



# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Autor/es del documento

Nombre: PABLO LOZANO FERNÁNDEZ

Número de colegiado: 3.219

Colegio de: INGENIEROS INDUSTRIALES DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Firmado digitalmente por LOZANO FERNÁNDEZ PABLO - 10897838R  
DN: cn=LOZANO FERNÁNDEZ PABLO - 10897838R, c=ES, email=plfe@iberdrola.es  
SN: C=ES; SERIALNUMBER=IDCES-10897838R; G=PABLO; SN=LOZANO FERNÁNDEZ; CN=LOZANO FERNÁNDEZ PABLO - 10897838R  
Motivo: AUTOR DEL PROYECTO  
Fecha: 2024.10.22 21:37:47 +02'00'

Nombre:

Número de colegiado:

Colegio de:

Nombre:

Número de colegiado:

Colegio de:

Nombre:

Número de colegiado:

Colegio de:



# PROYECTO DE EJECUCIÓN

LÍNEA ELÉCTRICA A 132 kV,

DESDE AP.13-4N HASTA ST BERROCALILLO  
DEL SIMPLE CIRCUITO  
ST VALDEOBISPO – ST BERROCALILLO

Y CONEXIÓN TEMPORAL EN “T” CON LA LÍNEA  
ELÉCTRICA A 132 KV ST PLASENCIA – ST EL ROMA

**(CÁCERES / COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EXTREMADURA)**

En Madrid a 17 de octubre de 2024

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above the name of the signatory.

D. Pablo Lozano Fernández  
Colegiado del COIIAS 3.219

## ÍNDICE

1. ÍNDICE GENERAL	3
2. MEMORIA	4
2.1 Antecedentes y finalidad de la instalación	4
2.2 Legislación y normativa para instalaciones de alta tensión	5
2.3 Objeto y situación administrativa	7
2.4 Emplazamiento de la instalación	7
2.5 Descripción del trazado de la línea	7
2.6 Titular de la instalación	9
2.7 Características de la instalación	9
2.8 Afecciones	16
2.9 Relación de Ministerios, Consejerías, Organismos y empresas de servicios afectados en sus competencias o bienes por la instalación de la línea	22
3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS	23
4. CÁLCULOS	26
4.1 Cálculos eléctricos	26
4.2 Cálculo mecánico cables	33
4.3 Aislamiento, herrajes y accesorios	40
4.4 Apoyos	44
4.5 Cimentaciones	56
5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	59
5.1 Condiciones generales	59
5.2 Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos	63
5.3 Reglamentación y normativa	64
5.4 Condiciones de ejecución	66
5.5 Recepción de la obra	70
5.6 Pruebas	70
6. PRESUPUESTO	71
6.1 Presupuesto general	73
6.2 Presupuestos parciales	74
7. PLANOS	77

## 1. ÍNDICE GENERAL

El presente proyecto se compone de los siguientes documentos:

- Documento principal con los documentos indicados en el apartado 3.3 de la ITC –LAT 09 del Reglamento, a excepción del Estudio de Seguridad y Salud que se adjunta como anexo.
- Separatas:
  - AYUNTAMIENTO DE PLASENCIA
  - CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
  - CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA. DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
  - CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA.
  - TELEFÓNICA, S.A.
  - DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS EXTREMADURA S.A.
- Anexos:
  - Anexo 1: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
  - Anexo 2: ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

## **2. MEMORIA**

### **2.1 Antecedentes y finalidad de la instalación**

La subestación transformadora (ST) VALDEOBISPO 132 kV ha sido informada en el pasado como punto de conexión para plantas generadoras de energías renovables.

La elevada potencia de plantas que han solicitado conexión ha dado lugar a que deban ser requeridos refuerzos sobre el sistema de 132 kV, para lo cual es preciso dotar de nuevas líneas de conexión a la subestación en 132 kV de cara a garantizar la fiabilidad de dicha evacuación y generar la robustez necesaria en el sistema de distribución entre perturbaciones, según los condicionamientos normativos técnicos para la conexión de plantas generadoras, dado que actualmente sólo dispone de la línea PLASENCIA – VALDEOBISPO como única alimentación al sistema de 132 kV.

Buscando favorecer la viabilidad del proyecto, se optó por aprovechar la traza del actual simple circuito PLASENCIA – VALDEOBISPO en 132 kV para evolucionarlo a doble circuito, siendo participe el promotor fotovoltaico que desarrollará una planta de 50 MW, y que en la actualidad dispone de punto de conexión en vigor.

Con fecha 30 de marzo de 2020 esta mercantil presentó en el Servicio de Ordenación, Industrial, Energética y Minera de Cáceres el Proyecto de ejecución de la Línea eléctrica a 132 kV, conversión a doble circuito, ST Plasencia – ST Valdeobispo, cuyo trazado discurre por los términos municipales de Valdeobispo, Carcaboso y Plasencia, en la provincia de Cáceres, solicitando la preceptiva autorización administrativa previa, autorización administrativa de construcción y declaración, en concreto, de utilidad pública (Expte.: AT-9246).

Por Resolución, de 22 de marzo de 2022, de la Dirección General de Sostenibilidad, se formuló informe de impacto ambiental del proyecto de "Línea eléctrica a 132 kV, conversión a doble circuito, "ST Plasencia - ST Valdeobispo", y ampliación de una posición de línea 132 kV para conectar el nuevo circuito Plasencia-Valdeobispo 2 132 kV, en ST "Valdeobispo" (Expte.: IA20/1384). En dicho informe se resuelve como medida preventiva y correctora en la fase de construcción, para la protección de la fauna y la vegetación, que no se eliminará ningún árbol o arbusto en la zona de cruzamiento sobre el Río Jerte al tratarse de un hábitat de interés comunitario y la ZIP-I de la ZEC "Ríos Alagón y Jerte". Para satisfacer dicha medida se proyecta realizar el cruzamiento con el Río Jerte a mayor altura, evitando la eliminación de la vegetación.

Durante todo este tiempo se han mantenido por parte de esta mercantil varias reuniones con técnico municipales y algunos cargos políticos del Excelentísimo ayuntamiento de Plasencia, mostrando por parte de estos últimos muchas reticencias a la llegada de un segundo circuito en subterráneo a la actual ST PLASENCIA ya que debe atravesar parte del casco urbano de la localidad del mismo nombre.

Por todo ello y para satisfacer tanto la necesidad de alimentación de un segundo circuito a la actual ST CH VALDEOBISPO para futuras conexiones de plantas fotovoltaicas en la zona, como el evitar la llegada de éste en conexión directa a la ST PLASENCIA, se ha planteado una solución intermedia que cubre todas las necesidades.

Con fecha 13 de julio de 2023, se presentó en el Servicio de Ordenación, Industrial, Energética y Minera de Cáceres el Anexo al Proyecto de ejecución antes mencionado (Expte.: AT-9246), donde la solución que se plantea ahora es construir una nueva subestación fuera del casco urbano de Plasencia pero en las cercanías, y que esta subestación se conecte tanto con la ST VALDEOBISPO (ampliando una nueva posición en la subestación) como con ST EL ROMA y ST PLASENCIA haciendo una entrada salida de la línea que conecta ambas subestaciones. Las actuaciones recogidas en dicho Anexo al proyecto de ejecución son las que siguen:

- Mantener la línea de proyecto en configuración doble circuito proyectada entre el nuevo apoyo 13N y la ST CH VALDEOBISPO, pero con los siguientes circuitos:
  - 3760-71 CH VALDEOBISPO – PLASENCIA 1, sustitución del actual.
  - CH VALDEOBISPO – BERROCALILLO, que sustituye al considerado en el proyecto como CH VALDEOBISPO – PLASENCIA 2.
- Mantener el tramo de línea en configuración simple circuito entre el apoyo 13N y el apoyo 13-4N, como parte del futuro circuito CH VALDEOBISPO – BERROCALILLO.
- Eliminar el tramo de línea entre el apoyo 13-4N hasta la ST PLASENCIA al no proyectarse dicha solución.

Con la finalidad de continuar el desarrollo del nuevo circuito CH VALDEOBISPO – BERROCALILLO se realiza el presente Proyecto de ejecución, que contempla la construcción de la línea eléctrica a 132 kV en configuración simple circuito entre el apoyo 13-4N y su posición futura en ST BERROCALILLO.

Previo a la ejecución de la ST BERROCALILLO, y de cara a garantizar la fiabilidad y robustez en la evacuación de potencia de las plantas generadoras que disponen de punto de conexión en ST VALDEOBISPO, se proyecta una primera conexión temporal en “T” del futuro circuito CH VALDEOBISPO – BERROCALILLO en la línea existente PLASENCIA – EL ROMA.

De este modo, las actuaciones objeto del presente Proyecto para el circuito CH VALDEOBISPO – BERROCALILLO son:

- Construcción de la línea eléctrica a 132 kV en configuración de simple circuito desde el apoyo 13-14N hasta su conexión temporal con el apoyo 1N de la línea PLASENCIA – EL ROMA, previa a la ejecución de la ST BERROCALILLO.
- Conexión definitiva del circuito en ST BERROCALILLO tras la ejecución de esta.

## **2.2 Legislación y normativa para instalaciones de alta tensión**

- **Ley 24/2013, de 26 de diciembre**, del Sector Eléctrico (BOE 27-12-2013).
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre**, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE 27-12-2000).
- **Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero**, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT (BOE 19-03-2008, corrección de errores BOE 17-05-2008 y BOE 19-07-2008).
- **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 (BOE 09-06-2014).

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión** y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (BOE 18-09-2002).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- La normativa descrita se enmarca en la legislación básica del Estado, correspondiendo a las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias el desarrollo del marco normativo aplicable a las instalaciones eléctricas que les corresponda autorizar.
- **Decreto 49/2000, de 8 de marzo**, por el que se establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- **Ley 7/1995, de 27 de abril**, de Carreteras de Extremadura
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de Carreteras.
- Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Reales Decretos 1911/1997, de 19 de diciembre y 597/1999, de 16 de abril, por los que se modifica el Reglamento General de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto 1434/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de gas natural.
- Ley 11/2018, de 21 de diciembre, de Ordenación Territorial y Urbanística Sostenible de Extremadura.
- DECRETO 143/2021, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de ordenación territorial y urbanística sostenible de Extremadura.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Órdenes de 19 de junio de 2000 y de 23 de junio de 2003, por las que se regulan las ocupaciones y autorizaciones de usos temporales en las vías pecuarias de Extremadura. Normas Urbanísticas del Ayuntamiento de Plasencia.

### **2.3 Objeto y situación administrativa**

El presente Proyecto de Ejecución se redacta con la finalidad de tramitar la correspondiente aprobación por parte del órgano sustantivo de la Administración en materia de energía, así como obtener las autorizaciones que concurren en la ejecución por parte de otras administraciones y organismos tutelares de diversas competencias y, en su caso, actualizar la documentación presentada con anterioridad en las mismas.

Al efecto, el Proyecto de Ejecución tiene en cuenta las normas que el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo recoge en 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 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº 68 de 19 de marzo de 2008), y demás normativa técnica aplicable.

Las características de la línea eléctrica se describen en los siguientes apartados.

### **2.4 Emplazamiento de la instalación**

La línea eléctrica del objeto se emplazará en la provincia de Cáceres, comunidad autónoma de Extremadura, concretamente en el término municipal de Plasencia.

La localización de la instalación queda reflejada en el plano de situación y emplazamiento adjunto en el apartado de Planos.

### **2.5 Descripción del trazado de la línea**

Tiene su origen en el apoyo 13-4N, desde donde discurrirá en aéreo a lo largo de 2.094 metros hasta su posición en la futura subestación BERROCALILLO.

