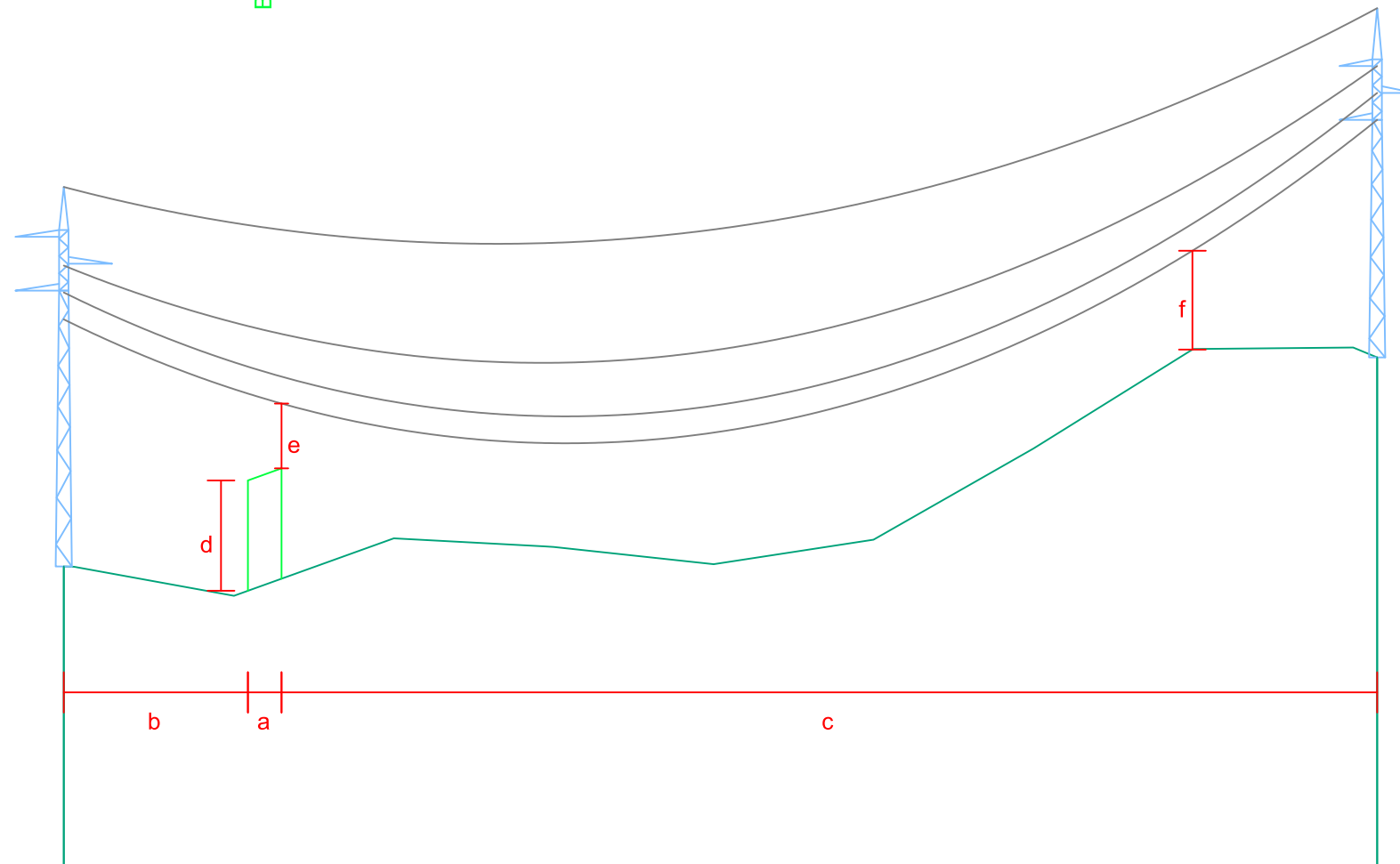
a: 10 m.
 b: 86,11 m.
 c: 141,23 m.
 d: 8,2 m.
 e: 16,61 m.
 f: 9,91 m.

