

Proyecto

PROYECTO DE LÍNEA DE ALTA TENSIÓN "SAN MARCOS-OLITE"

Documento

MEMORIA

Número de proyecto

**TP164-WF-MEMORIA-LAT-REV00-
200210**

Elaborado para

AGROWIND NAVARRA 2013

Elaborado por

AF-ARIES

Febrero 2020

El Ingeniero Industrial, Colegiado N.º 15877

Francisco Javier Gala Lupiani



INDICE

1	Introducción. Antecedentes	1
2	Objeto y ámbito de aplicación	3
3	Alcance del proyecto	6
4	Promotor	6
5	Disposiciones legales de aplicación	6
6	Cruzamientos	7
7	Elementos de la Línea Aérea.....	7
7.1	Coordenadas de recorrido.....	7
7.2	Aislamiento	10
7.3	Conductores	11
7.4	Estructuras.....	12
7.4.1	Cimentaciones	14
7.5	Herrajes y Accesorios	16
7.6	Empalmes y conexiones	17
7.6.1	Cables de fase	17
7.6.2	Cables de comunicación	18
7.7	Puesta a tierra.....	18
7.7.1	Generalidades	18
7.7.2	Conductor a tierra	18
7.7.3	Electrodo de puesta a tierra	19
7.8	Elementos de Señalización	19
7.8.1	Señalización de seguridad y mantenimiento.....	19
7.8.2	Señalización de seguridad aérea.....	19
8	Criterios generales de diseño	19
8.1	Categoría y Zona	19
8.2	Zonas por velocidad de viento	19
8.3	Zonas por niveles de contaminación.....	19
8.4	Criterios relacionados con el trazado de la línea.....	20
8.4.1	Criterios técnicos.....	21



8.4.2	Criterios socio-ambientales analizados para la identificación y selección de la ruta.....	22
8.5	Criterios relacionados con la selección del conductor.....	23
8.6	Criterios relacionados con la selección de la configuración	24
8.7	Criterios relacionados con la selección de estructuras.....	24
9	Distancias de seguridad	27
9.1	Distancia entre elementos soportados en la misma estructura....	27
9.1.1	Distancia entre conductores de línea.....	27
9.1.2	Distancia de conductores o elementos energizados a soportes y demás elementos conectados normalmente a tierra	28
9.1.3	Distancia vertical sobre suelo de equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras	29
9.2	Cruzamientos	30
9.2.1	Líneas eléctricas y de telecomunicación soportadas por diferentes estructuras	30
9.2.2	Distancias mínimas en cruzamientos con diferentes lugares y situaciones	30
9.3	Paso por zonas	31
9.3.1	Paso por zonas con edificaciones	31
9.3.2	Bosques, árboles y masas de arbolado	31
9.4	Paralelismos	31
9.4.1	Con líneas eléctricas	31
9.4.2	Con líneas de telecomunicación	31
9.4.3	Carreteras, caminos y calles	31
9.4.4	Vías de ferrocarril	32
10	Línea Subterránea en 132kV	32
10.1	Trazado	32
10.2	Coordenadas de recorrido.....	32
10.3	Característica de la Instalación Subterránea	34
10.4	Composición de Bancadas	35
10.5	Características de los Cables	35
10.5.1	Aislamiento.....	37
10.5.2	Pantalla.....	37
10.5.3	Cubierta	37
10.6	Puesta Tierra	38
10.6.1	Cable de continuidad de Tierra	38
10.7	Terminales	38
10.7.1	Terminales	38



10.7.2	Empalmes	39
10.7.3	Autoválvulas - pararrayos.....	40
10.8	Obra Civil.....	41
11	Presupuesto	42



INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema del Sistema de Evacuación de energía.....	5
Figura 2 – composición y data técnica del OPGW propuesto	12
Figura 3 – Esquema típico de cimentación tipo monobloque.....	15
Figura 4 – Esquema típico de cimentación tipo zapata por pata individual.....	16
Figura 5 – Esquema típico de la torre modelo Halcón Real	25
Figura 6 – Esquema típico de la torre de transición aéreo a subterráneo Águila Real	26
Figura 7 – Esquema de la torre de empalme del tramo 4 con la línea troncal	26
Figura 8 – Esquema de las torres de llegada a subestaciones en 90°	27
Figura 9 – sección típica de bancada subterránea 132kV	34
Figura 10 – Composición de bancada subterránea 132kV	35
Figura 11 – Esquema de conexión de pantallas tipo Cross Bonding	38
Figura 12 – Cámara de empalme de cables en 132kV	40



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Potencias de los Parques Eólicos.....	3
Tabla 2 – Longitudes de los tramos de la línea eléctrica en metros	5
Tabla 3 – Coordenadas, - recorrido tramo 1- aéreo simple circuito	7
Tabla 4 – Coordenadas, - recorrido tramo 3- aéreo simple circuito	7
Tabla 5 – Coordenadas, - recorrido tramo 4- aéreo simple circuito	7
Tabla 6 – Coordenadas, - recorrido tramo 5- aéreo simple circuito	8
Tabla 7 – Datos de la línea	8
Tabla 8 – Coordenadas de los apoyos que conforman la parte aérea de la línea....	8
Tabla 9 – Aislamiento	10
Tabla 10 – Conductor LA-280.....	11
Tabla 11 – Conductor OPGW	11
Tabla 12 – Pesos según el apoyo tipo Halcón Real	13
Tabla 13 – Pesos según el apoyo tipo Águila Real y Condor	13
Tabla 14 – Dimensiones de cimientos para torres tipo Halcón Real	15
Tabla 15 – Dimensiones de cimientos para torres tipo Águila Real y Condor (por pata)	16
Tabla 16 – Clasificación propuesta del grado de contaminación según la ITC-LAT-07	20
Tabla 17 – Distancias de aislamiento adicional D_{add} a otras líneas eléctricas o de telecomunicación.....	30
Tabla 18 – Coordenadas, - recorrido tramo 2 soterrado.....	33
Tabla 19 – Coordenadas, - recorrido tramo 6 soterrado.....	33
Tabla 20 – Características Línea Subterránea 132kV Tramo 2	34
Tabla 21 – Características Línea Subterránea 132kV Tramo 6	34
Tabla 22 – Características del Cable XLPE Um145; 76/132kV Tramo 2	36
Tabla 23 – Características del Cable XLPE Um145; 76/132kV Tramo 6	36
Tabla 24 – Características del Cable PKP	37
Tabla 25 – Resumen del presupuesto del proyecto	42



1 Introducción. Antecedentes

El Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal, (en adelante, PROSIS) Proyecto Eólico Navarra fue presentado para su tramitación en el Gobierno de Navarra el 5 de marzo de 2015. El proyecto se ha desarrollado para evacuar la energía eléctrica generada a través una nueva posición de 220 kV en la subestación Olite 220 kV de REE, incluida en la Planificación Energética 2015-2020 del Ministerio de Industria.

El PROSIS fue aprobado por la Comisión de Ordenación del Territorio en diciembre de 2015 y posteriormente fue declarado como Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal por el Gobierno de Navarra en febrero de 2016. El PROSIS fue sometido a exposición pública y se respondió a las alegaciones presentadas por particulares, ayuntamientos y entidades y organismos afectados competentes en Julio de 2016.

En diciembre de 2015, Agrowind Navarra 2013 S.L. (en adelante, AGW2013) es nombrado por el Gobierno de Navarra como Interlocutor Único de Nudo (en adelante, IUN) para la nueva posición de 220 kV de la subestación Olite 220 kV, y confirmado el 18 de mayo de 2018 por el mismo servicio a petición de REE.

Como resultado de las conversaciones mantenidas con la Dirección General de Medio Ambiente en octubre-diciembre de 2016 y haciendo caso a sus recomendaciones y sugerencias, AGW2013 presentó en marzo de 2017 una revisión del PROSIS manteniendo la potencia original del mismo (190 MW) e introduciendo una serie de cambios en los proyectos eólicos y sistema de evacuación que mejoraban la compatibilidad ambiental del proyecto.

El PROSIS revisado en 2017 fue aprobado inicialmente por el Gobierno de Navarra el 19 de mayo de 2017, y sometido a exposición pública hasta el 30 de junio de 2017. En julio de 2017 AGW2013 respondió a las alegaciones presentadas en este segundo periodo de exposición pública.

El 14 de mayo de 2018, la Dirección del Servicio de Territorio y Paisaje notifica a AGW2013 la propuesta de resolución de declaración de impacto ambiental y se le dio trámite de audiencia.

El 1 de junio de 2018, AGW2013 presenta un documento de respuesta a la propuesta de resolución de declaración de impacto ambiental, en el que se propone la sustitución de los aerogeneradores del PROSIS revisado en 2017, en el que se contemplaba la instalación de 45 aerogeneradores G114 2,0MW y 40 aerogeneradores G126 2,5MW, por aerogeneradores AW140 3,0MW, AW132 3,3MW y V136 3,6MW, lo que conlleva una reducción del número de aerogeneradores a instalar. La motivación del cambio de modelo de aerogenerador se entiende en el contexto del sector eólico español en el período posterior a las subastas celebradas en los años 2015 y 2017, y las dificultades de los fabricantes para poder comprometer los plazos de suministro de aerogeneradores en los plazos que marcaban las reglas de las mencionadas subastas. Cabe destacar en este punto que los parques eólicos que integran el Plan Eólico de Navarra fueron identificados ante el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo como parte de los proyectos con los que el grupo Alfanar cubriría la potencia que se le adjudicó en el marco de la subasta



bajo el Real Decreto 650/2017 de 16 de junio de 2017, la Orden ETU/315/2017 de 26 de abril de 2017 (modificada por la Orden ETU/615/2017 de 27 de junio de 2017), y la Resolución de 30 de junio de 2017, de la Secretaría de Estado por la Energía publicada en el BOE nº 156 de 1 de julio de 2017.

Finalmente, el 6 de agosto de 2018 se publica en el Boletín Oficial de Navarra nº 151 la Resolución 400E/2018, de 14 de junio, de la Directora General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental de los parques eólicos de San Marcos I, San Marcos II, Linte, Jenáriz, Tres Hermanos y Corraliza Paulino, incluidos en el Plan eólico de Navarra, promovido por Agrowind Navarra 2013, de acuerdo a la cual se aprueban los parques eólicos San Marcos I (de la posición SMI-1 a SMI-8), San Marcos II (de la posición SMII-3 a SMII-10), Linte (con 11 posiciones) y Jenáriz (de la posición JE-7 a JE-12), es decir, 33 posiciones de aerogenerador.

Conforme a la Resolución de la DIA se elabora y entrega el Texto Refundido del PROSIS Proyecto Eólico Navarra de Agrowind Navarra 2013 S.L., y el 22 de octubre de 2018 se publica en el Boletín Oficial de Navarra nº 204 el Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 3 de octubre de 2018, por el que se aprueba el Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal "Proyecto Eólico de Navarra", promovido por "Agrowind Navarra 2013, S.L."

En paralelo a la tramitación administrativa con los órganos competentes en materia de medio ambiente y urbanismo, se solicita el permiso de acceso a la red eléctrica a través de la nueva posición planificada de 220 kV en la subestación Olite 220 kV de REE. Para ello, en mayo de 2018 AGW2013, cumpliendo lo establecido en el art.66 bis del Real Decreto 1955/2000, deposita los avales requeridos para solicitar acceso y conexión, y solicita permiso de acceso en su calidad de IUN de la nueva posición planificada de 220 kV en la subestación Olite 220 kV. En octubre de 2018 REE traslada comunicación a AGW2013, en su calidad de IUN, en el que se le informa que no resultaría técnicamente viable la conexión de las instalaciones que han solicitado permiso de acceso en la nueva posición planificada de 220 kV, entre las que se encuentran los parques eólicos del Proyecto Eólico Navarra. Ante esta negativa, AGW2013 presenta un conflicto de acceso ante la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (en adelante, CNMC) que resuelve en octubre 2019 y que da lugar, finalmente, a la comunicación del 21 de enero de 2020 de REE por medio de la cual se otorga permiso de acceso a los parques eólico San Marcos II, Jenáriz y Linte, para evacuar 6 MW, 24 MW y 33 MW respectivamente.