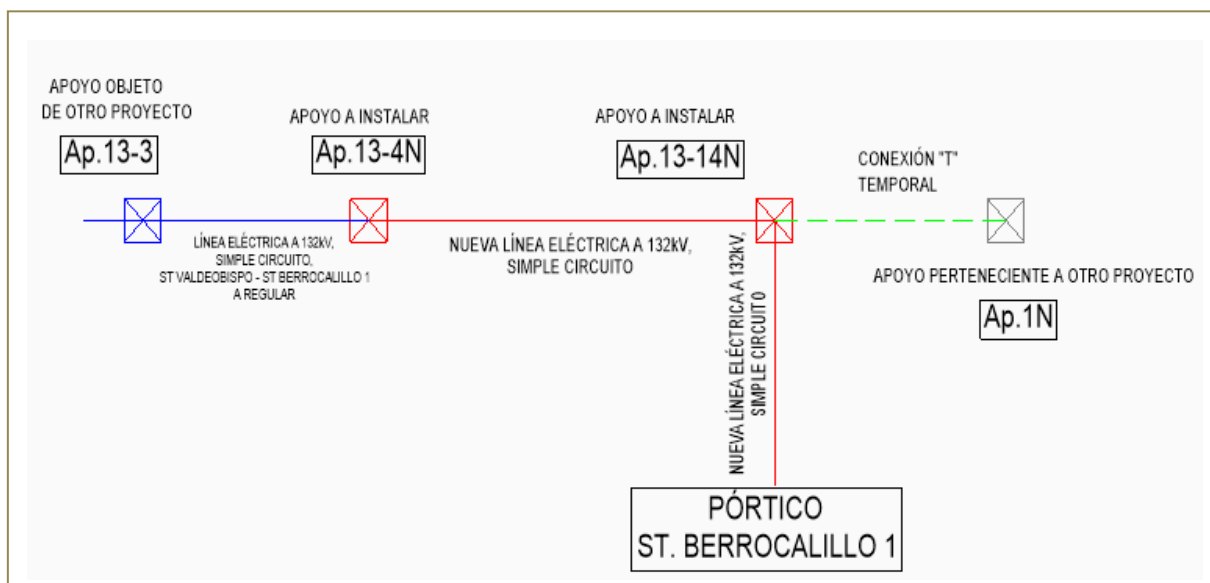
Previo a la ejecución de la subestación Berrocalillo, la línea eléctrica objeto de Proyecto realizará conexión temporal en "T" con la línea existente a 132 kV PLASENCIA – EL ROMA. Dicha conexión se realizará a lo largo de 52 metros desde el apoyo 13-14N, hasta el apoyo nº1N. Esta infraestructura servirá para realizar la futura conexión de entrada-salida en ST BERROCALILLO de la línea "PLASENCIA – EL ROMA" una vez se ejecute la subestación BERROCALILLO, cuya actuación se desarrolla en otro proyecto.

De este modo, para la ejecución de la línea VALDEOBISPO – BERROCALILLO objeto del presente Proyecto, se realizará una primera fase de conexión temporal en "T" hasta la línea PLASENCIA – EL ROMA, y una segunda fase de conexión permanente en la futura subestación BERROCALILLO, cuyas actuaciones a realizar se describen a continuación:

- Conexión temporal con la línea PLASENCIA – EL ROMA:
  - o Regulado de conductores y cable de tierra en el vano entre los apoyos 13-3N (objeto de otro proyecto) y 13-4N.
  - o Tendido de conductor LARL-280 en simple circuito y un cable de tierra OPGW 16-90 desde el apoyo 13-4N hasta el apoyo 1N (perteneciente a otro proyecto).



- Conexión permanente en subestación BERROCALILLO
  - o Tendido de conductor LARL-280 en simple circuito y un cable de tierra OPGW 16-90 desde el apoyo 13-14N hasta el pórtico en la posición de la subestación Berrocalillo.



A continuación, se indican las provincias y términos municipales afectados:

TÉRMINO MUNICIPAL	PROVINCIA	LONGITUD AFECTADA (m)
PLASENCIA	CÁCERES	2.094

Las coordenadas de los apoyos son las siguientes:

Nº	COORDENADAS (ETRS89 HUSO 30)		
	X	Y	Z
13-3 (objeto de otro proyecto)	745.238,71	4.433.949,10	416,47
13-4N	745.404,86	4.433.997,17	412,04
13-5N	745.531,58	4.434.099,64	396,23
13-6N	745.655,67	4.434.199,97	396,22
13-7N	745.715,23	4.434.370,12	418,51
13-8N	745.802,82	4.434.620,36	406,59
13-9N	745.885,38	4.434.856,22	416,42
13-10N	745.955,32	4.435.056,02	421,05
13-11N	746.037,59	4.435.225,72	410,87
13-12 N	746.120,25	4.435.396,23	403,27
13-13N	746.331,92	4.435.540,33	403,35
13-14N	746.532,55	4.435.548,00	405,40
ST BERROCALILLO	746.532,64	4.435.518,91	403,27
1N (objeto de otro proyecto)	746.583,89	4.435.551,97	401,91

## 2.6 Titular de la instalación

El titular de la instalación objeto de este Proyecto es **I-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.** (sociedad cuya anterior denominación era IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. y a la que en este proyecto nos referiremos en adelante como “**i-DE**”).

## 2.7 Características de la instalación

### 2.7.1 Características generales de la línea

La línea objeto del presente Proyecto tiene como principales características las que se indican a continuación:

<b>GENERALES</b>	
Sistema	Corriente Alterna Trifásica a 50Hz
Tensión nominal (kV)	132
Categoría de la línea	PRIMERA
Longitud total (m)	2.094
Nº de circuitos	1
Origen	APOYO 13-4N
Final	Conexión temporal: APOYO 1N Conexión permanente: Pórtico en ST BERROCALILLO
Tipología de la línea	AÉREA

Según las fases de ejecución, la instalación consta de dos partes diferenciadas:

<b>CONEXIÓN TEMPORAL CON APOYO 1N</b>	
Longitud aérea en proyecto (m)	52
Inicio aéreo	13-14N
Final aéreo	1N (perteneciente a otro proyecto)
Potencia admisible (MVA/circuito)	Verano: 149,43 Invierno: 182,93
Tipo de conductor	242-AL1/39-A20SA (LARL-280)
Nº de conductores por fase	1
Longitud total del circuito (m) (*)	16.477
Configuración	TREBOLILLO Y BANDERA
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 16-90
Zona de cálculo	A

(\*) Corresponde a la longitud total del circuito desde su origen en ST VALDEOBISPO.

<b>CONEXIÓN PERMANENTE EN ST BERROCALILLO</b>	
Longitud aérea en proyecto (m)	29,09
Inicio aéreo	13-14N
Final aéreo	PÓRTICO ST BERROCALILLO
Potencia admisible (MVA/circuito)	Verano: 149,43 Invierno: 182,93
Tipo de conductor	242-AL1/39-A20SA (LARL-280)
Nº de conductores por fase	1
Longitud total del circuito (m) (*)	16.454
Configuración	TREBOLILLO Y BANDERA
Tipo de cable de fibra óptica	OPGW 16-90
Zona de cálculo	A

(\*) Corresponde a la longitud total del circuito desde su origen en ST VALDEOBISPO.

### 2.7.2 Plazo de ejecución

El plazo estimado para el desarrollo integral del proyecto será de 12 meses, incluyendo en el mismo los periodos de suministro y fabricación de materiales y contratación de servicios de construcción y montaje, de forma que la ejecución material de la obra se concretará en 5 meses.

### 2.7.3 Materiales de la línea eléctrica

#### 2.7.3.1 Apoyos

Los apoyos son de celosía metálica y sección cuadrada, configurados con perfiles angulares de lados iguales y chapas fabricados en acero laminado y galvanizado en caliente en calidades S355J2 y S275JR según Norma UNE-EN 10025.

Las uniones entre los diferentes elementos se resuelven a través de tornillos de métricas M16 y/o M20 (UNE 17115) fabricados en acero de calidad 5.6 y grado C según Norma UNE-EN ISO 898-1.

Se ha escogido para esta línea los siguientes tipos de apoyo:

APOYO TIPO	FUNCIÓN
HAR-9000-S2773	Anclaje y ángulo
HAR-2500-S2771	Alineación
12E190	Fin de línea y ángulo grande

Todos los apoyos utilizados en la línea cumplen con los requisitos de la ITC-LAT-07 y las características técnicas de sus componentes responden a lo indicado en las normas UNE aplicables o normas o especificaciones técnicas reconocidas.

Se pueden ver los esquemas de los apoyos, así como sus principales dimensiones y características en el apartado de Planos.

Los apoyos existentes en la presente línea son metálicos, de celosía y sección rectangular, configurados con perfiles angulares de lados iguales y chapas fabricados en acero laminado y galvanizado en caliente.

Las uniones entre los diferentes elementos se resuelven a través de tornillos, remaches y soldaduras.

#### 2.7.3.2 Conductor

Los conductores de la línea proyectada serán de aluminio y acero recubierto de aluminio, siendo sus principales características las siguientes:

CARACTERÍSTICAS del CONDUCTOR ELÉCTRICO TIPO ACSR/AW	
Tipo de cable (código)	242-AL1/39-A20SA (54 63 622)
Diámetro aparente (mm)	21,8
Sección de aluminio (Al) (mm <sup>2</sup> )	241,7
Sección de acero (Ac) (mm <sup>2</sup> )	39,4

<b>CARACTERÍSTICAS del CONDUCTOR ELÉCTRICO TIPO ACSR/AW</b>	
Tipo de cable (código)	242-AL1/39-A20SA (54 63 622)
Sección total (mm <sup>2</sup> )	281,1
Carga de rotura (daN)	8.720
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	7.200
Resistencia eléctrica a 20° C (Ohm/km)	0,1131
Composición (n° x Al + n° x Ac)	26 x 3,44 + 7 x 2,68
Masa (kg/m)	0,929
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	19,1 x 10 <sup>-6</sup>

### 2.7.3.3 Cable de tierra y/o compuesto tierra-óptico

En toda su longitud la línea llevará un cable tipo OPGW 16-90, de acero galvanizado, con fibra óptica incorporada en el interior de un tubo de aluminio, cuyas principales características son:

<b>CARACTERÍSTICAS del CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO</b>	
Tipo de cable (código)	OPGW-16-90/0 (33 26 365)
Nº de FIBRAS	90
Diámetro aparente (mm)	14,7÷15,15
Intensidad de C/C (kA)	≥16
Carga de rotura (daN)	≥9.000
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	≥11.000
Masa (kg/m)	≤0,670
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	15,0 x 10 <sup>-6</sup>

El cable de fibra óptica existente en el vano Ap.13-3 - Ap.13-4N es del tipo OPGW 16-48, de acero galvanizado, con fibra óptica incorporada en el interior de un tubo de aluminio, y sus principales características son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS del CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO</b>	
Tipo de cable (código)	OPGW-16-48/0 (33 26 357)
Nº de FIBRAS	48
Diámetro aparente (mm)	14,7÷15,15
Intensidad de C/C (kA)	≥16
Carga de rotura (daN)	≥9.000
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	≥11.000

CARACTERÍSTICAS del CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO	
Masa (kg/m)	≤0,670
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	15,0 x 10 <sup>-6</sup>

#### 2.7.3.4 Cajas de empalme fibra óptica para cable de tierra compuesto tierra-óptico

La continuidad de los cables de fibra óptica se realizará mediante la utilización de cajas de empalme para cables de fibra óptica. Éstas están constituidas por una envolvente de protección que alberga en su interior las bandejas organizadoras de fibras.

#### 2.7.3.5 Aislamiento

En la siguiente tabla se indican, según apartado 4.4 de la ITC-LAT 07, los niveles de aislamiento correspondientes a este proyecto:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	132
Tensión más elevada de la Red (kV eficaces)	145
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (50Hz) (kV eficaces)	230
Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/50 μs(kV cresta)	550

El aislamiento estará constituido por:

- En las cadenas de suspensión simple, por 1 aislador compuesto.
- En las cadenas de amarre simples, por 1 aislador compuesto.
- En las cadenas de amarre dobles, por 2 aisladores compuesto

Los aisladores utilizados están de acuerdo con la ITC-LAT-07 del Reglamento y con las principales normas internacionales y nacionales.