P.C.: 124.57 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	32	237.34	33
Cota Terreno	212.31		159.24
Distancia Parcial	6702.02		237.34
Distancia Origen	6702.02		6939.36
Función de Apoyo	AL-AM		AL-AM
Serie Apoyo	AG-3000-10		HAR-2500-13
Armado	b=2/a=2,8/c=2,8/h=4,3		b=2/a=2,8/c=2,8/h=4,3

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES 		Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA	
Plano: Cruzamiento con Barranc del Moratal		Fecha: Noviembre 2020	Nº Plano: 8
Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida		Escala: H:1:2000 V:1:500	

Barranc de la Navesa



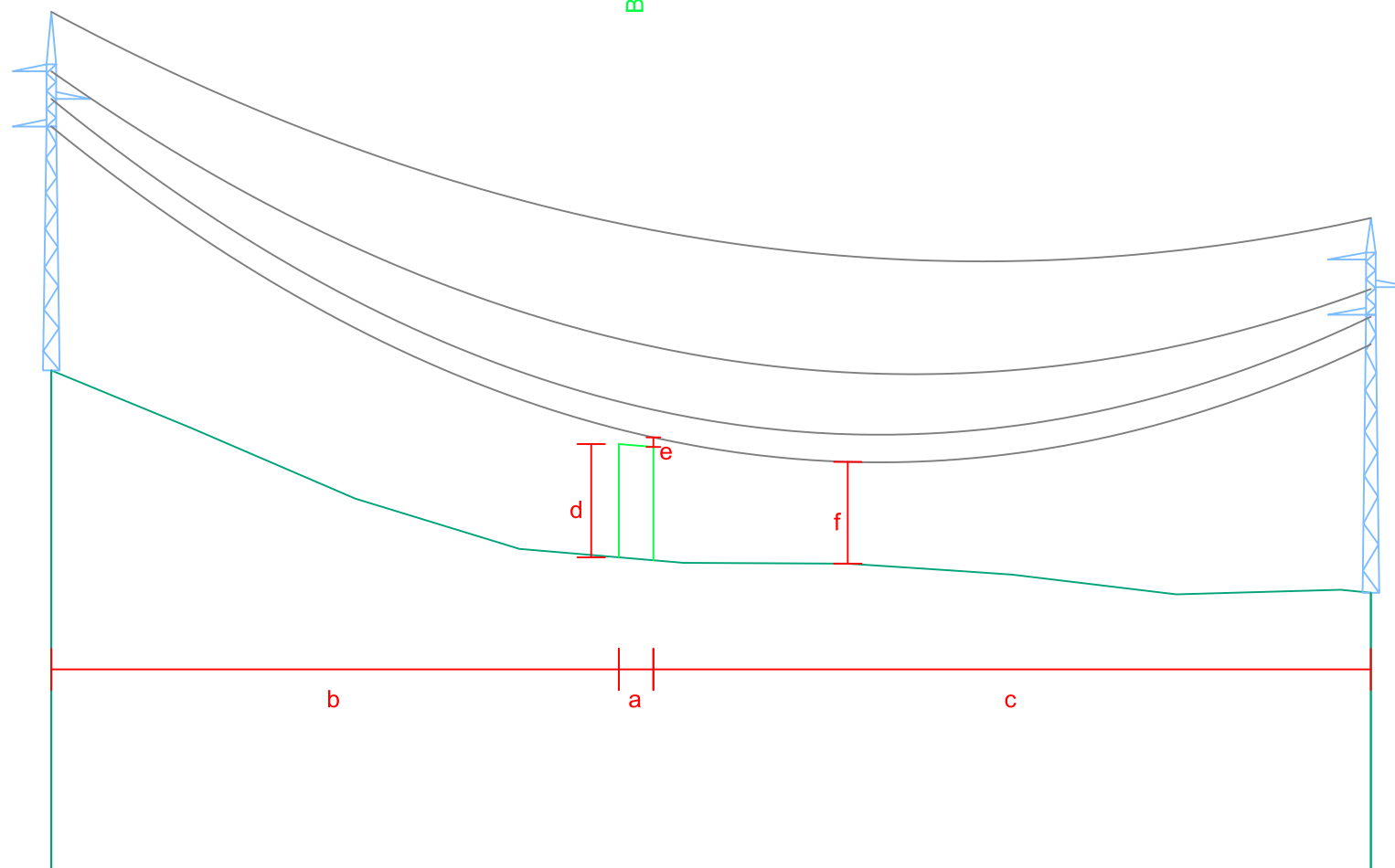
a: 10 m.
 b: 54,73 m.
 c: 325,69 m.
 d: 8,2 m.
 e: 4,82 m.
 f: 7,35 m.