A la vista del permiso de acceso otorgado, AGW2013 ha actualizado la configuración de los parques eólicos para cumplir con los condicionantes derivados de la Resolución 400E/2018, de 14 de junio, de la Directora General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental de los parques eólicos de San Marcos I, San Marcos II, Linte, Jenáriz, Tres Hermanos y Corraliza Paulino, incluidos en el Plan eólico de Navarra, y del Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 3 de octubre de 2018, por el que se aprueba el Proyecto Sectorial de Incidencia Supramunicipal "Proyecto Eólico de Navarra", promovido por "Agrowind Navarra 2013, S.L".



Conforme esta actualización, AGW2013 procede a solicitar Autorización Administrativa Previa y de Construcción para continuar la tramitación administrativa de los parques eólicos del Proyecto Eólico Navarra.

2 Objeto y ámbito de aplicación

El presente documento describe el sistema de evacuación propuesto para la evacuación de la energía producida en un conjunto de tres (3) parques Eólicos ubicados en la Comunidad Foral de Navarra. Los Parques Eólicos que serán evacuados mediante la línea en proyecto son los siguientes:

- San Marcos II
- Jenariz
- Linte

Las condiciones de recorrido, su trazado y característica constructiva se han adoptada a los requerimientos impuestos en el estudio de PROSIS y estudio de Ambiental aprobado sobre una franja aprobada y que ha sido seleccionada de manera que permita el aporte de los distintos parques que conforman el Proyecto Eólico de Navarra, objeto de la presente línea eléctrica.

La línea de evacuación ha sido definida como una edificación común a los 3 parques debido a su cercanía geográfica, pudiéndose establecer un eje que permita incorporar la energía producida en cada parque en su recorrido hasta el punto final de entrega de energía en la Red Eléctrica Española.

La potencia de cada parque se irá incorporando en su recorrido hasta que la colección de todos los parques se complete en la Subestación del Parque Eólico Linte, continuando hasta el punto final de entrega. Las potencias de cada parque se señalan en la tabla siguiente.

Tabla 1 – Potencias de los Parques Eólicos

Parque Eólico	Potencia (MW)	
	Propia del parque	Acumulada en la línea
San Marcos II	6	6
Jenariz	24	30
Linte	33	63

Se prevé la construcción de un conjunto de evacuación formado por seis (6) tramos de línea en 132kV con el objeto de permitir evacuar la energía generada por cada uno de los Parque arriba mencionados, y entregar la totalidad de la energía producida en la Subestación OLITE, propiedad de REE, definida como el punto de entrega de la energía. Se concibe una capacidad de reserva en las líneas para admitir potenciales ampliaciones de los parques eólicos del proyecto.

A partir del estudio de la infraestructura eléctrica de los Parques Eólicos, de las necesidades energéticas (potencia generada), de las instalaciones eléctricas existentes y/o en proyecto y características del terreno, se ha optado por la solución de construir:



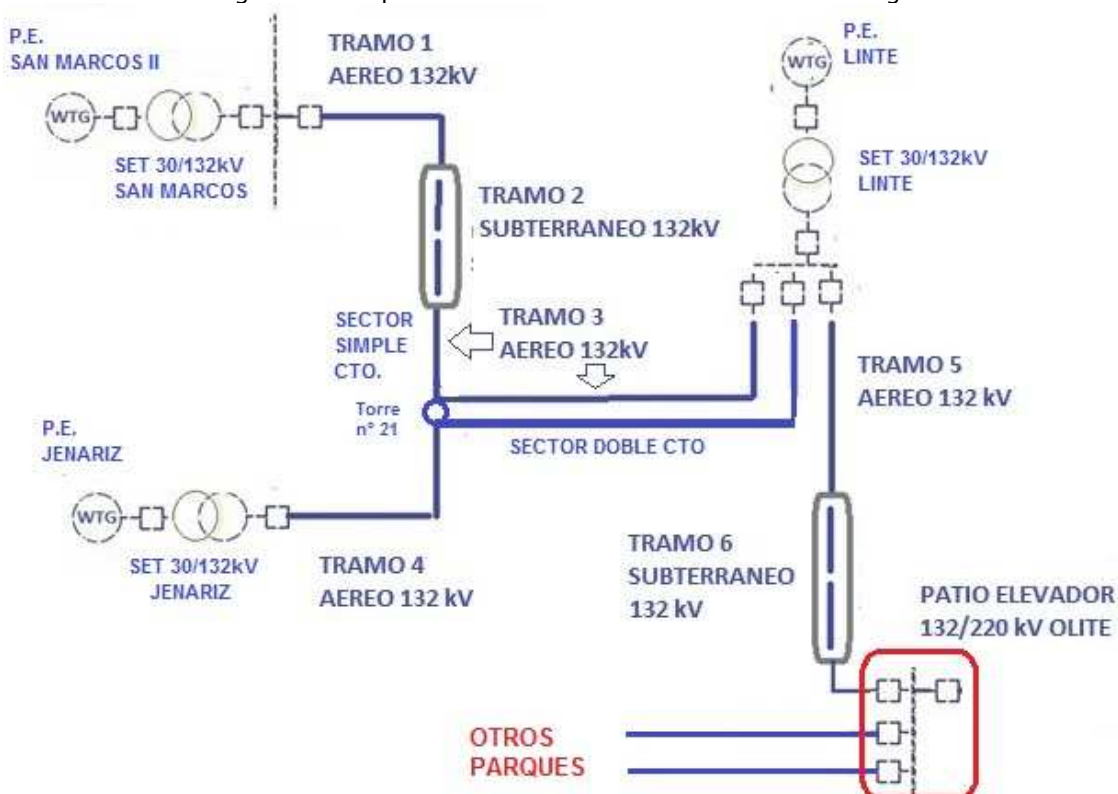
- o Una línea de evacuación de energía a la tensión nominal de 132 kV con origen en la Subestación transformadora, en proyecto, "SET San Marcos" y final en un patio de transformación 132/220kV conexas a la Subestación Transformadora OLITE (REE), que se define como punto de entrega de la energía, ejecutada en seis tramos:
 - a. Tramo 1: Tramo Aéreo SET San Marcos – T1-V10 que comprende desde el apoyo nº1 al apoyo nº15, en simple circuito y conductor LA-280. Este tramo presenta una longitud de 4.615,84 m
 - b. Tramo 2: Tramo Subterráneo que comprende transición en el apoyo nº 15 en simple circuito en cable de potencia de 132 kV, aislamiento XLPE hasta el inicio del Tramo 3 (aéreo), con una longitud de 3.105,9 m.
 - c. Tramo 3: Tramo Aéreo T2-V7/T3-V1 – SET LINTE que comprende de dos sectores:
 - i. El primer sector, desde el apoyo nº16 (T3-V1) al apoyo nº21 (T3-V3), en simple circuito que transporta la energía desde San Marcos II hacia la SET Linte. Este sector posee una longitud de 1852,06 m entre T3-V1 y T3-V3
 - ii. El segundo sector, (Torres nº21 (T3-V3) a 29 (T3-V4) Subestación LINTE, se presenta en torres doble circuito, cada uno con conductor LA-280, para permitir acceso individual de dos circuitos desde las subestaciones San Marcos y Jenariz (Cuya línea se origina en el tramo 4). En total este sector posee una longitud de 2.577,72 m entre V3-T3 la Subestación LINTE
- Este tramo en su totalidad presenta una longitud total de 4.429,61 m
- d. Tramo 4: Tramo Aéreo SET Jenariz – T4-V9, que es el punto de convergencia con el punto T3-V3 del tramo 3. Este asume una numeración desde J1 hasta el empalme con la troncal de evacuación, a través de los apoyos nºJ1 al apoyo Nº J10, en simple circuito y conductor LA-280 hasta su conexión con la torre Nº21 del tramo 3. Este tramo presenta una longitud de 2.836,10 m. En el vértice punto T4-V9 (torre nº21), la línea continuará hasta la Subestación Linte usando el circuito Sur del tramo 3.
- e. Tramo 5: Tramo Aéreo SET LINTE – T5-V8 que comprende desde el apoyo nºL1 al apoyo nºL9, en simple circuito y conductor LA-280. Este tramo presenta una longitud de 2.045,49 m.
- f. Tramo 6: Tramo Subterráneo que comprende la transición aéreo – subterráneo en el apoyo nº L9, del tramo 5 en simple circuito en cable de potencia de 132 kV, aislamiento XLPE hasta el Patio elevador 132/220 kV en OLITE. Las características de uso de la tierra y consideraciones ambientales han determinado que este tramo final de 14.556,52 m sea de tipo subterráneo.

Tabla 2 – Longitudes de los tramos de la línea eléctrica en metros

Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6	TOTAL
4.615,84	3.105,9	4.429,61	2.836,10	2.045,49	14.556,52	31.589,46

La figura siguiente resume la composición del sistema de evacuación:

Figura 1 – Esquema del Sistema de Evacuación de energía



Con el presente proyecto se propone establecer las características a las que habrá de ajustarse para la instalación, teniendo presentes criterios de seguridad, calidad de servicio, técnicos, estéticos, medio ambientales, económicos y de explotación de las instalaciones, siendo su objetivo la tramitación oficial de la línea en proyecto.



3 Alcance del proyecto

El presente proyecto de ejecución describe, justifica y valora el trazado y elementos constitutivos del conjunto de líneas eléctricas que se agrupan para la evacuación en 132kV de los parques mencionados en el presente documento hasta su conexión final en la Subestación Olite. Para los fines de identificación el sistema de evacuación se denominará "San Marcos-Olite". La propuesta se ejecutó según la normativa vigente, y servirá para la obtención de las preceptivas autorizaciones administrativas, así como documento técnico de referencia para la ejecución de las obras.

Además, el proyecto de ejecución incluirá sus correspondientes separatas, relación de bienes y derechos afectados (RBDA), levantamiento topográfico de la traza y la relación de parcelas.

4 Promotor

AGROWIND NAVARRA 2013 S.L., sociedad de nacionalidad española, con domicilio a efectos de notificaciones en Navarra en el Parque Empresarial La Muga nº11, Planta 3, Oficina 5, Orkoyen (Navarra), inscrita en el Registro Mercantil de Navarra con CIF número B-71158190.

5 Disposiciones legales de aplicación

En la confección del presente Proyecto, así como en la futura construcción de las instalaciones, se han tenido presentes todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- Reglamento Técnico de Líneas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 3151/1968 del 28 de noviembre, publicado en el B.O.E nº311 de 27 de diciembre de 1968), así como las Normas y Disposiciones publicadas posteriormente y relacionadas con el citado decreto.
- Normalización Nacional (Normas UNE).
- Recomendaciones UNESA.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, porque se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley del Sector Eléctrico 54/1997 de 27 de noviembre de 1997.
- Normas particulares de Red Eléctrica de España (TI. E/02/040, de 25 de marzo del 2003).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.
- Disposiciones municipales que afecten a este tipo de instalaciones.



6 Cruzamientos

En el Anejo IV se detallan las afecciones producidas por el trazado de la línea de alta tensión 132kV con elementos, obras y áreas jurídicas bajo responsabilidad de distintos organismos públicos, privados y territorios Municipales.