Las características eléctricas y mecánicas del aislamiento conforme a la UNE-EN 62217 y UNE-EN 61109 son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS del AISLADOR	
Tipo de aislador (código)	U120AB132P (48 03 251)
Nivel de contaminación	Muy fuerte
Tensión nominal (kV)	132
Tensión más elevada (kV)	145
Tensión soportada a 50Hz bajo lluvia (kV)	320
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	650
Carga de rotura (daN)	12.000
Línea de fuga mínima (mm)	4.500

CARACTERÍSTICAS del AISLADOR	
Longitud total del aislador (mm)	~1.390
Longitud aislante del aislador (mm)	~1.130
Masa aproximada (kg)	7,0

A continuación, se especifica el tipo de cadena a instalar en cada apoyo:

Nº APOYO	CADENA
13-3 (objeto de otro proyecto)	Existente
13-4N	ASS1R132CP
13-5N	ASS1R132CP
13-6N	ASS1R132CP
13-7N	SSS1R132CP-C
13-8N	SSS1R132CP-C
13-9N	SSS1R132CP-C
13-10N	ASS1R132CP
13-11N	SSS1R132CP-C
13-12 N	ASS1R132CP / ASS2R132CP
13-13N	ASS2R132CP / ASS1R132CP
13-14N	ASS1R132CP
SET BERROCALILLO	ASS1R132CPI
1N (objeto de otro proyecto)	ASS1R132CP

Las cadenas cumplen las condiciones de protección de la avifauna según Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto.

Se pueden ver los esquemas, así como sus principales dimensiones y características en el apartado de Planos.

### 2.7.3.6 Herrajes

Los herrajes, medio de unión del cable conductor con la cadena de aisladores y de ésta al apoyo, están dimensionados mecánicamente para soportar las cargas máximas de los conductores con los coeficientes de seguridad reglamentarios, siendo su material acero estampado y galvanizado en caliente como medio de protección anticorrosiva, y están de acuerdo con la ITC-LAT-07 del Reglamento.

La grapa de suspensión es del tipo armada. Está compuesta por un manguito de neopreno, aplicado directamente sobre el cable, unas varillas preformadas, que suavizan el ángulo de salida de la grapa, y el cuerpo de la misma que aprieta el conjunto y pende de la cadena de aisladores.

Las grapas de suspensión armada serán dobles cuando el ángulo de salida de la grapa supere en cualquiera de los lados 20° o cuando la suma de ambos ángulos sea mayor de 30°.

La grapa de amarre es del tipo compresión. Está compuesta por un manguito doble, uno de aluminio y otro de acero, que se comprimen contra el cable.

Los conjuntos de herrajes de las cadenas empleadas en la línea son:

TIPO DE CONFIGURACIÓN PARA CONDUCTOR	CONJUNTO DE HERRAJE	CARGA DE ROTURA (DAN)	CÓDIGO
Cadena de Suspensión Sencilla	C.SSS1C-B	12.000	52 50 033
Cadena de Amarre Sencilla	C.ASS1CT	12.000	52 50 049
Cadena de Amarre Doble	C.ASD2CT	18.000	-
Cadena de Suspensión Sencilla	C.SVS1TC	16.000	-

TIPO DE CONFIGURACIÓN PARA CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO	CONJUNTO DE HERRAJE	CARGA DE ROTURA (DAN)	CÓDIGO
Conjunto de Suspensión OPGW Ø14,7-15,3	C.ST1-TO 15	7.000	52 50 242
Conjunto de Amarre OPGW Ø14,7-15,5	C.AT1-TO 15P	12.000	52 50 255

Su forma y disposición se puede observar en el apartado de Planos.

### 2.7.3.7 Puestas a tierra

El sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según establece el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc.
- Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos:

- Apoyos frecuentados con calzado. Estos apoyos serán los situados en lugares donde se puede suponer, razonadamente, que las personas estén calzadas, como pavimentos de carreteras públicas, lugares de aparcamiento, etc.
- Apoyos frecuentados sin calzado. Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, camping, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Se pueden ver los esquemas de los sistemas de puesta a tierra, así como sus principales dimensiones y características en el apartado de Planos.



### 2.7.3.8 Cimentaciones

La cimentación de los apoyos se realiza mediante cuatro macizos independientes de hormigón en masa, una por cada pata, suficientemente separados entre sí para permitir su construcción.

Los macizos son cilíndricos con un ensanchamiento troncocónico inferior que les da su forma característica de “*pata de elefante*”. El hormigón para las cimentaciones será tipo HM-20/P/20/X0 según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En el caso de apoyos monobloque, el macizo de hormigón será único y de sección cuadrada.

Se pueden ver las dimensiones y características de las cimentaciones en el apartado de Planos.

### 2.7.3.9 Amortiguadores

Se instalarán amortiguadores tipo Stockbridge e irán instalados directamente sobre el cable.

### 2.7.3.10 Salvapájaros

Si la autoridad competente lo considera necesario, se instalarán protecciones para la avifauna mediante salvapájaros.

### 2.7.3.11 Numeración, señalización y aviso de riesgo eléctrico

Cada apoyo se identificará individualmente y con indicación de riesgo de peligro eléctrico conforme al punto 2.4.7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento.

## 2.8 Afecciones

### 2.8.1 Normas generales

Las normas generales sobre afecciones en líneas eléctricas están recogidas en el punto 5 de la ITC-LAT-07 del Reglamento.

### 2.8.2 Distancias mínimas de seguridad en líneas aéreas

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias de seguridad para este proyecto de ejecución.

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	D <sub>el</sub> (m)	D <sub>pp</sub> (m)
132	145	1,20	1,40

Siendo:

- D<sub>el</sub>: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D<sub>el</sub> puede ser tanto interna (distancias del conductor a la estructura del apoyo) como externa (distancias del conductor a cualquier obstáculo).
- D<sub>pp</sub>: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D<sub>pp</sub> es una distancia interna

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

### 2.8.3 Distancias externas. Distancias a afecciones

#### 2.8.3.1 Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables

De acuerdo a lo establecido en el punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del Reglamento, la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, según las hipótesis de temperatura y de hielo definidas en el punto 3.2.3 de la ITC-LAT-07 del Reglamento, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, camino vereda o superficie de agua no navegable a una altura mínima de:

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

con un mínimo de 6 m.

Los valores de  $D_{el}$  se han indicado anteriormente en función de la tensión más elevada de la línea.

En el presente proyecto la altura mínima cumple con los valores mínimos reglamentarios, siendo:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{add} + D_{el}$ (m)
132	145	1,20	<b>6,50</b>

A estas distancias les corresponde las siguientes excepciones:

- En zonas de difícil acceso, las distancias mínimas a terrenos podrán disminuirse en un metro.
- En zonas de explotaciones ganaderas cercadas o agrícolas, la altura mínima se amplía hasta 7 metros, a fin de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, caminos u otros vehículos.

#### 2.8.3.2 Afección a líneas eléctricas aéreas y líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde, por un lado, a lo dispuesto en el punto 5.6 de ITC-LAT-07 del Reglamento, y por otro, a las prescripciones de seguridad reforzada contenidas en el punto 5.3 de dicha ITC.

En este proyecto se han considerado las líneas de telecomunicación como líneas de baja tensión.

### 2.8.3.2.1 Cruzamientos

Según el apartado 5.6.1 de la ITC-LAT-07 en todo cruzamiento entre líneas eléctricas aéreas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada y en caso de misma tensión, la que se instale con posterioridad.

Los cruces con líneas eléctricas se efectúan, en la medida de lo posible, en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, teniendo en cuenta lo siguiente:

- La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será menor a:

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

Con diferentes mínimos en función de la tensión:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{add} + D_{el}$ (m)
15	17,5	0,16	<b>2,00</b>
20	24	0,22	<b>2,00</b>
30	36	0,35	<b>2,00</b>
132	145	1,20	<b>4,00</b>

Los valores se tomarán en función de la tensión de la línea inferior.

- La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce será según la siguiente tabla.

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{pp}$ (m)	$D_{add} + D_{pp}$ (m)
132	145	1,40	<b>4,40</b>

- La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior, se determina según la siguiente expresión:

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

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, la distancia mínima vertical,  $D_{add} + D_{el}$ , considerada en el punto de cruce de ambas líneas será la indicada en la siguiente tabla:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{add} + D_{el}$ (m)
132	145	1,20	<b>2,70</b>

Los valores se tomarán función de la tensión más elevada de la línea superior.

En todos los casos de cruce entre conductores o cables de tierra, las distancias mínimas se han verificado considerando simultáneamente las siguientes hipótesis:

- Los conductores o cables de tierra que quedan por debajo en el cruzamiento, considerados sin sobrecarga alguna a temperatura mínima según zona (-5 °C en zona A, -15 °C en zona B y -20 °C en zona C).
- Los conductores que quedan por encima en el cruzamiento, considerados en las condiciones de flecha máxima establecidas en este proyecto.

Además, se repasa la posible desviación de los conductores por la acción del viento siempre que el cruzamiento se produzca más cerca del centro del vano que de alguno de los apoyos, en cualquiera de las dos líneas.

Por otro lado, se tendrá en cuenta la posible resultante vertical hacia arriba de los esfuerzos en los apoyos de la línea inferior.

Por último, en aquellos casos en que haya sido necesario realizar el cruzamiento quedando la línea de menor tensión por encima, se obtiene la autorización expresa del Organismo o Entidad afectada.

#### 2.8.3.2.2 Paralelismos

Según el punto 5.6.2 de ITC-LAT 07 del Reglamento en todo paralelismo entre líneas eléctricas aéreas, se conserva una distancia mínima entre los conductores más próximos de ambas líneas, considerando la posible desviación de los conductores por la acción del viento, igual a la distancia entre conductores expuesta en el apartado 5.4.1 de ITC-LAT 07, tomando como tensión, el valor más elevado de ambas instalaciones.

Aun así, en la medida de lo posible, a fin de disminuir los riesgos en caso de mantenimiento, actuaciones o accidente en una de las instalaciones, se ha evitado el emplazamiento de líneas eléctricas aéreas paralelas a distancias inferiores a vez y media la altura total del apoyo más alto afectado, a excepción de las zonas de principio y fin de las líneas, especialmente en las llegadas a las subestaciones.

En relación con paralelismos con líneas de telecomunicaciones, en virtud al punto 5.6.2 de ITC-LAT 07 del Reglamento se evita siempre que se puede quedando para los casos en que no es posible una separación horizontal mínima de vez y media la altura total del apoyo más alto.

Para ningún tipo de paralelismos son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de ITC-LAT 07 del Reglamento.

#### 2.8.3.3 Afección a carreteras y ferrocarriles sin electrificar, tranvías y trolebuses

Este apartado se relaciona a los puntos 5.7 y 5.8 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Para la instalación de apoyos, en lo concerniente a afecciones a carreteras, se ha considerado lo siguiente:

- Para la Red de Carreteras del Estado, los apoyos se disponen como mínimo, a una distancia a la arista exterior de la calzada superior, de vez y media la altura total del apoyo, y siempre por detrás del límite de edificación que considera 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y 25 metros en el resto de las carreteras de la Red desde dicha arista exterior. Los apoyos deberán ubicarse siempre fuera de la zona de servidumbre de la carretera.

- Para carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, competencia de otras Administraciones Públicas, la ubicación de los apoyos deberá cumplir con la normativa aplicable en la Comunidad Autónoma, Diputación Provincial o Foral donde discorra el trazado de la línea eléctrica.
- Es necesaria la autorización expresa del Organismo tutelar de la competencia sobre la carretera siempre que los apoyos de la línea eléctrica han quedado dentro de la zona de afección de la carretera. Esta zona de afección está limitada a 100 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de las carreteras de la Red de Carreteras del Estado.
- Solo se proyectan apoyos situados por debajo de estos límites en circunstancias muy particulares, previa justificación técnica y con la aprobación del órgano competente de la Administración.

Para la instalación de apoyos, en lo concerniente a afecciones a ferrocarriles sin electrificar, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Queda establecida una línea límite de edificación, situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea, por dentro de la cual queda prohibido cualquier tipo de obra, construcción o ampliación y por tanto, queda vedada la instalación de apoyos de líneas eléctricas aéreas.
- Queda establecida una línea límite de protección, situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea, por dentro de la cual, para la instalación de apoyos de líneas eléctricas aéreas se requiere la autorización expresa del Organismo competente afectado.
- Cualquier apoyo instalado para un cruzamiento con ferrocarriles sin electrificar deberá estar, además, a una distancia mínima de vez y media la altura total del apoyo a la arista exterior de explanación.
- Solo se proyectan apoyos situados por debajo de estos límites en circunstancias muy particulares, previa justificación técnica y con la aprobación del órgano competente de la Administración.