P.C.: 99.69 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	38	390.43	39
Cota Terreno	121.87		137.41
Distancia Parcial	8265.96		390.43
Distancia Origen	8265.96		8656.38
Función de Apoyo	AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	AG-3000-20		HAR-2500-20
Armado	b=2/a=3,6/c=3,6/h=3,7		b=2/a=2,8/c=2,8/h=4,3

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA		Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA	
Plano: Cruzamiento con Barranc de la Navesa		Fecha: Noviembre 2020	Nº Plano: 9
Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida		Escala: H:1:2000 V:1:500	

Barranc del Castell



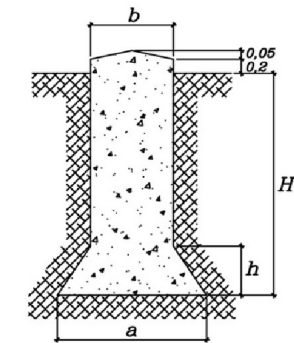
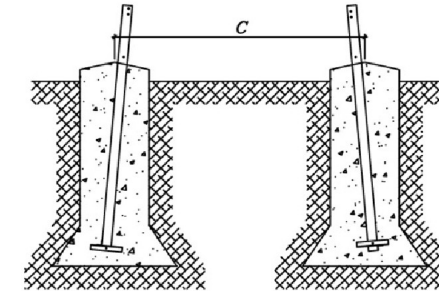
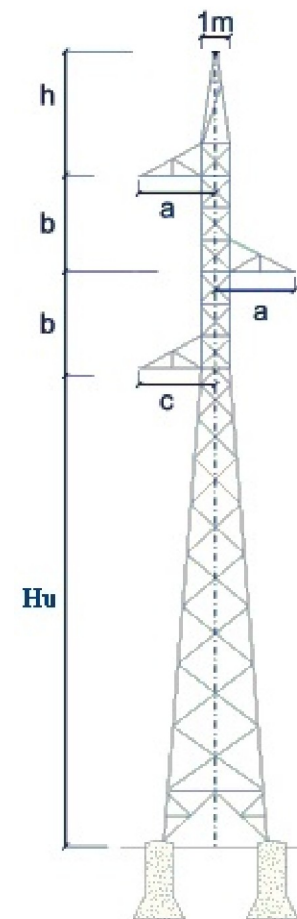
a: 10 m.
 b: 164,25 m.
 c: 207,67 m.
 d: 8,2 m.
 e: 0,69 m.
 f: 7,37 m.

P.C.: 101.20 m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	39	381.91	40
Cota Terreno	137.41		121.32
Distancia Parcial	8656.38		381.91
Distancia Origen	8656.38		9038.30
Función de Apoyo	AL-AM		AL-SU
Serie Apoyo	HAR-2500-20		HAR-2500-22
Armado	$b=2/a=2,8/c=2,8/h=4,3$		$b=2/a=3,1/c=3,1/h=3$

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES 		Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA	
Plano: Cruzamiento con Barranc del Castell		Fecha: Noviembre 2020	Nº Plano: 10
Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida		Escala: H:1:2000 V:1:500	

ALTURA ÚTIL (m)	ARMADOS S			Cúpula (m)
	Cabeza (m)	Crucetas (m)		
	"b"	"a"	"c"	
10	2	2,8	2,8	4,3



TERRENO NORMAL sigma=3,0 daN/cm2 alfa = 30°	
CUADRADA CON CUEVA	
a (m)	1,3
b (m)	0,9
H (m)	1,7
h (m)	0,35
V ex Total (m)	6,09

DISTANCIA ENTRE HOYOS	
c (m)	2,49

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE UNA LÍNEA ELÉCTRICA DE 132KV ENTRE OLIVA Y VILLALONGA

Plano: Detalle apoyo

Fecha: Noviembre 2020

Nº Plano:

Autor: Eduardo Lineu Tolentino de Almeida

Escala: S/E

11