7 Elementos de la Línea Aérea

7.1 Coordenadas de recorrido

Los planos del proyecto presentan el recorrido de los distintos tramos de la línea. Para fines de referencia se incluye en esta sección la lista de coordenadas de los tramos de línea aérea.

Tabla 3 – Coordenadas, - recorrido tramo 1- aéreo simple circuito

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T1-V1 (SET SAN MARCOS)	587.705,00	4.709.353,50
T1-V2	588.014,68	4.709.424,75
T1-V3	589.249,53	4.709.271,46
T1-V4	589.421,53	4.709.000,16
T1-V5	589.689,19	4.709.033,51
T1-V6	589.873,04	4.709.163,41
T1-V7	590.074,96	4.709.249,31
T1-V8	591.099,60	4.709.499,94
T1-V9	591.730,80	4.709.481,14
T1-V10 (Transición a subterráneo: Inicio Tramo 2)	591.982,08	4.709.264,30

Tabla 4 – Coordenadas, - recorrido tramo 3- aéreo simple circuito

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T3-V1 (Transición a aéreo desde T2-V7)	594.344,35	4.707.467,50
T3-V2	594.528,45	4.707.205,26
T3-V3(Empalme con tramo 4 en Torre nº 21)	595.148,16	4.705.804,58
T3-V4	597.448,69	4.706.965,31
T3-V5 (SET LINTE)	597.482,00	4.706.985,00

El tramo 3 se presenta en simple circuito entre los vértices T3-V1 y T3-V3. A partir de T3-V3, inclusive se define la línea en doble circuito hasta la Subestación LINTE.

Tabla 5 – Coordenadas, - recorrido tramo 4- aéreo simple circuito



VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T4-V1(SET JENARIZ)	593.776,41	4.704.072,06
T4-V2	593.975,61	4.704.371,59
T4-V3	594.094,39	4.704.480,36
T4-V4	594.301,79	4.704.517,78
T4-V5	594.587,67	4.704.739,75
T4-V6	594.665,07	4.704.819,79
T4-V7	595.065,08	4.704.804,82
T4-V8	595.442,95	4.705.144,52
T4-V9 (Empalme aéreo con T3-V3)	595.148,16	4.705.804,58

Tabla 6 – Coordenadas, - recorrido tramo 5- aéreo simple circuito

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T5-V1(SET LINTE)	597.455,09	4.706.954,64
T5-V2	597.474,60	4.706.922,12
T5-V3	597.772,02	4.706.811,83
T5-V4	597.869,82	4.706.639,20
T5-V5	598.011,16	4.706.121,37
T5-V6	598.028,98	4.705.919,77
T5-V7	598.200,89	4.705.537,23
T5-V8 (Transición a subterránea, inicio tramo 6)	598.290,16	4.705.216,00

La data principal de la línea se resume a continuación:

Tabla 7 – Datos de la línea

Tensión de diseño	132 kV
Tensión máxima admisible	145 kV
Numero de circuitos	1 o 2 según el tramo
Tipo de arreglo	Triangular (SC) Vertical (DC)
Número de conductores por fase	1
Longitud total (km)	31,59
Total tramos aéreos (km) S/C	11,35
Total tramos aéreos (km) D/C	2,58
Total tramos subterráneos (km)	17,66
Potencia nominal de diseño	63 MW
Potencia máxima de transporte	114 MW

Tabla 8 – Coordenadas de los apoyos que conforman la parte aérea de la línea

APOYO N°	SIMPLE (SC) o doble (DC) CTO		COORDENADAS UTM ETRS89		TRAMO
	SC	DC	X	Y	
Apoyo N°1	X		587.705,00	4.709.353,50	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



APOYO N°	SIMPLE (SC) o doble (DC) CTO		COORDENADAS UTM ETRS89		TRAMO
	SC	DC	X	Y	
Apoyo N°2	X		588.014,68	4.709.424,75	
Apoyo N°3	X		588.405,67	4.709.376,21	
Apoyo N°4	X		588.836,37	4.709.322,75	
Apoyo N°5	X		589.249,53	4.709.271,46	
Apoyo N°6	X		589.421,53	4.709.000,16	
Apoyo N°7	X		589.689,19	4.709.033,51	
Apoyo N°8	X		589.873,04	4.709.163,41	
Apoyo N°9	X		590.074,96	4.709.249,31	
Apoyo N°10	X		590.414,92	4.709.332,44	
Apoyo N°11	X		590.735,49	4.709.410,86	
Apoyo N°12	X		591.099,60	4.709.499,94	
Apoyo N°13	X		591.417,46	4.709.490,47	
Apoyo N°14	X		591.730,80	4.709.481,14	
Apoyo N°15 (conversión aéreo- soterrado)	X		591.982,08	4.709.264,30	
Apoyo N°16 (conversión soterrado- aéreo)	X		594.344,35	4.707.467,50	Tramo 3
Apoyo N°17	X		594.528,45	4.707.205,26	
Apoyo N°18	X		594.700,52	4.706.811,55	
Apoyo N°19	X		594.849,63	4.706.472,97	
Apoyo N°20	X		595.004,51	4.706.126,18	
Apoyo N°21 (Comienzo apoyos doble circuito)		X	595.148,16	4.705.804,58	
Apoyo N°22		X	595.435,40	4.705.943,78	
Apoyo N°23		X	595.706,08	4.706.074,95	
Apoyo N°24		X	595.975,24	4.706.205,39	
Apoyo N°25		X	596.245,70	4.706.336,47	
Apoyo N°26		X	596.515,84	4.706.467,37	
Apoyo N°27		X	596.780,36	4.706.595,57	
Apoyo N°28		X	597.114,52	4.706.780,44	
Apoyo N°29 (Fin apoyos doble circuito)		X	597.448,69	4.706.965,31	
Apoyo N°J1	X		593.776,41	4.704.072,06	Tramo 4
Apoyo N°J2	X		593.975,61	4.704.371,59	
Apoyo N°J3	X		594.094,39	4.704.480,36	
Apoyo N°J4	X		594.301,79	4.704.517,78	



APOYO N°	SIMPLE (SC) o doble (DC) CTO		COORDENADAS UTM ETRS89		TRAMO
	SC	DC	X	Y	
Apoyo N°J5	X		594.587,67	4.704.739,75	
Apoyo N°J6	X		594.665,07	4.704.819,79	
Apoyo N°J7	X		595.065,08	4.704.804,82	
Apoyo N°J8	X		595.258,44	4.704.978,64	
Apoyo N°J9	X		595.442,95	4.705.144,52	
Apoyo N°J10	X		595.296,14	4.705.473,23	
Apoyo N°L1	X		597.455,09	4.706.954,64	Tramo 5
Apoyo N°L2	X		597.474,60	4.706.922,12	
Apoyo N°L3	X		597.772,02	4.706.811,83	
Apoyo N°L4	X		597.869,82	4.706.639,20	
Apoyo N°L5	X		597.915,87	4.706.470,37	
Apoyo N°L6	X		598.011,16	4.706.121,37	
Apoyo N°L7	X		598.028,98	4.705.919,77	
Apoyo N°L8	X		598.200,90	4.705.537,23	
Apoyo N°L9 (conversión aéreo- soterrado)	X		598.290,16	4.705.216,00	

7.2 Aislamiento

El aislamiento ha sido determinado a partir de estudio de coordinación de aislamiento incluido en el Anejo I y establece el uso de cadenas formadas por aisladores de tipo cerámica vitrificada o unidades de vidrio equivalentes con la siguiente composición:

- Cadena de suspensión 10 unidades
- Cadena de amarre 11 unidades
- Cadena de estabilización de cuellos 10 unidades

Las características técnicas son las siguientes:

El aislamiento estará constituido por 10 elementos de vidrio templado, del tipo caperuza y vástago, cuyas características fundamentales mecánicas y eléctricas son las siguientes:

Tabla 9 – Aislamiento

Denominación	U120BS
Paso	146 mm
Diámetro	255 mm
Distancia de Fuga	315 mm
Carga de rotura	120 kN



Peso unitario	3,8 kg
Tensión a frecuencia industrial (1 minuto en seco)	70 kV
Tensión a frecuencia industrial (1 minuto bajo lluvia)	40 kV
Tensión a impulso de choque en seco	100 kV

El uso de cadenas de 11 unidades para amarres y retenciones tiene por sentido adoptarse al mayor riesgo debido a la presencia cercana de personas dado el área urbana y debido a los mayores esfuerzos electromecánicos

7.3 Conductores

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo aluminio-acero LA-280 de las siguientes características:

Tabla 10 – Conductor LA-280

Denominación	LA-280
Composición	26+7
Sección Total	281,1 mm ²
Diámetro Total	21,8 mm
Peso del Cable	0,976 kg/m
Módulo de Elasticidad	75000 N/mm ²
Coeficiente de dilatación lineal	19 x 10E-6 °C ⁻¹
Carga de rotura	8.662 kg
Resistencia eléctrica a 20°C	0,1195 Ω/km

Los conductores de tierra a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo compuesto OPGW, de las siguientes características:

Tabla 11 – Conductor OPGW

Denominación	OPGW 83/32
Protección de fibras	tubos holgados de PBT
Fibras ópticas	24 fibras totales
Sección total portante	115 mm ²
Diámetro total	15,2mm
Peso del cable	0,675 kg/m
Módulo de elasticidad	13000 kg/mm ²
Coeficiente de dilatación lineal	16,9 x 10E-6 °C ⁻¹

Carga de rotura

11224 kg

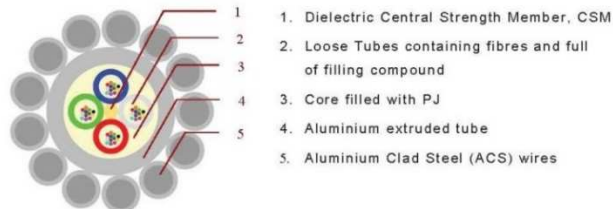
El OPGW propuesto ha sido resultado de un análisis desarrollado en el anejo III, cálculos eléctricos, donde se evaluó la capacidad amperimétrica bajo fallas, y las recomendaciones acerca de la composición.