#### 2.8.3.3.1 Cruzamiento

La altura mínima de los conductores sobre la rasante más elevada de las carreteras o sobre las cabezas de los carriles en el caso de ferrocarriles sin electrificar es la dada por la siguiente expresión:

$$D_{add} + D_{el} \text{ (m)}$$

Con:

- un mínimo de 7 metros
- $D_{add}=7,5$  metros para líneas de categoría especial
- $D_{add}=6,3$  metros para líneas del resto de categorías

Luego:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{add} + D_{el}$ (m)
132	145	1,20	<b>7,50</b>

### 2.8.3.3.2 Paralelismos

Para los paralelismos con este tipo de infraestructuras, se tienen en cuenta las mismas distancias y limitaciones de ubicación de apoyos que se exigen para los cruzamientos con carreteras y ferrocarriles sin electrificar.

Para ningún tipo de paralelismos son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el punto 5.3 de ITC-LAT 07 del Reglamento.

### 2.8.3.4 Afección a gasoductos y oleoductos

Se mantendrá una distancia mínima de 50 metros entre el apoyo más próximo en perpendicular a la canalización, tanto para cruzamientos como para paralelismos.

### 2.8.4 Cruzamientos del proyecto

Nº CRUZ	APOYO ANTERIOR	APOYO POSTERIOR	LONG (m)	DISTANCIA AL APOYO MÁS PRÓXIMO (m)	PUNTO DEL ELEMENTO CRUZADO (P.K.)	TIPO DE CRUZAMIENTO	D <sub>MÍNIMA</sub> VERTICAL (m)	D <sub>REAL</sub> (m)	ORGANISMO O PROPIETARIO AFECTADO
1	13-5N	13-6N	7,66	89,2 (Ap.13-6N)		CAMINO PARDALILLA CASA	6,5	14,2	AYUNTAMIENTO DE PLASENCIA
2	13-9N	13-10N	5,08	78,6 (Ap.13-9N)		ARROYO	6,5	15,91	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
3	13-12N	13-13N	22,89	73,7 (Ap.13-12N)	1+905	CARRETERA EX-370	7,5	21	CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA. DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
4	13-12N	13-13N	3,36	66,5 (Ap.13-13N)		VEREDA DE CARCABOSO	6,5	19,33	CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA.
5	13-12N	13-13N	1	92,2 (Ap.13-13N)		LÍNEA TELEFÓNICA	4,4	11,8	TELEFÓNICA, S.A.
6	13-12N	13-13N	1	53,1 (Ap.13-13N)		GASODUCTO	6,5	18,55	DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS EXTREMADURA S.A.

### 2.8.5 Condicionados especiales

#### 2.8.5.1 Uso de balizas

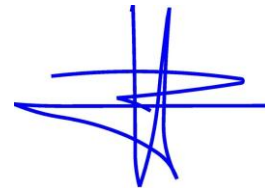
Se balizarán los cruzamientos con carreteras, autovías, autopistas, etc. como resultado de condicionados al proyecto de construcción.

Asimismo, se instalarán salvapájaros y disuasores de nidificación como resultado de condicionados al proyecto de ejecución.

**2.9 Relación de Ministerios, Consejerías, Organismos y empresas de servicios afectados en sus competencias o bienes por la instalación de la línea**

ORGANISMO	
I	AYUNTAMIENTO DE PLASENCIA
II	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
III	CONSEJERÍA DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA. DIRECCIÓN GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
IV	CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA JUNTA DE EXTREMADURA.
V	TELEFÓNICA, S.A.
VI	DISTRIBUCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE GAS EXTREMADURA S.A.

En Madrid a 17 de octubre de 2024



D. Pablo Lozano Fernández  
Colegiado del COIIAS 3.219

### **3. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**

En cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se describen los bienes y derechos afectados por la instalación, objeto de este proyecto, al objeto que, previos los trámites señalados en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, y la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, sea declarada la utilidad pública en concreto de la citada instalación.

Sobre las fincas descritas en la relación anexa, se proyecta servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica con las prescripciones de seguridad establecidas en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, así como con las limitaciones y prohibiciones señaladas en el artículo 161 del RD 1955/2000, servidumbre que comprende:

- El vuelo sobre el predio sirviente.
- El establecimiento de apoyos metálicos para la sustentación de los cables conductores de energía eléctrica e instalación de puesta en tierra de dichos apoyos.
- Libre acceso al predio sirviente de personal y elementos necesarios para la ejecución, vigilancia, reparación o renovación de la instalación eléctrica, con indemnización, en su caso al titular, de los daños que con tales motivos ocasionen.
- Ocupación temporal de terrenos necesarios a los fines indicados en los puntos 2º y 3º anteriores.



PROVINCIA DE CÁCERES

TÉRMINO MUNICIPAL DE PLASENCIA

Finca de proyecto	Datos catastrales		Titular	Domicilio	AFECCIONES					Naturaleza
	Polígono	Parcela			Servidumbre de paso			Ocupación temporal (obra y accesos) (m <sup>2</sup> )	Tala de arbolado (m <sup>2</sup> )	
					Servidumbre de vuelo (m <sup>2</sup> )	Nº de apoyo	Superficie apoyo y sistema puesta a tierra (m <sup>2</sup> )			
1	42	40001			4968	13-3N(En proyecto a parte) / 13-4N / 13-5N	39	1819		Encinar
2	42	9030			27			955		Camino Pardalilla Casa
3	49	9017			28			970		Camino Pardalilla Casa
4	49	10010			2223	13-6N	20	699		Encinar
5	49	9			13648	13-7N / 13-8N / 13-9N	57	2325	766	Encinar
6	49	9014			70					Arroyo
7	49	20			3234	13-10N	20	298		Pastos / Encinar
8	49	515			2629			550		Pastos / Olivos seco
9	49	19			4594	13-11N / 13-12N	40	1833		Labor seco
10	49	9004			333					Carretera EX-370
11	49	1			521			16		Pastos / Carretera EX-370
12	49	9010			522			3		Camino

PROYECTO DE EJECUCION  
LÍNEA ELÉCTRICA A 132 kV, DESDE AP.13-4N HASTA ST BERROCALILLO DEL SIMPLE  
CIRCUITO ST VALDEOBISPO-BERROCALIILLO

Finca de proyecto	Datos catastrales		Titular	Domicilio	AFECCIONES					Naturaleza
	Polígono	Parcela			Servidumbre de paso			Ocupación temporal (obra y accesos) (m <sup>2</sup> )	Tala de arbolado (m <sup>2</sup> )	
					Servidumbre de vuelo (m <sup>2</sup> )	Nº de apoyo	Superficie apoyo y sistema puesta a tierra (m <sup>2</sup> )			
13	4	9005			219					Camino
14	4	5			4524	13-13N / 13-14N / 1N(En proyecto a parte) / 510BISN(En proyecto a parte) / 510(Exist.) / 511(Exist.)	107	4405		Improductivo
1000	49	20009						2899		Pastos

NOTA: Respecto aquellos bienes que resulten acreditados como de dominio público, su inclusión en la relación de bienes y derechos afectados lo es solo a efectos meramente descriptivos, siéndoles de aplicación lo dispuesto en la normativa legal sobre su uso.

## 4. CÁLCULOS

### 4.1 Cálculos eléctricos

#### 4.1.1 Capacidad de corriente

La densidad máxima de corriente en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz para conductores de aluminio ( $\delta_L$ ) y el coeficiente de reducción "k" para los de aluminio-acero (Al-Ac), se deducen de la tabla recogida en el apartado 4.2 de la ITC-LAT 07, de tal forma que la densidad máxima de corriente para un conductor de Al-Ac ( $\delta_{LA}$ ), viene dada por:

$$\delta_{LA} = \delta_L \cdot k \quad (A/mm^2)$$

Para el conductor utilizado en el presente proyecto, la densidad e intensidad por conductor:

CARACTERÍSTICAS del CONDUCTOR ELÉCTRICO TIPO ACSR/AW	
Tipo de cable (código)	242-AL1/39-A20SA (54 63 622)
Diámetro aparente (mm)	21,8
Sección de aluminio (Al) (mm <sup>2</sup> )	241,7
Sección de acero (Ac) (mm <sup>2</sup> )	39,4
Sección total (mm <sup>2</sup> )	281,1
$\delta_{LA}$	2,10
Intensidad admisible	590,6
Resistencia eléctrica a 20° C (Ohm/km)	0,1131
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	19,1 x 10 <sup>-6</sup>

La potencia por circuito trifásico es:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot n \cdot I = \sqrt{3} \cdot 132 \cdot 1 \cdot 590,6 \cdot 10^{-3} = 135MVA$$

Como alternativa de cálculo, conforme al apartado 4.2.2 del ITC-LAT 07, se calcula según IEC 61597:1995 la capacidad de transporte de la línea eléctrica con una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor y considerando el efecto de la radiación solar en las condiciones climáticas de la zona más desfavorables:

$$I = [(P_{rad} + P_{conv} - P_{sol})/R_T]^{1/2}$$

Donde:

- $R_T$  es la resistencia eléctrica del conductor a la temperatura T ( $\Omega/km$ )
- $P_{sol}$  es la ganancia de calor por la radiación solar,  $P_{sol} = \gamma \cdot D \cdot S_i$  (W/m), donde:

$\gamma$  es el coeficiente de absorción de radiación solar

D es el diámetro del conductor (m)

$S_i$  es la intensidad de radiación solar ( $W/m^2$ )

- $P_{rad}$  es la pérdida de calor por radiación,  $P_{rad} = s \cdot \pi \cdot D \cdot K_e \cdot (T_2^4 - T_1^4)$  (W), donde:

$s$  es la constante de Stefan-Boltzmann ( $5,67 \cdot 10^{-8} W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$ )

$D$  es el diámetro del conductor (m)

$K_e$  es el coeficiente de emisividad respecto al cuerpo negro

$T_1$  es la temperatura ambiente (K)

$T_2$  es la temperatura final de equilibrio (K)

- $P_{conv}$  es la pérdida de calor por convección,  $P_{conv} = \lambda \cdot Nu \cdot (T_2 - T_1) \cdot \pi$  (W), donde:

$\lambda$  es la conductividad térmica de la capa de aire en contacto con el conductor, asumida constante e igual a  $0,02585 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$

$Nu$  es el número Nusselt,  $Nu = 0,65 \cdot Re^{0,2} + 0,23 \cdot Re^{0,61}$ , donde  $Re$  es el número de Reynolds  $Re = 1,644 \cdot 10^9 \cdot v \cdot D \cdot [T_1 + 0,5 \cdot (T_2 - T_1)]^{-1,78}$

$v$  es la velocidad del viento (m/s)

$D$  es el diámetro del conductor (m)

$T_1$  es la temperatura ambiente (K)

$T_2$  es la temperatura final de equilibrio (K)

Considerando la temperatura de diseño de la línea, la radiación solar y la temperatura ambiente promedio de cada estación, una velocidad de viento de 0,6 m/s perpendicular al conductor, la potencia máxima de la línea eléctrica es la indicada a continuación:

ZONA	CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS	VERANO	INVIERNO
Extremadura	Radiación solar ( $W/m^2$ )	548	341
	Temperatura ( $^{\circ}C$ )	34	11

POTENCIA MÁXIMA DE LA LÍNEA ELÉCTRICA		
Estación del año	Invierno	Verano
Temperatura del conductor ( $^{\circ}C$ )	85	85
Temperatura ambiente ( $^{\circ}C$ )	11	34
Intensidad de radiación solar ( $W/m^2$ )	341	548
Intensidad (A)	855	690
Potencia (MVA)	196	158

#### 4.1.2 Resumen de parámetros eléctricos

La impedancia es una magnitud que establece la relación entre la tensión y la intensidad de corriente. La impedancia se describe:

$$Z_K = R_K + jX_K \text{ } \Omega/\text{km}$$

Donde:

- $R_K$  es la resistencia por km, que en este caso es:

$$R_K = 0,1131 \text{ } \Omega/\text{km}$$

- $X_K$  es la reactancia de autoinducción por km que está definida por la siguiente expresión:

$$X_K = L_K \cdot \omega = 0,4072 \text{ } \Omega/\text{km}$$

En la que:

- $\omega$  es la pulsación de la corriente  $2 \pi f$
- $L_K$  es el coeficiente de autoinducción en H/km, obtenido de la ecuación:

$$L_K = \left[ \frac{1}{2n} + 4,6 \log \frac{DMG}{RMG} \right] 10^{-4}$$

Donde:

- El RMG se determina  $RMG = \sqrt[n]{nrR^{n-1}}$ , donde n es la cantidad de subconductores que componen el haz, r el radio del conductor y R es el radio de la circunferencia que pasa por los centros de los subconductores.
- La DMG se determina para un simple circuito trifásico como:

$$DMG = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3}$$

donde:

$$D_1 = \frac{\sqrt{d_{12}d_{12}'d_{13}d_{13}'}}{d_{11}'}, \quad D_2 = \frac{\sqrt{d_{21}d_{21}'d_{23}d_{23}'}}{d_{22}'}, \quad D_3 = \frac{\sqrt{d_{31}d_{31}'d_{32}d_{32}'}}{d_{33}'}$$

Siendo  $d_{ij}$  la distancia entre dos fases del mismo circuito, y  $d_{ij}'$  la distancia entre dos fases de circuitos diferentes.

El resultado es:

$$DMG = 5,537 \text{ m}$$

#### 4.1.3 Pérdida de potencia y caída de tensión

Considerando la intensidad admisible, la longitud de la línea total desde la ST Valdeobispo (16,477 km) y un  $\cos\phi=0,9$ , la caída de tensión se puede calcular simplificada como:

$$\begin{aligned} \Delta U\% &= \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot (R_k + X_k \cdot \text{tg}\phi) \cdot \cos\phi \cdot L}{U} \cdot 100 \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot 590,6 \cdot (0,1131 + 0,4072 \cdot 0,45) \cdot 0,9 \cdot 16,48}{132} \cdot 100 = 3,61\% \end{aligned}$$

Asimismo, la pérdida de potencia se puede calcular con la siguiente expresión:

$$\Delta P\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot R_k \cdot L}{U \cdot \cos \phi} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot 590,6 \cdot 0,1131 \cdot 16,48}{132 \cdot 0,9} \cdot 100 = 1,66\%$$

#### 4.1.4 Efecto corona

De acuerdo con el apartado 4 de la ITC-LAT 07, en líneas de tensión nominal superior a 66 kV debe comprobarse el comportamiento de los conductores frente al efecto corona. Por ello, en el presente apartado se determina la tensión crítica disruptiva de aparición del *efecto corona* al objeto de verificar que los resultados obtenidos son inferiores a los valores a partir de los cuales se produce dicha perturbación.

La tensión crítica de aparición del efecto corona, se determina para la línea en estudio y con la suficiente aproximación a partir de la ley empírica establecida por *F.W. Peek*, que para fases simples se corresponde con la siguiente expresión:

$$U_c = 84 \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \log \left( \frac{DMG}{RMG} \right)$$

Siendo:

- U<sub>c</sub>: Tensión crítica disruptiva
- m<sub>c</sub>: Coeficiente de rugosidad del conductor, comprendido entre 0,83 y 0,87 para el caso de conductores cableados. En el presente proyecto se considera un valor de 0,84.
- m<sub>t</sub>: Coeficiente meteorológico o “factor de mal tiempo”, que toma en consideración el efecto de la humedad sobre la tensión crítica disruptiva, U<sub>c</sub>. En el caso más desfavorable, para tiempo húmedo, se tomará un valor de 0,8
- RMG: Radio Medio Geométrico del conductor, en cm. Se puede tomar con la suficiente aproximación igual al radio del conductor en circuitos simples.
- DMG: Distancia Media Geométrica entre ejes de fases, en cm.
- r: Radio del conductor en cm
- δ: factor corrector de la densidad del aire en función de la altura sobre el nivel del mar y la temperatura. Este factor resulta directamente proporcional a la presión barométrica e inversamente proporcional a la temperatura absoluta del aire. Se determina a través de la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{273 + 25}{76} \cdot \frac{h}{273 + t} = \frac{3,921 \cdot h}{273 + t}$$

donde:

- t = Temperatura máxima correspondiente a la altitud del punto considerado, en °C (en el presente proyecto se considera de 25 °C).
- h = Presión barométrica en cm de columna de mercurio a la altura (media) de la línea (cercana a los 400 metros para el caso en proyecto). Esta presión, dependiente de la altitud sobre el nivel del mar en el punto considerado, habitualmente se determina a través de la fórmula de Halley:

$$\log h = \log 76 - \frac{y}{18.336} \Rightarrow h = 10^{\log 76 - \frac{y}{18.336}}$$

considerando “y” a la altitud sobre el nivel del mar, en metros. Los resultados de la fórmula de Halley se tabulan a continuación:

RESULTADOS DE LA FÓRMULA DE HALLEY			
Altitud en metros sobre el nivel del mar y	Presión atmosférica en centímetros de columna de mercurio h	Altitud en metros sobre el nivel del mar y	Presión atmosférica en centímetros de columna de mercurio h
0	76	1.800	60,8
100	75,1	2.000	59,8
200	74,2	2.200	58
300	73,3	2.400	56
400	72,4	2.500	55,4
500	71,6	2.600	55
600	70,7	2.800	54
700	69,9	3.000	52,4
800	69	3.500	49,3
900	68,2	4.000	46,2
1.000	67,4	4.500	43,3
1.200	65,8	5.000	40,5
1.400	63,9	5.500	37,8
1.500	63,5	6.000	35,3
1.600	62,3		

En el caso de haces múltiples, el valor obtenido para un conductor único se divide por un factor  $\beta$ :

$$\beta = \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R}}{n}$$

Considerando los diferentes valores, se obtiene el siguiente resultado:

$$U_c = 158 \text{ kV}$$

En las condiciones habituales de funcionamiento de la instalación, la tensión máxima eficaz será de 145 kV, inferior a la tensión crítica disruptiva calculada, por lo cual en dichas condiciones no se producirán pérdidas apreciables por el efecto corona.

#### 4.1.5 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según establece el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07.

Todos los apoyos se conectarán a tierra mediante una conexión específica.

Los apoyos existentes disponen de sistema de puesta a tierra a base de picas y anillo perimetral

##### 4.1.5.1 Clasificación de los apoyos

De acuerdo con el apartado 7.3.4.2 del Reglamento, los apoyos se pueden clasificar según su ubicación en Frecuentados y No Frecuentados:

- Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc.
- Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

De acuerdo con este criterio, la clasificación de los apoyos del presente proyecto es la siguiente:

Nº APOYO	CLASIFICACIÓN APOYO
13-4N	NO FRECUENTADO
13-5N	NO FRECUENTADO
13-6N	NO FRECUENTADO
13-7N	NO FRECUENTADO
13-8N	NO FRECUENTADO
13-9N	NO FRECUENTADO
13-10N	NO FRECUENTADO
13-11N	NO FRECUENTADO
13-12 N	NO FRECUENTADO
13-13N	NO FRECUENTADO
13-14N	NO FRECUENTADO

#### 4.1.5.2 Diseño del sistema de puesta a tierra

##### 4.1.5.2.1 Apoyos no frecuentados

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos no frecuentados, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del Reglamento, proporcionará un valor de la resistencia de puesta a tierra lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, que en este caso es de 60  $\Omega$ . Dicho valor, se podrá conseguir mediante la utilización de una sola pica de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, enterrada como mínimo a 1 m de profundidad. Si no es posible alcanzar, mediante una sola pica, los valores de resistencia indicados, se añadirán picas, bien en hilera separadas 3 m entre sí, o siguiendo la periferia del apoyo, cerrándose en anillo, añadiendo, si es necesario a dicho anillo, picas en hilera de igual longitud, separadas 3 m entre sí. El conductor de unión entre picas será de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

##### 4.1.5.3 Verificación del sistema del diseño del sistema de puesta a tierra

Para garantizar el diseño correcto de la puesta a tierra de los apoyos no frecuentados, tal como indica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT- 07 del Reglamento, se debe de cumplir que la línea esté provista con desconexión automática inmediata (en un tiempo inferior a 1 segundo) para su protección. El tiempo de actuación de las protecciones instaladas en las líneas aéreas de i-DE, de tensión nominal 132 kV, t, es de 0,5 segundos.

Los estudios realizados con los electrodos anteriormente indicados para apoyos frecuentados, utilizando las intensidades de defecto a tierra y los tiempos de actuación de las protecciones propios de las redes de i-DE y para resistividades del terreno entre 200 y 1000  $\Omega \cdot m$ , demuestran que es imposible cumplir con el valor reglamentario de la tensión de contacto si no se recurre a medidas adicionales de seguridad.

Para el presente proyecto, a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes se recurre al empleo de medidas adicionales, tal como establece la ITC-LAT 07 del Reglamento. Al adoptar estas medidas adicionales, no es necesario calcular la tensión de contacto aplicada ya que es cero, pero es necesario cumplir con los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas. Para ello deberá tomarse como referencia lo establecido en la MIE-RAT 13 del RAT.



Aplicando el método de Howe, se determina la tensión de paso máxima que aparece en la instalación. En este caso se determinan dos valores de la tensión de paso:

- a) Tensión de paso máxima en las proximidades del electrodo, con los dos pies en el terreno.
- b) Tensión de paso con un pie en la acera y otro en el terreno. El valor de la tensión de paso con un pie en la acera y otro en el terreno coincide con la tensión de paso de acceso, de forma que un pie estaría a la tensión de puesta a tierra del apoyo y el otro pie sobre el terreno a 1 m de distancia de la acera.

Ambos valores se comparan con el valor admisible de la tensión de paso aplicada a la persona según lo especificado en la MIE-RAT 13, que para 0,5 segundos será:

$$U_{pa.adm} \leq 10 \cdot U_{ca} = 2040 \text{ V}$$

Para la verificación del sistema de puesta a tierra, en primer lugar se determina la resistencia de puesta a tierra del electrodo y se comprueba que debe ser inferior o igual a 60  $\Omega$ , de forma que se garantiza la actuación automática de las protecciones en caso de defecto a tierra.

A continuación, se calcula la intensidad de defecto a tierra, vista por las protecciones:

$$I_F = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \quad (A)$$

siendo c el factor de tensión (igual a 1,1 según norma UNE-EN 60909-1),  $U_n$  la tensión nominal de la red,  $Z_1$  la impedancia de secuencia directa,  $Z_2$  la impedancia de secuencia inversa y  $Z_0$  la impedancia homopolar. En el caso de apoyos no frecuentados, siempre que la intensidad de defecto a tierra supere el valor de ajuste de las protecciones, la protección actúa en un tiempo máximo de 0,5 segundos, y por tanto se cumple, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del Reglamento, que el tiempo de actuación de las protecciones es inferior a 1 segundo y que el electrodo garantiza la actuación automática de las protecciones en caso de defecto a tierra.

En el caso de apoyos frecuentados, se calcula además la corriente que pasa por el electrodo de puesta a tierra del apoyo en falta conforme a la norma UNE-EN 60909-3, valor que permite determinar las tensiones de paso máximas que aparecen en la instalación y comprobándose que son inferiores al valor admisible de la tensión de paso aplicada.

Para una resistividad media de 400  $\Omega \cdot m$ , se obtienen los siguientes valores:

Nº APOYO	CLASIF. APOYO	ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA	R <sub>p</sub> ( $\Omega$ )	I <sub>F</sub> (A)	I <sub>T</sub> (A)	U'_{pa1} (V)	U'_{pa2} (V)
13-4N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-5N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-6N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-7N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-8N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-9N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-10N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-11N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-12 N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-13N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A
13-14N	N,F,	CPT-LA-F+3P2	50	N/A	N/A	N/A	N/A

Siendo:

- N.F.: No Frecuentado
- F.: Frecuentado
- $R_p$ : Valor calculado de la resistencia de puesta a tierra
- $I_F$ : Intensidad calculada de defecto a tierra
- $I_T$ : Intensidad calculada de paso por el electrodo de puesta a tierra
- $U'_{pa1}$ : Tensión de paso con dos pies en el terreno
- $U'_{pa2}$ : Tensión de paso con un pie en el terreno y otro sobre la plataforma equipotencial (acera)

Se puede comprobar que los valores de  $R_p$  son siempre inferiores a  $60 \Omega$  y que las tensiones de paso son inferiores a 2.040 V.