Ser adjunta una imagen de referencia del conductor OPGW seleccionado. Esta posee carácter netamente orientativo

Figura 2 – composición y data técnica del OPGW propuesto

4- OPGW Central Extruded Aluminium Tube

Cable for 17 KA/0.3 s Type 83/32



Cable Characteristics

No. of fibers	4	12	24	48	48	96
No. of fibers per tube	1	3	6	12	12	24
CSM diameter (mm)	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2	1.4
No. of tubes	4	4	4	4	4	4
Loose tube diameter (mm)	2.1	2.6	2.6	2.6	2.6	2.9
Inner/Outer diameter Al tube (mm)	7.0 / 9.5	7.0 / 9.5	7.0 / 9.5	7.0 / 9.5	7.0 / 9.5	7.7 / 10.1
Number of ACS wires	13	13	13	13	13	14
ACS wire diameter (mm)	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.75
Cable diameter (mm)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.6
Cable weight (Kg/km)	655	675	675	675	675	690

Tensile Strength at Break	$\geq 11,000$ daN
Modulus of elasticity	$\geq 13,000$ daN/mm ²
Allowed max Strength	$\geq 5,500$ Kgf. Fiber Strain ≤ 0.05 %, $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB
DC resistance at 20° C	≤ 0.4740 Ω /m
Temperature cycling	-30°C ... +70°C, $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB/km
Water penetration	3 m cable, 2 atm, 1 h. No bubbles
Short circuit resistance (40° C - 180°C)	≥ 86.7 KA ² .s. $\Delta\alpha \leq 0.05$ dB

Test according to IEC 60794-4

(Fuente catálogo Draka Comteq)

7.4 Estructuras

Los apoyos a utilizar en la construcción de la Línea Aérea serán del tipo metálicos de celosía, de la serie HALCON REAL (IMEDEXSA). Además, con el fin de realizar las conexiones especiales como son la derivación y empalme de la línea desde Jenariz, los accesos en 90° y las transiciones de línea aérea a línea soterrada se hará uso de torres del tipo AGUILA REAL y CONDOR



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

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

Los pesos correspondientes a los tipos de torres tipo del proyecto serán los siguientes:

Tabla 12 – Pesos según el apoyo tipo Halcón Real

Apoyo Tipo	Tipo de Arreglo : simple (SC) o doble (DC) circuito	Peso (kg)
HAR-5000 18 S1342	SC	2.008
HAR-5000 24 S1342	SC	2.784
HAR-5000 27 S1342	SC	3.003
HAR-5000 34 S1342	SC	3.966
HAR-5000 22 N4342	DC	2.903
HAR-5000 24 N4342	DC	3.160
HAR-5000 27 N4342	DC	3.379
HAR-7000 15 S1343	SC	2.070
HAR-7000 20 S1343	SC	2.635
HAR-7000 22 S1343	SC	2.939
HAR-7000 32 S1343	SC	4.207
HAR-7000 22 N4343	SC	3.346
HAR-9000 20 S1453	SC	3.101
HAR-9000 29 S1453	SC	4.695
HAR-9000 34 S1453	SC	5.692
HAR-13000 18 S1563	SC	3.554
HAR-13000 20 S1563	SC	4.046
HAR-13000 22 S1563	SC	4.451
HAR-13000 34 S1563	SC	7.229

Tabla 13 – Pesos según el apoyo tipo Águila Real y Condor

Apoyo Tipo	Tipo de Arreglo : simple (SC) o doble (DC) circuito	Peso (kg)	USO
AGR-18000 18 S1562	Simple circuito	4470	Terminal o ángulo mayor de 50°



Apoyo Tipo	Tipo de Arreglo : simple (SC) o doble (DC) circuito	Peso (kg)	USO
AGR-18000 20 S1562	Simple circuito	4780	Terminal o ángulo mayor de 50°
AGR-18000 25 S1562	Simple circuito	5770	ángulo mayor de 50°
AGR-18000 14 S1562	Simple circuito (Arreglo especial)	3692	Terminal ángulo 90° con una cruceta adicional a 90°
AGR-18000 20 S1562	Simple circuito (Arreglo especial)	4857	Terminal ángulo 90° con una cruceta adicional a 90°
AGR-18000 14 N1772	Simple circuito (Arreglo especial)	3908	Terminal horizontal de dos niveles con dos crucetas en niveles superior e inferior y cruceta 90° nivel inferior, para bajante a cable
AGR-18000 30 N1772	Simple circuito (Arreglo especial)	7.293	Terminal horizontal de dos niveles con dos crucetas en niveles superior e inferior y cruceta 90° nivel inferior, para bajante a cable
CO-27000-21 N2122	Doble circuito	8.343	Angulo >60° y terminal doble circuito

7.4.1 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa calidad HM-20 (una resistencia mecánica de 20 N/mm²) y deberán cumplir lo especificado en la instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (R.D. 1247/2008 de 18 de julio).

La cimentación de los apoyos será del tipo monobloque, con parte de la estructura embebida en el cimiento. Los cimientos han sido determinados utilizando la fórmula de Sulzberger según las cargas aplicadas.

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

Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno (normal), definido por la resistencia característica a compresión ($\sigma = 2,5 \text{ kg/cm}^2$).

Figura 3 – Esquema típico de cimentación tipo monobloque

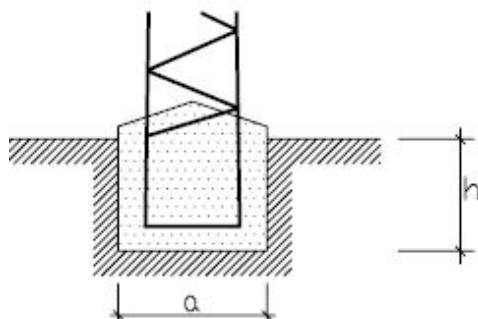


Tabla 14 – Dimensiones de cimientos para torres tipo Halcón Real

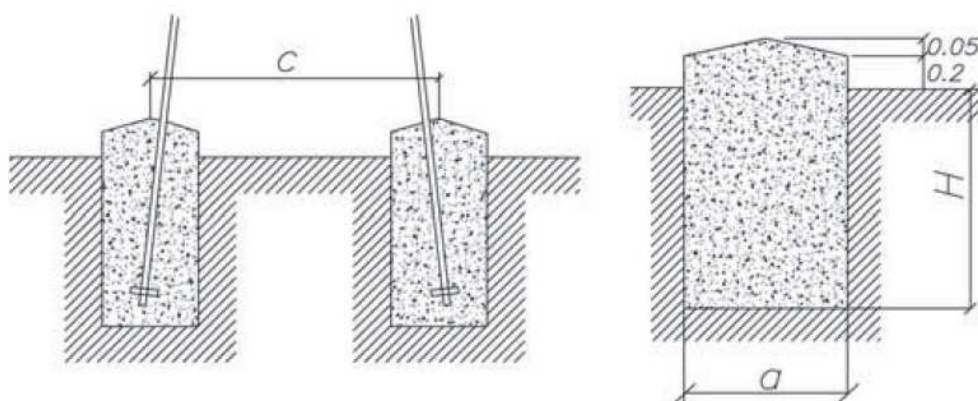
Apoyo Tipo	profundidad (m)	Ancho (m)	vol hormigón (m3)
HAR-5000 18 S1342	2,38	1,78	7,54
HAR-5000 24 S1342	2,48	2,06	10,52
HAR-5000 27 S1342	2,51	2,13	11,39
HAR-5000 34 S1342	2,59	2,40	14,92
HAR-5000 22 N4342	2,46	1,96	9,45
HAR-5000 24 N4342	2,48	2,06	10,52
HAR-5000 27 N4342	2,51	2,13	11,39
HAR-7000 15 S1343	2,46	1,88	8,69
HAR-7000 20 S1343	2,54	2,10	11,20
HAR-7000 22 S1343	2,56	2,24	12,85
HAR-7000 32 S1343	2,63	2,74	19,74
HAR-7000 22 N4343	2,56	2,24	12,85
HAR-9000 20 S1453	2,69	2,22	13,26
HAR-9000 29 S1453	2,84	2,72	21,01
HAR-9000 34 S1453	2,87	2,79	22,34
HAR-13000 18 S1563	2,86	2,10	12,61
HAR-13000 20 S1563	2,91	2,21	14,21
HAR-13000 22 S1563	2,95	2,30	15,61
HAR-13000 34 S1563	2,90	2,79	22,57

La cimentación de los apoyos Águila Real, debido a sus mayores montos, serán de zapata de hormigón por pata, con el montante de la estructura embebida en el cemento. Los cimientos han sido determinados utilizando la fórmula de Sulzberger según las cargas aplicadas.

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

Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno (normal), definido por la resistencia característica a compresión ($\sigma = 2,5 \text{ kg/cm}^2$).

Figura 4 – Esquema típico de cimentación tipo zapata por pata individual.



Sus dimensiones se basan en información referencial y según el tipo de terreno (normal), definido por la resistencia característica a compresión ($\sigma = 2,5 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla 15 – Dimensiones de cimientos para torres tipo Águila Real y Condor (por pata)

Apoyo Tipo	profundidad (m)	Ancho (m)	volumen hormigón (1 pata) (m3)
AGR-18000 18 S1562	3,3	1,60	8,45
AGR-18000 20 S1562	3,3	1,60	8,45
AGR-18000 25 S1562	3,3	1,65	8,98
AGR-18000 14 S1562 (term a 90°)	3,35	1,55	8,05
AGR-18000 20 S1562 (term a 90°)	3,3	1,60	8,45
AGR-18000 14 S1772	3,35	1,55	8,05
AGR-18000 30 S1772	3,3	1,70	9,54
CO-27000-21 N2122	3,55	1,90	12,82

7.5 Herrajes y Accesorios

Los herrajes han sido definidos en base a las condiciones de la línea cumpliendo los requerimientos mecánicos establecidos en las normativas locales (sección 3.3 de la Guía Técnica de Aplicación ITC-LAT-07) en lo relativo a que los mismos deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no menor de 3 respecto a su carga de rotura.



- **Herrajes:** (grillete normal, horquilla bola, horquilla revirada, rótula horquilla, anilla bola, yugo triangular, yugo separador) de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.
- **Grapas de amarre** del tipo compresión, compuestas por un manguito que se comprime contra el cable, y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- **Grapas** de suspensión del tipo armada, compuestas por un manguito de neopreno en contacto con el cable y varillas preformadas que suavizan el ángulo de salida del cable.
- **Anti vibradores:** Para evitar los daños ocasionados en los conductores debido a las vibraciones de pequeña amplitud, cuando sea necesario se instalarán amortiguadores en los cables de fase, uno por conductor y vano hasta 500 m y dos por conductor y vano en los mayores de 500 m. Para el cable de tierra (OPGW) se instalarán dos por vano.
- **Contrapesos:** No se prevé el uso de contrapesos, a objeto de evitar incrementar las separaciones entre las crucetas para admitir los elementos complementarios de las cadenas de suspensión. Complementariamente, se considera que, dado las dificultades de la ruta, debido a su paso por zonas densamente pobladas, se reducen en forma significativa el uso de torres de suspensión.
- **Salvapájaros:** como medida preventiva anticolidión se instalarán tiras en "X" de neopreno (35cm x 5cm) o espirales (30cm de diámetros por 1 metro de longitud). Se señalizará el cable de tierra mediante balizas salvapájaros colocadas cada 5m. Los conductores de cada uno de los circuitos se señalizarán de manera independiente mediante balizas salvapájaros colocadas en cada conductor, cada 5m en cada cable.

7.6 Empalmes y conexiones

7.6.1 Cables de fase

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

Los empalmes en caso de colocarse asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 90% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

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



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

7.6.2 Cables de comunicación

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

Las cajas de empalme de rápido acceso proporcionan una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea aérea y serán del siguiente tipo:

Sistema de conexión entre dos cables OPGW: caja 2 vías

Dado el recorrido de la ruta se ubicarán cajas de empalme en los siguientes puntos:

- Subestación San Marcos. (alcance de la SET)
- Subestación Linte. (Alcance de la SET)
- Subestación Jenariz. (Alcance de la SET)
- Una en cada torre de transición aéreo-subterráneo.
- En la Subestación Olite. (Alcance de la SET)
- Donde resulte necesario durante la construcción en los apoyos de amarre.

7.7 Puesta a tierra

7.7.1 Generalidades

Las puestas a tierra de los apoyos se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos 12.6 y 26 del R.L.A.T.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- Electrodo de difusión:

Se dispondrán en dos patas de las torres situadas en una misma diagonal picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo, con el objeto de conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.

- Anillo difusor:

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

7.7.2 Conductor a tierra

El conductor de tierra será de acero galvanizado o en caso de presencia de terrenos corrosivos acero cobrizado.



7.7.3 Electrodo de puesta a tierra

Los electrodos serán tipo Copperweld.

7.8 Elementos de Señalización

7.8.1 Señalización de seguridad y mantenimiento

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), orden de fases, tensión de la Línea (220 kV) y símbolo de peligro eléctrico GT-21 y logotipo de la empresa, este último a nivel opcional.

7.8.2 Señalización de seguridad aérea

En caso de ser exigido se deben indicar las señalizaciones aéreas tales como balizas reflectantes y otras exigencias de la aeronáutica civil. En ese caso, estas indicaciones formarán parte de una Separata.