## 4.2 Cálculo mecánico cables

### 4.2.1 Cálculo mecánico del conductor

Los conductores de la línea proyectada serán de aluminio y acero recubierto de aluminio, siendo sus principales características las siguientes:

CARACTERÍSTICAS del CONDUCTOR ELÉCTRICO TIPO ACSR/AW	
Tipo de cable (código)	242-AL1/39-A20SA (54 63 622)
Diámetro aparente (mm)	21,8
Sección de aluminio (Al) (mm <sup>2</sup> )	241,7
Sección de acero (Ac) (mm <sup>2</sup> )	39,4
Sección total (mm <sup>2</sup> )	281,1
Carga de rotura (daN)	8.720
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	7.200
Resistencia eléctrica a 20° C (Ohm/km)	0,1131
Composición (n° x Al + n° x Ac)	26 x 3,44 + 7 x 2,68
Masa (kg/m)	0,929
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	19,1 x 10 <sup>-6</sup>

Se da cumplimiento a lo prescrito en el apartado 3 de la ITC-LAT 07 desarrollando el estudio del conductor determinando las tensiones mecánicas en las diferentes hipótesis reglamentarias y de regulado (tendido) por aplicación de la ecuación de cambio de condiciones.

La ecuación de cambio de condiciones utilizada se basa en el mantenimiento constante de la longitud del vano de regulación considerando los alargamientos elásticos producidos por la variación de la tensión mecánica y la dilatación térmica asociada a los cambios de temperatura entre las dos condiciones de tendido comparadas, respondiendo a la siguiente expresión:

$$a_r \cdot \alpha \cdot (t_2 - t_1) + a_r \cdot \frac{T_2 - T_1}{E \cdot S} = \frac{a_r^3}{24} \left[ \frac{P_2^2}{T_2^2} - \frac{P_1^2}{T_1^2} \right]$$

que expresada de forma operativa se presenta como la siguiente ecuación de tercer grado en T<sub>2</sub>:

$$T_2^2 [T_2 - (k - \alpha \cdot (t_2 - t_1))] = \frac{a_r^2 \cdot E \cdot S \cdot P_2^2}{24} \quad \text{con} \quad k = T_1 - \frac{a_r^2 \cdot E \cdot S \cdot P_1^2}{24 \cdot T_1^2}$$

donde:

a: “vano ideal de regulación” (m)

El comportamiento de la componente horizontal de la tracción mecánica de los conductores en un cantón comprendida entre apoyos de amarre se asimila al experimentado por el mismo conductor en un único vano “ficticio” denominado “vano ideal de regulación”, determinándose para un cantón constituido por *i* vanos de *a<sub>i</sub>* metros a través de la expresión:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum_i a_i^3}{\sum_i a_i}}$$

T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>: tracción o tensión mecánica horizontal en el conductor correspondiente a las condiciones inicial y final consideradas (daN).

P<sub>1</sub> y P<sub>2</sub> = carga sobre el conductor debido a la sobrecarga (viento o hielo) en las condiciones inicial y final consideradas (daN/m), habitualmente expresadas a través del correspondiente coeficiente de sobrecarga (q<sub>1</sub> o q<sub>2</sub>) y el peso del conductor (w) en daN/m:

$$P_1 = q_1 \cdot w \quad / \quad P_2 = q_2 \cdot w$$

k: constante resultado de conocer las condiciones del estado 1 o inicial.

α: coeficiente de dilatación lineal del conductor por grado de temperatura (°C<sup>-1</sup>).

E: módulo de elasticidad lineal (daN/mm<sup>2</sup>).

S: sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

t<sub>2</sub> y t<sub>1</sub>: temperatura en las condiciones inicial y final consideradas (°C).

Por otro lado, las flechas en el vano *i*-ésimo de cada cantón se determinan a partir de la fórmula:

$$f_i = \frac{P_i \cdot a_i^2}{8 \cdot T} = \frac{w \cdot q_i \cdot a_i^2}{8 \cdot T}$$

donde T se corresponde con la componente horizontal de la tensión en el cantón (daN).

#### 4.2.2 Cálculo mecánico de los cables de tierra

En toda su longitud la línea llevará un cable tipo OPGW 16-90, de acero galvanizado, con fibra óptica incorporada en el interior de un tubo de aluminio, cuyas principales características son:

<b>CARACTERÍSTICAS del CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO</b>	
Tipo de cable (código)	OPGW-16-90/0 (33 26 365)
Nº de FIBRAS	90
Diámetro aparente (mm)	14,7÷15,15
Intensidad de C/C (kA)	≥16
Carga de rotura (daN)	≥9.000
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	≥11.000
Masa (kg/m)	≤0,670
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	15,0 x 10 <sup>-6</sup>

El cable de fibra óptica existente en el vano Ap.13-3 - Ap.13-4N es del tipo OPGW 16-48, de acero galvanizado, con fibra óptica incorporada en el interior de un tubo de aluminio, y sus principales características son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS del CABLE COMPUESTO TIERRA-ÓPTICO</b>	
Tipo de cable (código)	OPGW-16-48/0 (33 26 357)
Nº de FIBRAS	48
Diámetro aparente (mm)	14,7÷15,15
Intensidad de C/C (kA)	≥16
Carga de rotura (daN)	≥9.000
Módulo de elasticidad (daN/ mm <sup>2</sup> )	≥11.000
Masa (kg/m)	≤0,670
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1)	15,0 x 10 <sup>-6</sup>

#### 4.2.3 Cantones y vanos reguladores

Este proyecto está constituido por las siguientes series o cantones:

Nº CANTÓN	ORIGEN	FINAL	LONGITUD (m)	VANO IDEAL DE REGULACIÓN (m)
1	13-3	13-4N	172,96	172,64
2	13-4N	13-5N	162,97	162,00
3	13-5N	13-6N	159,58	159,30
4	13-6N	13-10N	906,97	233,58
5	13-10N	13-12N	378,09	189,14
6	13-12N	13-13N	256,06	256,60
7	13-13N	13-14N	200,78	197,10
8	13-14N	ST BERROCALILLO	29,09	22,68
9	13-14N	1N	51,58	47,79

Partiendo de las condiciones iniciales establecidas, y conocidas las ecuaciones para el cálculo de tensiones y flechas, así como las características mecánicas de los conductores, se determinan tracciones y flechas en los diferentes vanos de regulación de la línea proyectada y para las diferentes hipótesis recogidas en el citado apartado 3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento:

##### 4.2.3.1 Hipótesis de sobrecarga

Sobrecarga de viento: "Se considerará un viento de 120 km/hora (33,3 m/s) de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde se considerará un mínimo de 140 km/h de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide" (apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07). Esta acción del viento supone una presión sobre los conductores y cables de tierra de:

- $60 \cdot (V_v/120)^2$  daN/m<sup>2</sup> para cables con diámetro igual o inferior a 16 mm.
- $50 \cdot (V_v/120)^2$  daN/m<sup>2</sup> para cables con diámetro superior a 16 mm.

La línea va comprendida entre las cotas 366 y 421 m. Según el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07 las zonas son: "A" hasta los 500 m, "B" entre 500 y 1.000 m y "C" por cotas superiores a los 1.000 m. Se considerará la línea comprendida en la zona "A".

##### 4.2.3.2 Hipótesis de máxima tensión

Hipótesis 1): Peso propio del conductor o cable de tierra.

En todos los casos el conductor o cable de tierra se encontrará sometido a una tensión mecánica inferior a 2,5 veces su carga de rotura.

##### 4.2.3.3 Hipótesis de máxima flecha

Se determina la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis siguientes:

- c) Hipótesis de viento: Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15°C.

- d) Hipótesis de temperatura: Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura de 85°C para los conductores de fase, y de 50°C para los cables de tierra.

El estudio mecánico de los conductores y cables de tierra se ha desarrollado a través de una herramienta informática que implementa la metodología indicada, recogiéndose a continuación los resultados obtenidos para los diferentes vanos de regulación de la línea en proyecto.

#### 4.2.4 Tablas de tendido del conductor (Initial)

VANO ENTRE APOYOS	LONG VANO	VANO REG	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
			TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA
			daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m
13-4N-13-5N	162,76	162,00	1766	1,72	1655	1,83	1552	1,95	1460	2,08	1375	2,21	1299	2,34	1230	2,47	1168	2,60
13-5N-13-6N	159,30	159,30	1789	1,62	1674	1,73	1569	1,84	1472	1,96	1385	2,09	1307	2,21	1235	2,34	1172	2,47
13-6N-13-7N	179,98	233,58	1688	2,20	1616	2,30	1550	2,39	1489	2,49	1433	2,59	1382	2,69	1333	2,78	1289	2,88
13-7N-13-8N	265,13	233,58	1688	4,75	1616	4,96	1550	5,17	1489	5,38	1433	5,59	1382	5,80	1333	6,01	1289	6,22
13-8N-13-9N	249,89	233,58	1688	4,22	1616	4,40	1550	4,59	1489	4,78	1433	4,97	1382	5,15	1333	5,34	1289	5,52
13-9N-13-10N	211,74	233,58	1688	3,03	1616	3,16	1550	3,30	1489	3,43	1433	3,57	1382	3,70	1333	3,83	1289	3,96
13-10N-13-11N	188,66	189,14	1746	2,32	1650	2,46	1563	2,60	1483	2,74	1410	2,88	1343	3,02	1284	3,16	1228	3,30
13-11N-13-12N	189,75	189,14	1746	2,35	1650	2,49	1563	2,63	1483	2,77	1410	2,91	1343	3,05	1284	3,20	1228	3,34
13-12N-13-13N	256,61	256,60	1687	4,45	1623	4,62	1565	4,80	1510	4,97	1459	5,14	1412	5,32	1368	5,49	1328	5,65
13-13N-13-14N	197,10	197,10	1741	2,54	1650	2,68	1567	2,82	1489	2,97	1421	3,12	1357	3,26	1298	3,41	1245	3,56
13-14N-ST BERROCALILLO	25,12	22,68	255	0,31	224	0,36	202	0,39	184	0,43	170	0,47	159	0,50	150	0,53	142	0,56
13-14N-1N	47,91	47,79	420	0,63	387	0,68	359	0,73	337	0,78	318	0,82	302	0,87	287	0,91	275	0,96

#### 4.2.5 Tablas de tendido del conductor (Creep)

VANO ENTRE APOYOS	LONG VANO	VANO REG	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
			TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA
			daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m
13-3-13-4N	172,75	172,64	1768	1,92	1661	2,05	1566	2,17	1477	2,30	1396	2,44	1324	2,57	1259	2,70	1199	2,84

#### 4.2.6 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico (Initial)

VANO ENTRE APOYOS	LONG VANO	VANO REG	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
			TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA
			daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m
13-4N-13-5N	162,97	162,21	1278	1,66	1219	1,74	1165	1,83	1113	1,91	1065	2,00	1019	2,09	976	2,18	936	2,27
13-5N-13-6N	159,58	159,58	1293	1,57	1232	1,65	1176	1,73	1123	1,81	1073	1,89	1026	1,98	982	2,07	942	2,16
13-6N-13-7N	180,27	233,59	1239	2,10	1200	2,17	1163	2,24	1128	2,31	1094	2,38	1062	2,45	1033	2,52	1005	2,59
13-7N-13-8N	265,13	233,59	1239	4,52	1200	4,67	1163	4,82	1128	4,97	1094	5,12	1062	5,28	1033	5,43	1005	5,58
13-8N-13-9N	249,89	233,59	1239	4,02	1200	4,15	1163	4,28	1128	4,42	1094	4,55	1062	4,69	1033	4,82	1005	4,95
13-9N-13-10N	211,68	233,59	1239	2,88	1200	2,98	1163	3,07	1128	3,17	1094	3,27	1062	3,36	1033	3,46	1005	3,56
13-10N-13-11N	188,60	188,98	1271	2,23	1221	2,32	1172	2,42	1127	2,52	1085	2,62	1045	2,72	1007	2,82	972	2,92
13-11N-13-12N	189,49	188,98	1271	2,25	1221	2,34	1172	2,44	1127	2,54	1085	2,64	1045	2,74	1007	2,84	972	2,95
13-12N-13-13N	256,06	256,05	1242	4,21	1207	4,33	1173	4,46	1141	4,58	1111	4,71	1082	4,83	1055	4,96	1029	5,08
13-13N-13-14N	200,78	200,74	1267	2,54	1219	2,64	1174	2,74	1131	2,84	1091	2,95	1053	3,05	1018	3,16	984	3,27

VANO ENTRE APOYOS	LONG VANO	VANO REG	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
			TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA
			daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m
13-14N-ST BERROCALILLO	29,54	25,21	208	0,39	188	0,43	173	0,47	160	0,51	149	0,55	140	0,58	133	0,61	126	0,65
13-14N-1N	51,49	51,38	227	0,93	219	0,97	212	1,00	205	1,03	199	1,06	194	1,09	189	1,12	184	1,15

#### 4.2.7 Tablas de tendido del cable compuesto tierra-óptico (Creep)

VANO ENTRE APOYOS	LONG VANO	VANO REG	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
			TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA	TENSE	FLECHA
			daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m	daN	m
13-3-13-4N	172,96	172,84	1280	1,86	1225	1,95	1172	2,04	1123	2,12	1076	2,22	1032	2,31	992	2,41	954	2,50

Como se observa, tanto en el conductor como en los cables de tierra se ha mantenido un EDS inferior al 20%, y una tracción máxima con un coeficiente de seguridad superior al 2,5 fijado en el Reglamento.

#### INITIAL

CONDUCTOR	CANTÓN	EDS (%)	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)
LARL-280	1 (13-3-13-4N)	18,0	2386
LARL-280	2 (13-4N-13-5N)	18,0	2377
LARL-280	3 (13-5N-13-6N)	18,0	2382
LARL-280	4 (13-6N-13-10N)	18,0	2394
LARL-280	5 (13-10N-13-12N)	18,0	2390
LARL-280	6 (13-12N-13-13N)	18,0	2406
LARL-280	7 (13-13N-13-14N)	18,0	2393
LARL-280	8 (13-14N-ST BERROCALILLO)	2,6	500
LARL-280	9 (13-14N-1N)	4,2	700

CABLE DE FO	CANTÓN	EDS (%)	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)
OPGW-16-48	1 (13-3-13-4N)	12,0	1742
OPGW-16-90	2 (13-4N-13-5N)	12,0	1727
OPGW-16-90	3 (13-5N-13-6N)	12,0	1727
OPGW-16-90	4 (13-6N-13-10N)	12,0	1803
OPGW-16-90	5 (13-10N-13-12N)	12,0	1762
OPGW-16-90	6 (13-12N-13-13N)	12,0	1829
OPGW-16-90	7 (13-13N-13-14N)	12,0	1776
OPGW-16-90	8 (13-14N-ST BERROCALILLO)	2,1	399
OPGW-16-90	9 (13-14N-1N)	2,2	400

**CREEP**

CONDUCTOR	CANTÓN	EDS (%)	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)
LARL-280	1 (13-3-13-4N)	18,0	2386

CABLE DE FO	CANTÓN	EDS (%)	TRACCIÓN MÁXIMA (daN)
OPGW-16-48	1 (13-3-13-4N)	12,0	1742

Por otra parte, el EDS del cable de tierra se ha establecido para contar en la línea con una adecuada protección frente a la caída de rayos, contando con flechas (a 15°C sin sobrecarga) del mismo orden que las correspondientes a las fases a proteger y en análogas condiciones climáticas.



### 4.3 Aislamiento, herrajes y accesorios

#### 4.3.1 Nivel de aislamiento

Tomando en cuenta el nivel de tensión establecido para la instalación, las posibles sobretensiones a frecuencia industrial, de maniobra o tipo rayo (choque), así como el grado de contaminación previsto y al efecto de facilitar el mantenimiento en explotación de la misma y la consecución de la mejor coordinación de aislamiento del conjunto línea-subestaciones de cabecera, se contempla el empleo de cadenas de aisladores para zonas de contaminación muy fuerte.

Las cadenas estarán constituidas por aisladores compuestos con las siguientes características:

<b>CARACTERÍSTICAS del AISLADOR</b>	
Tipo de aislador (código)	U120AB132P (48 03 251)
Nivel de contaminación	Muy fuerte
Tensión nominal (kV)	132
Tensión más elevada (kV)	145
Tensión soportada a 50Hz bajo lluvia (kV)	320
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	650
Carga de rotura (daN)	12.000
Línea de fuga mínima (mm)	4.500
Longitud total del aislador (mm)	~1.390
Longitud aislante del aislador (mm)	~1.130
Masa aproximada (kg)	7,0

El tipo de herraje en los extremos superior e inferior será de anilla y de rótula, respectivamente.

El nivel de aislamiento de la instalación se define por las tensiones soportadas bajo lluvia a 50 Hz (frecuencia industrial) durante un minuto y bajo onda de choque 1,2/50  $\mu$ s, según normativa CEI. El nivel de contaminación de la zona de ubicación de la línea también es un factor influyente en la definición del nivel de aislamiento establecido.

Según el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07, la línea proyectada con el neutro puesto a tierra soporta las siguientes tensiones:

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	132
Tensión más elevada para el material (kV <sub>eficaz</sub> )	145
Tensión soportada normalizada de corta duración a 50 Hz (kV <sub>eficaz</sub> )	230
Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo (kV <sub>eficaz</sub> )	550

Para el nivel de contaminación considerado en el presente proyecto, según el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07:

NIVEL DE CONTAMINACIÓN	MUY FUERTE
Tensión más elevada para el material (kV <sub>fase-fase</sub> )	145
Línea de fuga especificada nominal mínima (mm/kV <sub>fase-fase</sub> )	31,0
Línea de fuga especificada nominal mínima (mm/kV <sub>fase-tierra</sub> )	53,7
Línea de fuga mínima (mm)	4.495

Como se observa, la línea de fuga recomendada de los aisladores es igual o superior a la indicada en el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07.

El Reglamento define en el apartado 5 de la ITC-LAT 07 dos tipos de distancias eléctricas para evitar descargas y según la tensión más elevada de la red  $U_s$  (kV):

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)	$D_{pp}$ (m)
132	145	1,20	1,40

Siendo:

- $D_{el}$ : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.  $D_{el}$  puede ser tanto interna (distancias del conductor a la estructura del apoyo) como externa (distancias del conductor a cualquier obstáculo).
- $D_{pp}$ : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.  $D_{pp}$  es una distancia interna.

Las dimensiones de las cadenas de amarre y suspensión previstas cumplen con el mínimo reglamentario.

#### 4.3.2 Herrajes

Los diferentes herrajes utilizados, tanto en conductores como en cables de tierra, estarán fabricados por estampación en caliente de aceros de alta resistencia, recibiendo posteriormente un tratamiento de eliminación de tensiones internas al objeto de obtener una estructura perfectamente homogénea. Su acabado es galvanizado por inmersión en caliente.

Las grapas serán de suspensión armada, tanto en el conductor como en el cable de tierra y compuesto tierra-óptico para mejorar el comportamiento ante las vibraciones.

Las grapas de amarre para los conductores de fase serán del tipo compresión y estarán constituidas por un cuerpo fabricado en aleación de aluminio o por extrusión de aluminio, con herrajes propios en acero al carbono galvanizados en caliente y siendo la tornillería en acero de calidades 5.6 o 8.8 (UNE-EN ISO 898-1) igualmente galvanizada en caliente.

El amarre de los cables de tierra, se resuelve mediante preformados. El preformado va sobre unas varillas de protección para impedir cualquier daño a la parte óptica.

El diseño y composición detallada de los conjuntos de herrajes empleados en las cadenas de aisladores, así como en la fijación de los cables de tierra se observan en los planos correspondientes incluidos en el apartado de Planos.

#### 4.3.3 Grapas dobles de suspensión armada

Las grapas de suspensión armada serán dobles cuando el ángulo de salida de la grapa supere en cualquiera de los lados 20° o cuando la suma de ambos ángulos sea mayor de 30°.

APOYO		MÁXIMO ÁNGULO DE SALIDA ANTERIOR (°)	MÁXIMO ÁNGULO DE SALIDA POSTERIOR (°)	ÁNGULO DE SALIDA TOTAL (°)	GRAPA
Nº	Tipo				
13-7N	HAR-2500	8,2	3,9	13,7	SENCILLA
13-8N	HAR-2500	2,7	2,4	9,1	SENCILLA
13-9N	HAR-2500	3,9	1,2	8,2	SENCILLA
13-11N	HAR-2500	0,6	3,3	6,3	SENCILLA

#### 4.3.4 Comprobación mecánica

Las condiciones máximas de trabajo de los herrajes y aisladores se producen en las cadenas de amarre, donde deben soportar la tracción mecánica del conductor en la hipótesis reglamentaria más desfavorable coincidente con la máxima sobrecarga prevista.

Al objeto de situar el cálculo del lado de la seguridad, se determina la tracción total en el punto de fijación de los conductores a partir de la tensión horizontal de referencia en el cálculo mecánico de éstos para el vano más desfavorable de la línea.

Al efecto se aplica la propiedad de la catenaria como curva real de equilibrio del conductor: "La tensión total en el conductor en un punto determinado de la catenaria es igual al peso de una longitud del mismo coincidente con la ordenada correspondiente a dicho punto". Así, para el vano a nivel y en el punto de fijación de los conductores la tracción total se determina como:

$$T^* = T + p \cdot f = T + (w \cdot q_i) \cdot f$$

Donde:

- T\*: Tracción total en conductor (según tangente a la curva de equilibrio correspondiente).
- T: Tracción mecánica horizontal.
- p: Peso por metro lineal considerando la correspondiente sobrecarga,  $p = w \cdot q_i$ , donde  $q_i$  es el coeficiente de sobrecarga.
- f: Flecha según el estudio mecánico realizado.

Así, para las hipótesis reglamentarias y vanos de la línea se obtienen las siguientes tracciones máximas en los puntos de fijación de conductores tanto en apoyos de amarre como de suspensión:

TIPO	TRACCIÓN MÁXIMA (CADENA AMARRE)		CARGA VERTICAL MÁXIMA (CADENA SUSPENSIÓN)	
	APOYO Nº	TENSIÓN (daN)	APOYO Nº	TENSIÓN (daN)
Conductor	13-10N	2.383	13-7N	332
Cable compuesto tierra-óptico	13-12N	1.791	13-7N	246

Conocidas las cargas de rotura mínima garantizadas para los diferentes conjuntos de herrajes y grapas a emplear en la línea del presente proyecto, tenemos que los coeficientes de seguridad, son los siguientes:

TIPO	CADENA	AISLADORES		CONJUNTO DE HERRAJES		GRAPA	
		CARGA ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD	CARGA ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD	CARGA ROTURA (daN)	COEFICIENTE SEGURIDAD
Conductor	Suspensión	12.000	36,14	12.000	36,14	7.500	22,59
	Amarre	12.000	5,03	12.000	5,03	8.027	3,37
Cable compuesto tierra-óptico	Suspensión	-	-	12.000	48,78	7.000	28,45
	Amarre	-	-	12.000	6,70	10.000	5,58

Por lo tanto, los coeficientes de seguridad mecánico mínimos de los herrajes y aisladores utilizados son superiores a 3 exigido por los apartados 3.3 y 3.4 de la ITC-LAT 07.

#### 4.3.5 Accesorios

##### 4.3.5.1 Amortiguadores

Para la atenuación de los efectos nocivos que la vibración de origen eólico pudiera tener sobre los conductores y cables de tierra, fundamentalmente en aquellos puntos de unión con los elementos de fijación a apoyos, se proyecta la instalación de amortiguadores tipo “*stockbridge*” de dos o más resonancias según especificación i-DE.

Los amortiguadores propuestos que, en número y situación estarán determinados según las especificaciones técnicas particulares del correspondiente fabricante en función de las longitudes de los vanos en proyecto, los tenses dados y la zona de aplicación reglamentaria, estarán formados por cuerpo central de aleación de aluminio, cable portador de acero galvanizado y dos contrapesos de acero forjado y galvanizado.