8 Criterios generales de diseño

8.1 Categoría y Zona

Según se indica en los artículos 3 y 17 del Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

Por su altitud:.....A (menor a 500m)

Por su nivel de tensión (132 kV):.....1ª categoría

8.2 Zonas por velocidad de viento

De acuerdo a la calificación de la línea de 1ª categoría, el viento máximo de diseño se establecerá en base a 120km/h (33 m/s).

8.3 Zonas por niveles de contaminación

La naturaleza del ambiente que rodea a la línea definirá el grado de contaminación. La línea se encuentra en zona urbana donde existen edificación, pero pocas con emisiones de reducido impacto.



Tabla 16 – Clasificación propuesta del grado de contaminación según la ITC-LAT-07

Grado de Contaminación	Tipos de ambiente	Mínima distancia de fuga (D_{fuga}) en mm/kV
I-Insignificante	<p>Áreas no industriales y de baja densidad de casas equipadas con equipos de calefacción.</p> <p>Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sometidas a frecuentes vientos y/o lluvia.</p> <p>Áreas agrícolas.</p> <p>Áreas montañosas.</p> <p>Todas las áreas anteriores deben estar situadas al menos entre 10 y 20 km del mar y no estar sometidas a vientos provenientes del mismo.</p>	16

8.4 Criterios relacionados con el trazado de la línea

Se delinearon rutas formadas por segmentos de línea mediante la utilización de los mapas base, ortografías y levantamientos LIDAR. La combinación de estos segmentos formase las diferentes trayectorias entre los extremos de la línea en estudio.

Los vértices se identificarán en base a un esquema de identificación alfanumérico de manera que la Ruta se identificará como se describe a continuación

Tx-Vy,
Donde

- x Tramo de la línea, x=1,2,3...6
- y Número consecutivo del vértice de cada tramo, iniciando en 1 para cada tramo (y=1,2,3...)

La identificación de tramos se define en orden ascendente partiendo desde el inicio del SET San Marcos hacia la SET elevadora OLITE. Los vértices de arranque desde cada una de las tres subestaciones eléctricas han sido planteados para que el mismo se encuentra al frente del pórtico de la Subestación. No obstante, esta definición se deberá coordinar en campo una vez se definan en forma precisa la implantación de las subestaciones, siendo en este momento una propuesta basada en los estudios de Ingeniería básica.

Todos los recorridos se consolidarán con áreas ambientalmente sensibles de manera que se eviten los recorridos por zonas que pudieran ser conflictivas al momento de ser analizados por las autoridades ambientales. La evaluación conjunta persigue asegurar con antelación que las rutas establecidas bajo conceptos técnicos no intervienen en zonas que puedan ser consideradas inapropiadas bajo criterios socio ambientales.



8.4.1 Criterios técnicos

El ancho del derecho de paso de la línea se estableció en base a las normativas ITC-LAC-07

La ruta consideró, en lo posible, las siguientes consideraciones:

- a) Maximizar la longitud de los segmentos para minimizar el número de ángulos de línea. Sin embargo, el uso de cable de guarda OPGW obligará a disponer de torres de retención con separaciones típicas entre retenciones no mayor de 5 kilómetros, que corresponde a la longitud esperada máxima de los carretes del OPGW. Dado que la torre de retención está prevista para ángulos, se puede afirmar que trazados rectos mayores de 5 kilómetros no representa una ventaja.
- b) Ubicar los puntos de vértices considerando preferiblemente las partes altas del terreno y los sitios que reúnan condiciones óptimas de seguridad, facilidad de acceso para la construcción y condiciones de permanencia estable. Debe considerarse el entorno de los puntos de vértices para asegurar que se disponen de condiciones adecuadas para la implantación de los equipos de tiro y frenado.
- c) Asegura la facilidad de acceso para la construcción y mantenimiento buscando rutas con vías existentes para reducir la cantidad de caminos de acceso que serán requeridos para la construcción y el mantenimiento de la línea.
- d) Los cruces de obstáculos físicos (líneas, oleoductos, carreteras, entre otros.) deberán ser lo más perpendicular posible en el punto de cruce considerado óptimo.
- e) Los cruces a líneas de 132kV podrán tanto por debajo o por encima en función de las condiciones de altura, ubicación y seguridad que se disponga. Los cruces a las líneas de 220kV deberán ser por debajo de éstas.
- f) Mantener las separaciones horizontales y verticales mínimas entre la línea de transmisión y los obstáculos físicos de acuerdo con los valores dados en los "Criterios de Diseño", que se desarrollan como parte del presente proyecto. Verificar que los valores límites establecidos en dicha sección sean obtenibles.
- g) Evitar en lo posible poblados, urbanizaciones, zonas industriales, reservas forestales y/o parques nacionales.
- h) Evitar áreas que presenten condiciones inadecuadas para los cimientos, para lo que se deben tener en cuenta las cartas geológicas y las observaciones de campo.
- i) Evitar el paralelismo con líneas de telecomunicaciones y oleoductos. En caso de ser inevitable deberán mantenerse las separaciones mínimas dadas en las Normativas.
- j) Verificar que la ruta de la línea no infrinja ninguna reglamentación existente (aeródromos, parques nacionales, áreas militares, entre otros.). En estos casos se deberá consultar al organismo respectivo, por escrito, solicitando a la vez aprobación por escrito de la factibilidad de la ruta propuesta en el área de su competencia. Estos documentos formaran parte del informe final del estudio.



- k) Reducir las necesidades de ancho de la franja de derecho de paso en función de los requerimientos impuestos por las distancias y separaciones mínimas con respecto a objetos vecinos a la línea, requerimientos de deforestación, etc.
- l) Verificar en los organismos competentes la existencia de proyectos futuros en el área de estudio (urbanizaciones, líneas, entre otros.)
- m) Evitar cruzar parques y sitios históricos.
- n) Utilizando los Mapas de sensibilidad Ambiental, se establecerán trazados que minimicen efectos sobre zonas ambientalmente críticas, evitando, en lo posible, cruces por bosques y áreas con vegetación densa.
- o) Los cruces a cuerpos de agua se deberán tratar en forma similar a los cruces de líneas eléctrica, en lo relativo a cruzar en forma tan perpendicular como resulte práctico y accesible, y seleccionando puntos donde el cauce de los cuerpos de agua sean claramente definidos (Canalización uniforme), y que no existan ramales y meandros que por lo general reflejan zonas de sensibilidad ecológicas.

8.4.2 Criterios socio-ambientales analizados para la identificación y selección de la ruta

Los criterios socio-ambientales y técnicos considerados para la identificación de la ruta, se basan en variables consideradas como referentes para este tipo de estudio, y deben cumplir las ordenanzas nacionales y regionales referidas al paso de líneas eléctricas.

A continuación, se presentan los criterios considerados.

Criterios relacionados con el medio abiótico:

- a) Existencia de puntos obligados de interconexión, para este caso las Subestaciones San Marcos, Linte, Jenariz y Olite.
- b) Evitar la intervención en zonas con pendiente excesiva (> 50%), propensas a erosión o a inestabilidad.
- c) Evitar zonas de riesgo natural (inundación, incendios, avenidas torrenciales, deslizamientos), establecidas a nivel nacional, regional y local.
- d) Evitar la afectación de los cuerpos de agua lenticos y lóticos, para lo cual se deberá respetar la ronda de protección.
- e) Realizar la menor afectación posible de áreas.
- f) Evitar acercamientos excesivos o cualquier afectación de la infraestructura residencial, comercial, institucional o de servicios, existente en la zona.
- g) Buscar la máxima disponibilidad de Infraestructura vial existente en la zona (primero, segundo y tercer orden), de tal manera que facilitar la obra y minimizar la construcción de vías nuevas para el ingreso al corredor de servidumbre.

Criterios relacionados con el medio biótico:



- a) Evitar la intervención sobre áreas de exclusión o manejo especial del orden nacional o regional, establecidas en los documentos de ordenación y manejo de Parques Nacionales Naturales, Distritos de Manejo Integrado, Reservas Forestales Protectoras, Reservas de la Sociedad Civil, Planes de Ordenación de Cuencas Hidrográficas y Planes de Ordenamiento Territorial.
- b) Evitar cualquier intervención sobre áreas de alta importancia para la preservación de la biodiversidad y/o prioritarias para la conservación del recurso faunístico.
- c) Mínima o nula intervención sobre ecosistemas estratégicos y sensibles legalmente definidos y constituidos.

Criterios relacionados con el medio socioeconómico:

- a) Evitar o minimizar la intervención sobre zonas donde el proyecto pueda generar conflictos con el uso del suelo establecido en los Planes de Ordenamiento Territorial o Esquema de Ordenamiento Territorial.
- b) Evitar o minimizar la intervención sobre asentamientos poblacionales nucleados y dispersos.
- c) Evitar o minimizar la intervención de las Áreas de expansión urbana.
- d) Evitar o disminuir la intervención de sitios de reconocido interés histórico, cultural y arqueológico, declarados como parques arqueológicos, patrimonio histórico nacional o patrimonio histórico de la humanidad, o aquellos yacimientos arqueológicos que por la singularidad de sus contenidos culturales ameriten ser preservados para la posteridad.
- e) Minimizar la intervención sobre la infraestructura productiva existente en la zona así como de proyectos de desarrollo nacional y regional y distritos de riego.

Criterios legales y normatividad ambiental vigente:

- a) Aspectos Legales y Normativos Vigentes para la zona del proyecto establecidos por las Autoridades Nacionales, Regionales y/o Locales.

8.5 Criterios relacionados con la selección del conductor

El conductor ha sido seleccionado con base al cumplimiento de los requerimientos que imponen las condiciones de operación de la línea que conlleva los aspectos que se señalan a continuación:

- Uso de conductor de uso aceptado en las redes de transmisión españolas.
- Selección de un tipo de conductor adecuado para las condiciones físicas del terreno y el clima en la zona de la línea.
- Adecuada capacidad térmica para el transporte de la potencia de diseño.
- Adecuado comportamiento desde el punto de vista de regulación de tensión.
- Adecuado comportamiento desde el punto de vista de pérdidas.
- Aseguramiento por Efecto Corona.



Complementariamente, se deberá asegurar que el conductor seleccionado cumpla los requisitos normativos relativos a:

- Campos eléctricos y magnéticos

8.6 Criterios relacionados con la selección de la configuración

Las configuraciones adoptadas (línea simple circuito en disposición triangular y vertical en doble circuito), se consideran como las opciones más beneficiosas y son arreglos considerados convencionales para líneas eléctricas a este nivel de tensión. Existen torres convencionales de producción normalizada con este tipo de arreglo, hecho que facilita la adquisición de las mismas y reduce el plazo de suministro.

El uso de arreglo horizontal fue desechado debido a la necesidad de reducir las áreas de ocupación, en especial en un caso como el presente donde el recorrido pasa por zonas urbanas.

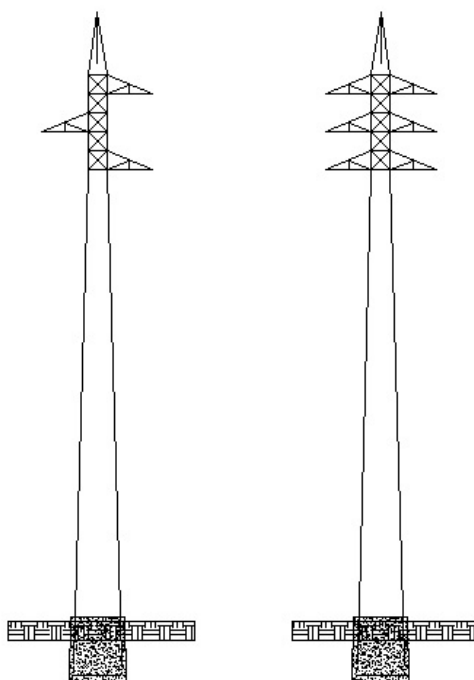
El arreglo vertical-unilateral se consideró inapropiado debido a la presencia de viviendas, industrias y edificaciones que se ven afectado por instalaciones conexas de elevaciones importantes. Adicionalmente, la presencia del aeropuerto de Vigo obliga a proponer torres con

8.7 Criterios relacionados con la selección de estructuras

Las estructuras han sido seleccionados en base a Todos los apoyos utilizados para este proyecto serán metálicos y galvanizados en caliente, fabricados por IMEDEXSA. Estos corresponden a esquemas de estructuras tipo modular, normalizadas que facilitan y recortan el suministro.

Se ha seleccionado el uso de la estructura modelo Halcón Real, que es el tipo que mejor se adapta a la tensión de la línea y las cargas esperadas.

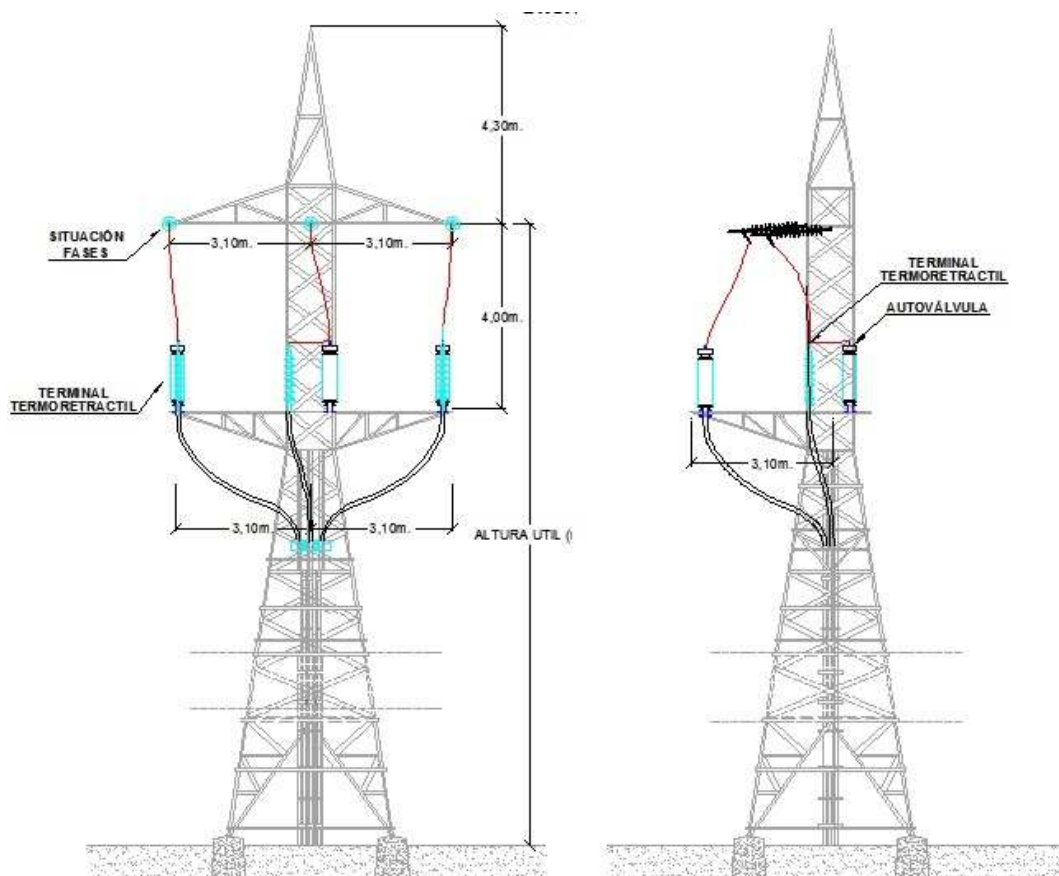
Figura 5 – Esquema típico de la torre modelo Halcón Real



Adicionalmente debido a condiciones de carga y considerando los requerimientos especiales de puntos de conexión en los distintos puntos de la línea se utiliza la estructura tipo Águila Real para condiciones superiores de carga y cargas disimiles, como son derivaciones en "T" y transiciones aéreo subterráneos.

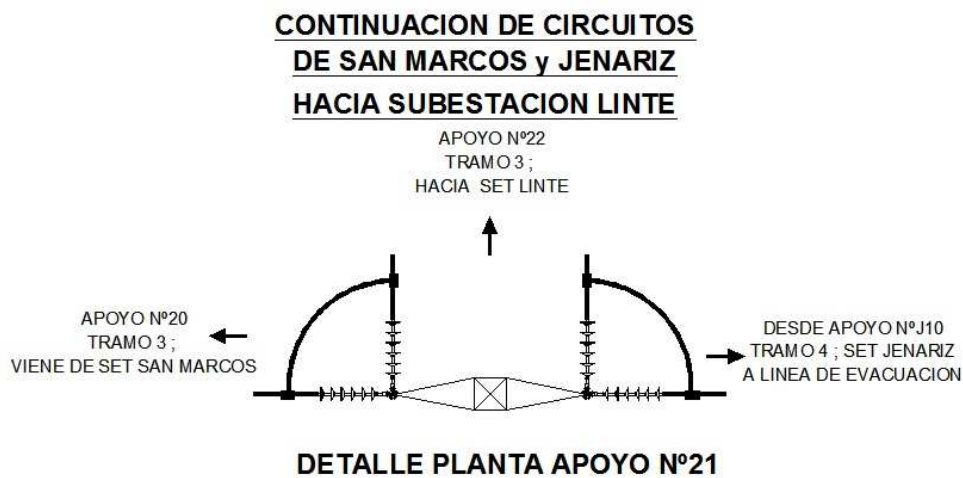
Se muestra a continuación esquemas de torre de transición aéreo a subterráneo.

Figura 6 – Esquema típico de la torre de transición aéreo a subterráneo Águila Real



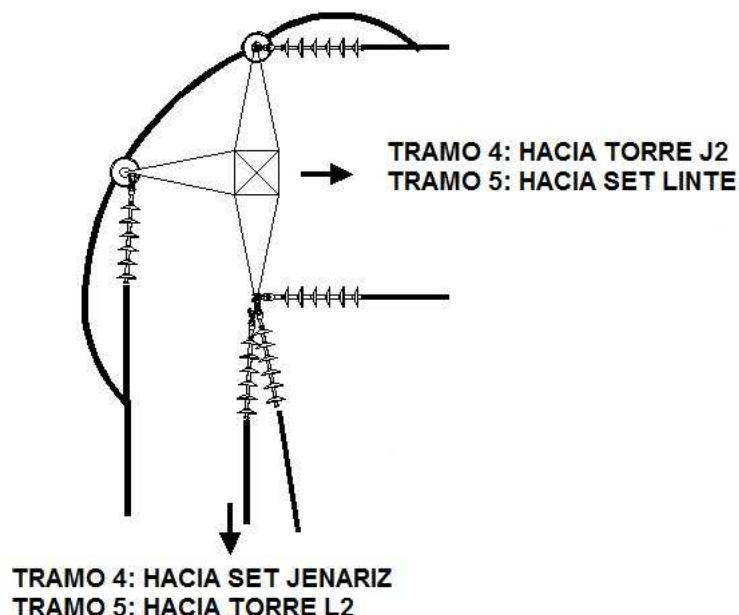
La figura siguiente ilustra el esquema funcional del empalme de la línea proveniente del SET Jenariz con la línea de evacuación troncal en el tramo 3.

Figura 7 – Esquema de la torre de empalme del tramo 4 con la línea troncal



Las dificultades de orientación de la línea en presencia de las unidades aerogeneradores llevan a usar esquemas de llegada en 90° que obliga a arreglos especiales. La figura siguiente ilustra el esquema funcional del caso.

Figura 8 – Esquema de las torres de llegada a subestaciones en 90°



9 Distancias de seguridad

9.1 Distancia entre elementos soportados en la misma estructura

9.1.1 Distancia entre conductores de línea

La distancia entre fases colocada en el mismo plano horizontal está determinada por la longitud del vano y la longitud de la cadena de aisladores, debido a la ocurrencia de acercamientos a mitad el vano cuando se presentan vientos, que hagan oscilar las cadenas.

Una expresión comúnmente utilizada viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T, esto es:

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

Dónde:

D = distancia entre fases en m.

K= Constante que varía según las condiciones y que, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.



V_n Tensión nominal Fase a fase (132kV)

F Flecha máxima en m, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T. (m).

L Longitud de la cadena de aisladores en m

D_{pp} : Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

En el anejo III de cálculos eléctricos, se establece la verificación del dimensionamiento del cuerpo de la torre en función a separaciones de los conductores entre fases bajo las condiciones de vano, flecha y ángulo topográfico esperado para el proyecto.

9.1.2 Distancia de conductores o elementos energizados a soportes y demás elementos conectados normalmente a tierra

Las separaciones entre los conductores de fase y los elementos conectados a tierra deben cubrir tres aspectos

Distancias a frecuencia industrial (50HZ)

Distancias mínimas en aire para sobrevoltajes de baja frecuencia, por medio de las cuales se obtienen las distancias de separación conductor – estructura, en condiciones de viento máximo, considerando el ángulo de balanceo por deflexión máxima. Esta condición corresponde a la máxima tensión fase a tierra de operación de la línea.

Basados en la Tabla 15, del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T. establece la separación mínima admisible de la línea a algún elemento puesto a tierra bajo condiciones de frecuencia industrial (50 Hz). Este valor se establece para la tensión de operación máxima de la línea en estudio (145kV) una distancia de 0,27.

En el anejo de cálculos eléctricos, se establece la verificación del dimensionamiento del cuerpo de la torre en función a separaciones de los conductores a la torre bajo condiciones de máxima inclinación de las cadenas.

Distancias bajo sobretensiones de maniobras

Corresponden a distancias mínimas que se deben conservar bajo condiciones severas operativas, en este caso por sobretensiones de maniobra, por medio de las cuales se obtienen las distancias de separación conductor – estructura, en condiciones de viento medio, considerando el ángulo de balanceo por deflexión media. Esta condición corresponde a la máxima tensión fase a tierra de operación de la línea bajo condición de Sobretensiones de maniobra.



La Tabla 5.3, del apartado 5.3.5.2. de la ITC07 del R.L.A.T. establece la separación mínima admisible de la línea a algún elemento puesto a tierra y entre fases bajo condiciones de Sobretensiones de Maniobra. Este valor se establece para la tensión máxima de operación considerando el factor de sobretensiones (SM) y la tensión admisible por una cadena según el número de aisladores.

En el anejo III de cálculos eléctricos, se determinan en base a la tensión admisible de impulso por la cadena de aisladores determinado para el proyecto, y utilizando la tabla 5.3, se establece la verificación del dimensionamiento del cuerpo de la torre en función a separaciones del conductor a la torre bajo condiciones de sobre tensiones de impulso producido por un rayo.

Distancias bajo sobretensiones de frente rápido, rayos

Distancias mínimas en aire para sobrevoltajes producidas por rayos, por medio de las cuales se obtienen las distancias de separación conductor –estructura, en condiciones de viento cero, sin considerar ángulo de balanceo.

La Tabla 5.2, del apartado 5.3.5.2. de la ITC07 del R.L.A.T. establece la separación mínima admisible de la línea a algún elemento puesto a tierra y entre fases bajo condiciones de Sobretensiones de Maniobra. Este valor se establece para la tensión fase a tierra considerando el factor de sobretensiones (SM) y la tensión admisible por una cadena según el número de aisladores.

En el anejo III de cálculos eléctricos, se determinan en base a la tensión admisible por la cadena de aisladores determinado para el proyecto, y utilizando la tabla 5.2, se establece la verificación del dimensionamiento del cuerpo de la torre en función a separaciones de los conductores a la torre bajo condiciones de sobre tensiones de maniobra.

9.1.3 Distancia vertical sobre suelo de equipo de servicio eléctrico instalado en estructuras

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

(con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 132 kV le corresponde una D_{el} de 1,2 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 6,5 \text{ metros.}$$

Siendo el término " $D_{add} + D_{el}$ ": Distancia del conductor inferior al terreno, en metros



9.2 Cruzamientos

9.2.1 Líneas eléctricas y de telecomunicación soportadas por diferentes estructuras

Tabla 17 – Distancias de aislamiento adicional D_{add} a otras líneas eléctricas o de telecomunicación

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5
45 o 66	2,5	
110,132,150	3	
220	3,5	
400	4	

De acuerdo con el apartado 5.6 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

9.2.2 Distancias mínimas en cruzamientos con diferentes lugares y situaciones

- La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera en los cruzamientos con carreteras será de:

$$D_{add} + D_{el}$$

Siendo:

Líneas de categoría especial: $D_{add} = 7,5$

Líneas del resto de categorías: $D_{add} = 6,3$



- La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles (Ferrocarriles sin electrificar) será la misma que la indicada para cruzamientos con carretas.
- La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles (Ferrocarriles electrificados) será la misma que la indicada para cruzamientos con carretas.

$$D_{add} + D_{el} = 3,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de 4 metros.

La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre teleféricos y cables transportadores es de:

$$D_{add} + D_{el} = 4,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de 5 metros.

9.3 Paso por zonas

9.3.1 Paso por zonas con edificaciones

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 5 metros.

9.3.2 Bosques, árboles y masas de arbolado

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el}$$

Con un mínimo de 2 metros.

9.4 Paralelismos

9.4.1 Con líneas eléctricas

Se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

No será inferior a:

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

9.4.2 Con líneas de telecomunicación

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

9.4.3 Carreteras, caminos y calles

Para la red de carreteras del Estado, se realizará la instalación de apoyos a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea



límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma.

9.4.4 Vías de ferrocarril

La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

La línea límite de la zona de protección para la colocación de apoyos de las líneas ferroviarias es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

10 Línea Subterránea en 132kV

10.1 Trazado

Los tramos subterráneos forman parte de los tramos 2 y 6 que se identificaron en la sección 2 del presente documento.

La propuesta en base a tramos subterránea es motivada por la presencia de los siguientes elementos restrictivos

- Zonas de uso especial
- Presencia de obstáculos y aspectos referidos a impacto visual
- Ordenanzas municipales

El trazado en proyecto viene reflejado en los planos adjuntos.

El circuito de la línea subterránea simple circuito tramo desde el soporte N°21, discurrirá en zanja, y destinado exclusivamente para el transporte de la energía proveniente de los Parques eólicos de Navarra del proyecto en estudio.

Se instalarán en los apoyos de transición aéreo subterráneo un sistema que incluirá autoválvulas-pararrayos y terminales de exterior para el circuito.

10.2 Coordenadas de recorrido

Los planos del proyecto presentan el recorrido de los distintos tramos de la línea. Para fines de referencia se incluye en esta sección la lista de coordenadas de los tramos rectos de la línea aérea. Los vértices representan la poligonal recta de recorrido, entendiéndose que los cables se someterán a las curvas que apliquen dentro de los radios de curvatura admisibles suavizando el punto de vértice.



Tabla 18 – Coordenadas, - recorrido tramo 2 soterrado

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T2-V1 (Transición a subterráneo en T1-V10)	591.982,08	4.709.264,30
T2-V2	592.150,33	4.709.134,75
T2-V3	592.979,31	4.708.962,77
T2-V4	593.391,68	4.708.686,97
T2-V5	593.834,71	4.708.046,89
T2-V6	594.286,54	4.707.550,43
T2-V7 (Transición a aéreo: Inicio Tramo 3)	594.344,35	4.707.467,50

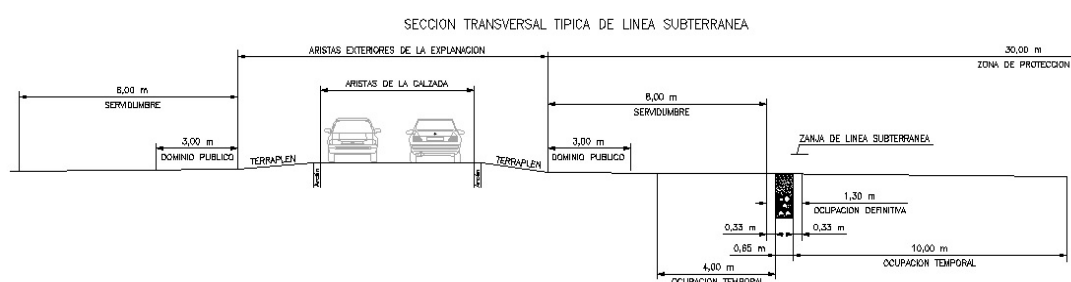
Tabla 19 – Coordenadas, - recorrido tramo 6 soterrado

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T6-V1 (Transición a subterránea en T5-V8)	598.290,16	4.705.216,00
T6-V2	598.626,46	4.704.005,86
T6-V3	598.591,28	4.703.737,14
T6-V4	599.234,50	4.703.153,12
T6-V5	599.645,87	4.702.836,44
T6-V6	599.768,16	4.702.767,41
T6-V7	599.963,78	4.702.555,97
T6-V8	600.176,03	4.702.559,37
T6-V9	600.851,53	4.702.055,86
T6-V10	600.987,50	4.701.743,85
T6-V11	601.066,62	4.701.593,54
T6-V12	601.133,71	4.701.616,82
T6-V13	601.239,61	4.701.674,44
T6-V14	601.349,95	4.701.648,92
T6-V15	601.651,94	4.701.664,97
T6-V16	601.761,50	4.701.634,03
T6-V17	601.884,71	4.701.590,22
T6-V18	602.011,42	4.701.533,64
T6-V19	602.157,40	4.701.503,67
T6-V20	602.199,41	4.701.466,18
T6-V21	602.354,74	4.701.425,63
T6-V22	602.459,40	4.701.421,64
T6-V23	602.585,49	4.701.569,85
T6-V24	602.794,16	4.701.406,69
T6-V25	603.013,55	4.701.173,54
T6-V26	603.170,59	4.700.955,59
T6-V27	603.219,21	4.700.900,24
T6-V28	603.608,09	4.700.457,44
T6-V29	603.955,03	4.700.051,22
T6-V30	603.998,07	4.699.937,03
T6-V31	604.475,90	4.699.431,97
T6-V32	604.683,22	4.699.342,38
T6-V33	604.782,80	4.699.115,08
T6-V34	605.165,40	4.698.650,88
T6-V35	605.362,18	4.698.394,61
T6-V36	605.625,69	4.698.182,93

VERTICE	COORDENADA	
	X	Y
T6-V37	605.987,55	4.697.819,50
T6-V38	606.088,58	4.697.773,02
T6-V39	607.748,04	4.696.804,02
T6-V40	608.474,81	4.696.572,35
T6-V41 /SET elevadora 132/220kV – OLITE)	608.563,82	4.696.573,33

El recorrido de la zanja se ajustará a los obstáculos y referencias existentes en la zona, siendo el siguiente diagrama una representación típica del mismo

Figura 9 – sección típica de bancada subterránea 132kV



10.3 Característica de la Instalación Subterránea

La red subterránea objeto de este Proyecto, presentará como características principales:

Tabla 20 – Características Línea Subterránea 132kV Tramo 2

Sistema	Corriente alterna Trifásica
Tensión Nominal	132 kV
Frecuencia	50 Hz
Número de Circuitos	1
Tipo de Cable	1x400 mm ² 72/132 kV XLPE
Número de cables por circuito	3 (uno por fase)
Longitud de recorrido	3.105,90 m
Disposición de cables	Tresbolillo
Tipo de Instalación	Tubular hormigonada
Profundidad de instalación	1,25m
Puesta a tierra de metálicas	Cross bonded

Tabla 21 – Características Línea Subterránea 132kV Tramo 6

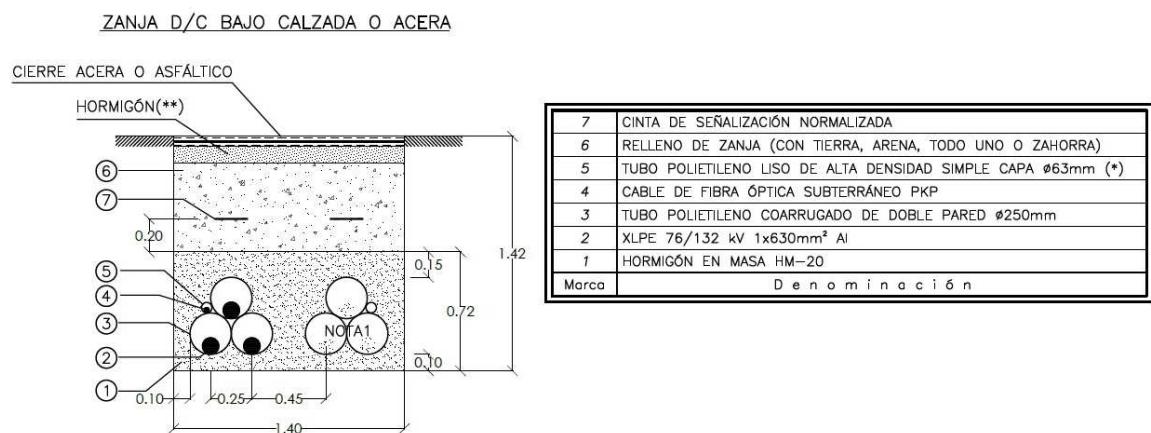
Sistema	Corriente alterna Trifásica
Tensión Nominal	132 kV

Frecuencia	50 Hz
Número de Circuitos	1
Tipo de Cable	1x800 mm ² 72/132 kV XLPE
Número de cables por circuito	3 (uno por fase)
Longitud de recorrido	14.560 m
Disposición de cables	Tresbolillo
Tipo de Instalación	Tubular hormigonada
Profundidad de instalación	1,25m
Puesta a tierra de metálicas	Cross bonded

10.4 Composición de Bancadas

La bancada para los tubos se distribuye en tubos de según la siguiente sección. El uso de tubería de reserva no es obligatorio cuando el sistema corresponde a un promotor privado, aunque es usual dado el ancho mínimo de excavación factible con maquinaria por lo que no impone excesivo incremento en obra civil.

Figura 10 – Composición de bancada subterránea 132kV



La tubería para circuito de reserva es opcional, sujeto a previsiones del Promotor.

La longitud de suministro de cable y la longitud de la línea obligará inevitablemente a ejecutar empalmes en la línea. Ello se ejecutará en cámaras de empalme de características como se indican a continuación;

10.5 Características de los Cables

Los cables de potencia serán de aislamiento sólido XLPE, definidos para las condiciones de carga.

Las características técnicas típicas, más no limitativas se señalan a continuación



Tabla 22 – Características del Cable XLPE Um145; 76/132kV Tramo 2

Tensión Nominal	132 kV
Tensión Máxima	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Sección del Conductor	400 mm ²
Material del Conductor	Aluminio
Diámetro Exterior	77 mm
Diámetro sobre el Aislamiento	57 mm
Pantalla aislamiento (metálico)	Hilos de Cobre
Intensidad nominal	450 A
Resistencia eléctrica a 20°C	0,101 Ω/km

Tabla 23 – Características del Cable XLPE Um145; 76/132kV Tramo 6

Tensión Nominal	132 kV
Tensión Máxima	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Sección del Conductor	800 mm ²
Material del Conductor	Aluminio
Diámetro Exterior	89 mm
Diámetro sobre el Aislamiento	70 mm
Pantalla aislamiento (metálico)	Hilos de Cobre
Intensidad nominal	594 A
Resistencia eléctrica a 20°C	0,05 Ω/km

Para el tramo subterráneo se instalará un cable de fibra óptica del tipo PKP, de las siguientes características:



Tabla 24 – Características del Cable PKP

Cable fibra óptica	PKP
Tubos activos	3
No. De fibras por tubo	8
Diámetro nominal	14,3 mm
Peso nominal	155 kg/km
Tracción máxima	3000 N
Resistencia de aplastamiento	30 N/m
Ciclo térmico de operación	-20°C/+60°C
Radio de curvatura	15d (diámetro)

10.5.1 Aislamiento

El material de aislamiento será polietileno reticulado de alto módulo (XLPE), que se caracteriza por presentar una elevada resistencia al envejecimiento térmico, a los agentes químicos y a la humedad, así como a la elevada tenacidad mecánica y eléctrica. Estos aspectos, unidos a sus excelentes propiedades dieléctricas, lo hacen adecuado para el aislamiento de cables de transporte de energía en alta tensión.

Está recubierto de una capa semiconductora que impide el efecto corona y mejora la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor.

10.5.2 Pantalla

El cable que se adopta es de campo radial y consta de una corona de hilos de cobre de sección total 120 mm².

La pantalla permite el confinamiento del campo eléctrico en el interior del cable y logra una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento además de limitar la mutua influencia entre conductores próximos.

Dicha pantalla ha sido dimensionada para soportar holgadamente, las corrientes de cortocircuitos previstas para la línea.

10.5.3 Cubierta

Cubierta exterior de poliolefina tipo ST 7 resistente a la llama, con lámina de aluminio longitudinalmente solapada y adherida a su cara interna para garantizar la estanqueidad radial. La cubierta será de color negro y estará grafitada, para poder realizar el ensayo de tensión sobre la cubierta del cable.

10.6 Puesta Tierra

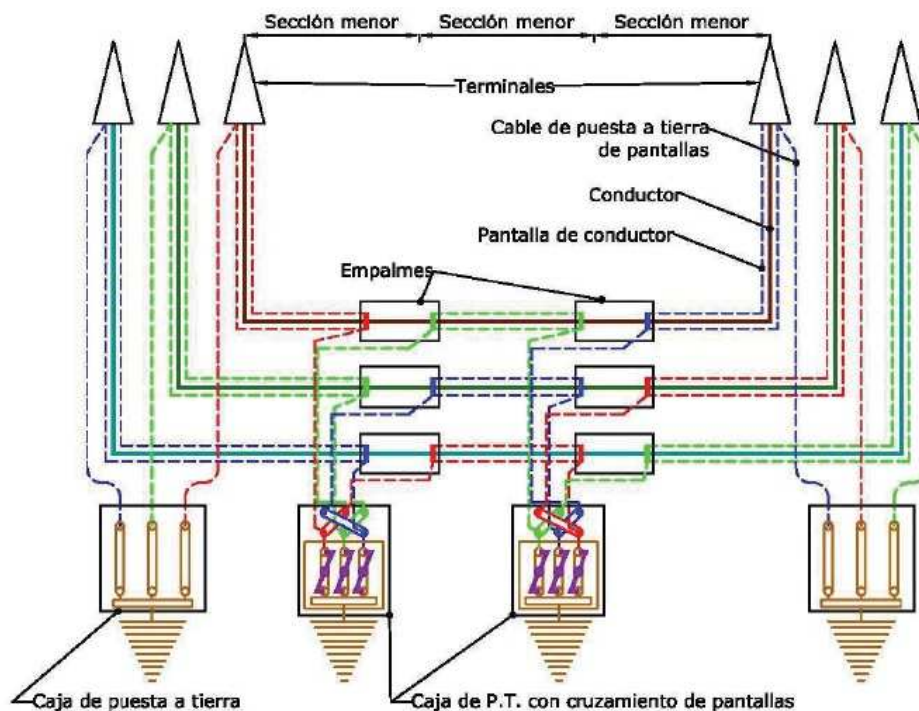
Dado su larga longitud, el sistema para la puesta a tierra de las pantallas se ha propuesto como cross bonded

En la instalación tipo Cross Bonded, al circuito le acompañará un cable de cobre equipotencial de continuidad de tierra de sección igual o superior a la de la pantalla. La conexión a tierra será directa en uno de los extremos y en el otro se realizará a través de descargadores.

10.6.1 Cable de continuidad de Tierra

Por ser el sistema de conexión de pantallas será en base a Cross Bonding como se indica a continuación

Figura 11 – Esquema de conexión de pantallas tipo Cross Bonding



10.7 Terminales

Los terminales a utilizar serán del tipo exterior de composite, ya que están diseñados para ser instalados en el exterior de subestaciones o en apoyos o torres cuando los cables subterráneos han de conectar a líneas aéreas.

10.7.1 Terminales

Los terminales de exterior serán de composite y para la tensión nominal de 132 kV. Estos terminales tienen el aislador de composite cementada a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Esta placa está



montada sobre aisladores de pedestal los cuales se apoyan en la estructura metálica de la torre. En el extremo superior, el arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión del mismo.

Junto a los terminales de exterior se colocarán autoválvulas, siendo el número de éstas igual al de terminales de exterior.

Los terminales permiten aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Asimismo, se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

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

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra.

El nivel de aislamiento exigido para los terminales será el indicado

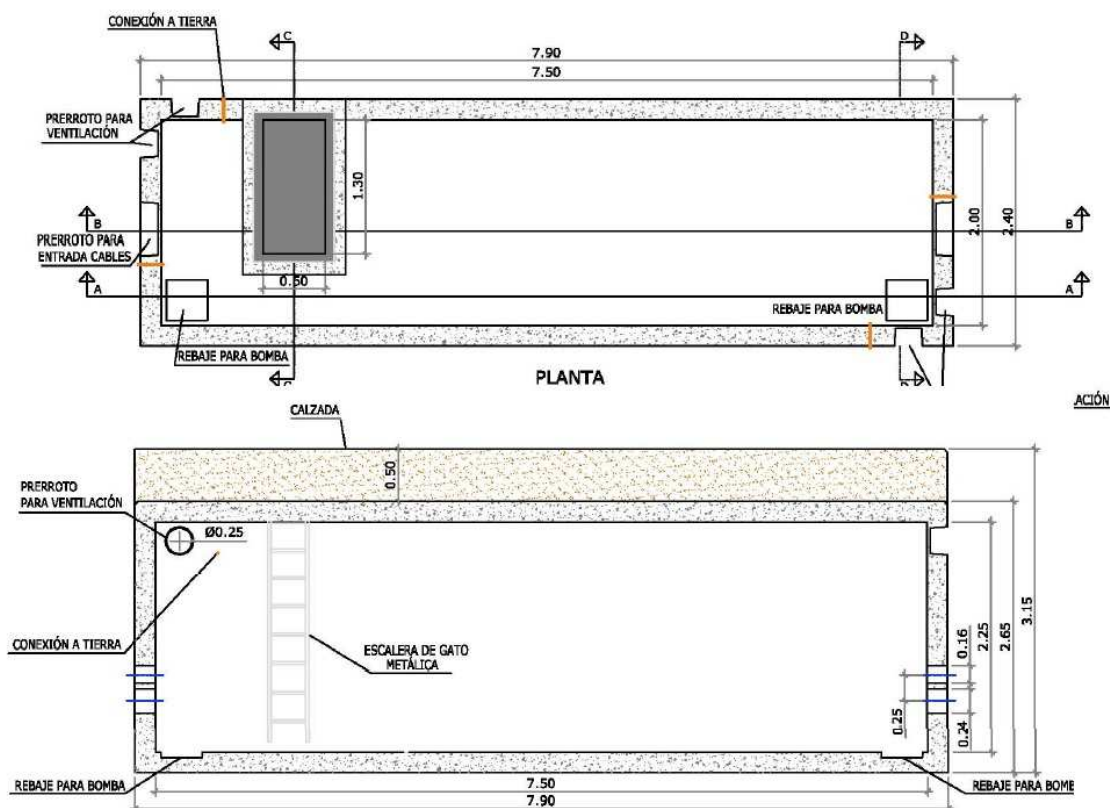
Tensión Nominal Red (U).....	132 kV
Tensión Nominal Cable (U ₀ /U):.....	76/132kV
Tensión máxima:	145 kV
Tensión soportada impulsos tipo rayo:.....	650 kV

10.7.2 Empalmes

Dado la longitud del tramo se buscará en lo posible evitar el uso de empalmes.

En caso de ser requeridos, éstos serán del tipo premoldeados acorde con la tensión de la línea y dimensiones del cable.

Figura 12 – Cámara de empalme de cables en 132kV



10.7.3 Autoválvulas - pararrayos

Con objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en cada uno de los extremos de los cables unipolares.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo y con contador de descargas.

Las características exigidas serán las siguientes:

Tensión Nominal Red (U):	132 kV
Tensión máxima:	145 kV
Tensión soportada impulsos tipo rayo:	650 kV
Corriente de descarga nominal:	10 kA
Tipo de aislamiento:	polimérico



10.8 Obra Civil

La línea subterránea estará tendida en una canalización tipo bancada, alojándose el cable de potencia en tubos de polietileno de diámetro no menor de 160 mm.

Cada cable de fase le corresponderá un tubo. La bancada estará recubierta de hormigón

En los planos anexos se muestra las características de la bancada.

La apertura de zanjas podrá hacerse a mano, a máquina o de forma mixta entre ambas, pero siempre que se pueda se utilizará la excavación con máquina.

Las excavaciones u obstáculos deberán señalizarse adecuadamente de acuerdo a lo recogido en las Ordenanzas Municipales.

En caso de que existan instalaciones de otros servicios, se tomarán las precauciones debidas para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las condiciones que se encontraban primitivamente y respetando lo indicado en el punto de distancias de seguridad.

En el caso de cruces de calzadas se dejará un tubo o tubos libres de reserva para posibles ampliaciones.

Previamente a la instalación del tubo, el fondo de la zanja se cubrirá con una lechada de hormigón pobre (H-100) de 6 cm de espesor.

Terminada la tubular, se procederá a su limpieza interior haciendo pasar una esfera metálica de diámetro ligeramente inferior al de aquellos, con movimiento de vaivén, para eliminar las posibles filtraciones de cemento y posteriormente, de forma similar, un escobillón o bolsa de trapos, para barrer los residuos que pudieran quedar.

Los tubos quedarán sellados con espumas expandibles impermeables e ignífugas.



11 Presupuesto

Tabla 25 – Resumen del presupuesto del proyecto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
AREA TÉCNICA	COSTE TOTAL	%
APOYOS	440.476,67 €	6,08%
APARTADO CABLE DE FASE	241.521,67 €	3,33%
APARTADO CADENAS DE AISLAMIENTO	65.241,00 €	0,90%
APARTADO CONDUCTORES Y CABLE DE FIBRA ÓPTICA	118.246,13 €	1,63%
OBRA CIVIL LÍNEA DE ALTA TENSIÓN	1.158.496,24 €	15,99%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LÍNEA SUBTERRÁNEA	5.172.068,67 €	71,40%
MEDIDAS CORRECTORAS DEL IMPACTO AMBIENTAL	23.462,25 €	0,32%
PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	24.444,22 €	0,34%
TOTAL PRESUPUESTO	7.243.956,86 €	100,00%