#### 4.4 Apoyos

##### 4.4.1 Tipos de apoyos y función

Los apoyos seleccionados para la presente línea son los siguientes:

APOYO TIPO	FUNCIÓN
HAR-9000-S2773	Anclaje y ángulo
HAR-2500-S2771	Alineación
12E190	Fin de línea y ángulo grande

##### 4.4.2 Geometría de los apoyos

Los apoyos son metálicos de celosía de sección cuadrada, con la cabeza prismática y el cuerpo y tramos base troncopiramidales.

Los apoyos 12E190 están diseñados con doble celosía, seis crucetas en hexágono, dos cuernos para cable de tierra y zancas independientes para el enlace con el terreno.

El esquema geométrico de los apoyos se puede ver en los planos incluidos en el apartado de Planos.

##### 4.4.3 Distancias en el apoyo

###### 4.4.3.1 Distancia entre conductores

Según el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento, considerando los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de nieve acumulada sobre ellos, la distancia de los conductores entre sí se obtiene de la siguiente fórmula:

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

Siendo

- D: Distancia entre conductores de fases del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K: Coeficiente dependiente de la oscilación de los conductores con el viento, tabla 16 de la ITC-LAT 07 del reglamento.
- K': Coeficiente dependiente de tensión nominal de la línea (en este caso, 0,75).
- F: Flecha máxima en metros para las hipótesis según el punto 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento.
- L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En caso de cadenas de amarre, cadenas en "V" o aisladores rígidos, L=0.
- D<sub>pp</sub>: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

En el cálculo de las distancias entre diferentes conductores o entre conductores y cables de tierra se realizará con el valor mayor de flecha y de coeficiente k de ambos.

Los apoyos utilizados en el presente proyecto cumplen correctamente con las distancias mínimas entre conductores requeridas.

Distancia entre conductores. Hipótesis de flecha máxima por temperatura (85°C):

VANO ENTRE APOYOS	FLECHA MÁXIMA (m)	ÁNGULO OSCILACIÓN	K	K'	L (m)	D <sub>PP</sub> (m)	D <sub>MÍNIMA</sub> (m)	D <sub>REAL</sub> (m)
13-3-13-4N	4,07	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,361	4,492
13-4N-13-5N	3,77	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,312	3,981
13-5N-13-6N	3,62	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,287	4,000
13-6N-13-7N	3,78	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,583	3,979
13-7N-13-8N	8,48	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	3,132	4,000
13-8N-13-9N	7,54	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	3,034	4,000
13-9N-13-10N	5,30	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,780	3,998
13-10N-13-11N	4,74	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,710	3,997
13-11N-13-12N	4,82	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,720	4,000
13-12N-13-13N	7,30	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,806	4,498
13-13N-13-14N	4,95	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,496	4,464
13-14N-ST BERROCALILLO	0,55	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,532	2,090
13-14N-1N	1,12	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,738	4,388

Distancia entre conductores y cable de tierra. Hipótesis de flecha máxima por temperatura (85°C fases / 50°C cable de tierra):

VANO ENTRE APOYOS	FLECHA MÁXIMA (m)	ÁNGULO OSCILACIÓN	K	K'	L (m)	D <sub>PP</sub> (m)	D <sub>MÍNIMA</sub> (m)	D <sub>REAL</sub> (m)
13-3-13-4N	4,07	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,361	6,409
13-4N-13-5N	3,77	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,312	6,481
13-5N-13-6N	3,62	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,287	6,477
13-6N-13-7N	3,78	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,583	6,421
13-7N-13-8N	8,48	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	3,132	7,870
13-8N-13-9N	7,54	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	3,034	7,619
13-9N-13-10N	5,29	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,778	6,855
13-10N-13-11N	4,74	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,710	6,914
13-11N-13-12N	4,82	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,720	6,930
13-12N-13-13N	7,30	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,806	7,092
13-13N-13-14N	4,95	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,496	7,026
13-14N-ST BERROCALILLO	0,60	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,553	5,658
13-14N-1N	1,23	54,88	0,65	0,75	0,00	1,4	1,771	6,765

Distancia entre conductores. Hipótesis de flecha máxima por viento ( $15^{\circ}\text{C}+V_{120\text{km/h}}$ ):

VANO ENTRE APOYOS	FLECHA MÁXIMA (m)	ÁNGULO OSCILACIÓN	K	K'	L (m)	D <sub>PP</sub> (m)	D <sub>MÍNIMA</sub> (m)	D <sub>REAL</sub> (m)
13-3-13-4N	2,83	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,143	4,492
13-4N-13-5N	2,58	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,094	3,981
13-5N-13-6N	2,45	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,067	4,000
13-6N-13-7N	2,93	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,461	3,978
13-7N-13-8N	6,53	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,924	4,000
13-8N-13-9N	5,80	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,840	4,000
13-9N-13-10N	4,08	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,623	3,999
13-10N-13-11N	3,41	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,531	3,998
13-11N-13-12N	3,47	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,539	4,000
13-12N-13-13N	5,76	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,610	4,498
13-13N-13-14N	3,61	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,285	4,468
13-14N-ST BERROCALILLO	0,41	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,466	2,139
13-14N-1N	0,74	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,609	4,383

Distancia entre conductores y cable de tierra. Hipótesis de flecha máxima por viento ( $15^{\circ}\text{C}+V_{120\text{km/h}}$ ):

VANO ENTRE APOYOS	FLECHA MÁXIMA (m)	ÁNGULO OSCILACIÓN	K	K'	L (m)	D <sub>PP</sub> (m)	D <sub>MÍNIMA</sub> (m)	D <sub>REAL</sub> (m)
13-3-13-4N	2,93	54,88	0,65	0,75	0,00	1,4	2,163	5,539
13-4N-13-5N	2,58	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,094	5,471
13-5N-13-6N	2,45	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,067	5,485
13-6N-13-7N	2,93	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,461	5,408
13-7N-13-8N	6,53	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,924	5,306
13-8N-13-9N	5,80	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,840	4,910
13-9N-13-10N	4,08	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,623	5,176
13-10N-13-11N	3,41	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,531	5,044
13-11N-13-12N	3,47	50,14	0,65	0,75	1,78	1,4	2,539	5,025
13-12N-13-13N	5,76	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,610	5,753
13-13N-13-14N	3,61	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	2,285	5,816
13-14N-ST BERROCALILLO	0,57	50,14	0,65	0,75	0,00	1,4	1,541	5,607
13-14N-1N	1,08	54,88	0,65	0,75	0,00	1,4	1,725	6,543

Como se observa, la distancia entre conductores es superior a la mínima reglamentaria.

#### 4.4.3.2 Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Según punto 5.4.2 de la ITC-LAT 07, la distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a  $D_{el}$ , con un mínimo de 0,2 metros. Se comprueba también la distancia del puente flojo a masa.

TENSIÓN NOMINAL DE LA RED (kV)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	$D_{el}$ (m)
132	145	1,20

En este proyecto la distancia estará por encima de dicho valor.

#### 4.4.3.3 Desviación de las cadenas de suspensión

ANGULO DE DESVIACIÓN DE LAS CADENAS DE SUSPENSIÓN DE LOS APOYOS					
APOYO		DESVIACIÓN INTERIOR MÁXIMA ADMISIBLE (°)	DESVIACIÓN EXTERIOR MÁXIMA ADMISIBLE (°)	DESVIACIÓN INTERIOR (°)	DESVIACIÓN EXTERIOR (°)
Nº	Tipo				
13-7N	HAR-2500	-48	48	-16,5	16,4
13-8N	HAR-2500	-48	48	-37,1	37,1
13-9N	HAR-2500	-48	48	-34,9	34,9
13-11N	HAR-2500	-48	48	-42,2	42,1

#### 4.4.4 Hipótesis consideradas en el cálculo

##### 4.4.4.1 Acciones a considerar en el cálculo

Como paso previo al desarrollo del cálculo de los apoyos seleccionados, se definen las cargas y sobrecargas a considerar en el mismo, de acuerdo con el apartado 3.1 de la ITC LAT-07 del Reglamento.

##### 1.- Cargas Permanentes

Aquellas cargas verticales que actúan en todo instante y son inseparables de la estructura y configuración de la línea aérea, se designan por:

VA: carga vertical debido a la propia masa del apoyo.

V/v: carga vertical por conductor o cable de tierra, debido a su propia masa. Se determina a partir del gravivano correspondiente y el peso unitario del conductor o cable de tierra.



## 2.- Sobrecargas Meteorológicas

Las debidas al medio que rodea la estructura, que incluyen las de viento y las de hielo, se designan por:

### 2a.- Sobrecarga de viento (Apartado 3.1.2 de la ITC-LAT 07)

HA: carga transversal debido a la sobrecarga de viento sobre el apoyo.

H<sub>v</sub>/h<sub>v</sub>: carga transversal por conductor o cable de tierra, debido a la sobrecarga de viento, según diámetro (milímetros) y ángulo de desviación de la traza ( $\alpha$ , en el caso de apoyos de ángulo):

$$\text{para } d > 16 \text{ mm} \Rightarrow \left( \cos \frac{\alpha}{2} \right) \cdot 50 \cdot d \cdot 10^{-3}. \text{ (daN/m)}$$

$$\text{para } d \leq 16 \text{ mm} \Rightarrow \left( \cos \frac{\alpha}{2} \right) \cdot 60 \cdot d \cdot 10^{-3}. \text{ (daN/m)}$$

R<sub>v</sub>/r<sub>v</sub>: carga transversal por conductor o cable de tierra, debido a la resultante de ángulo con sobrecarga de viento:

$$2 \cdot \max[T_{\max v1}, T_{\max v2}] \cdot \left( \sin \frac{\alpha}{2} \right) \text{ (daN)}$$

donde T<sub>max v1</sub> y T<sub>max v2</sub> hacen referencia a la tracción máxima en hipótesis de viento correspondiente a los vanos anterior y posterior al apoyo de estudio y  $\alpha$  es el ángulo de desviación de la traza.

### 3.- Desequilibrio de Tracciones del Conductor (Apartado 3.1.4 de la ITC-LAT 07)

Dependiendo de la función que desempeñe el apoyo en la línea (alineación, ángulo, fin de línea), en la hipótesis de desequilibrio se considerará aplicado, como mínimo, un porcentaje de las tracciones unilaterales máximas de los conductores y cables de tierra/tierra ópticos:

L<sub>v</sub>/l<sub>v</sub>: carga longitudinal por conductor o cable de tierra, debido a la tracción de los conductores con sobrecarga de viento.

L<sub>h</sub>/l<sub>h</sub>: carga longitudinal por conductor o cable de tierra, debido a la tracción de los conductores con sobrecarga de hielo según zona.

### 4.- Sobrecargas Excepcionales (Apartado 3.1.5 de la ITC-LAT 07)

T<sub>h</sub>/t<sub>h</sub>: carga longitudinal por conductor o cable de tierra, debido a la rotura de un conductor con torsión o a la del cable de tierra, con sobrecarga de hielo según zona.

#### 4.4.4.2 Hipótesis de cálculo

Las hipótesis de cálculo de estos apoyos, se han obtenido según las instrucciones del apartado 3.5 de la ITC-LAT 07, siendo la formación de las mismas según se indica en la tabla adjunta:

1ª HIPÓTESIS	2ª HIPÓTESIS	3ª HIPÓTESIS	4ª HIPÓTESIS
V	$V_h$	$V_h$	$V_h$
v	$v_h$	$v_h$	$v_h$
$V_a$	$V_a$	$V_a$	$V_a$
$H_v$	$R_h$	$L_h$	$T_h$
$h_v$	$r_h$	$l_h$	$t_h$
$H_a$			
$R_v$			
$r_v$			

En todos los casos se comprueba que los coeficientes de seguridad aplicados son los impuestos por el Reglamento (1,5 y 1,2 referidos al límite elástico del material para hipótesis normales y excepcionales, respectivamente). En los cruzamientos con carreteras, ferrocarriles y ríos navegables o flotables se mantiene un coeficiente superior al 25% en las hipótesis normales en cumplimiento de las prescripciones especiales recogidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

#### 4.4.4.3 Cargas resistentes por fase de los apoyos

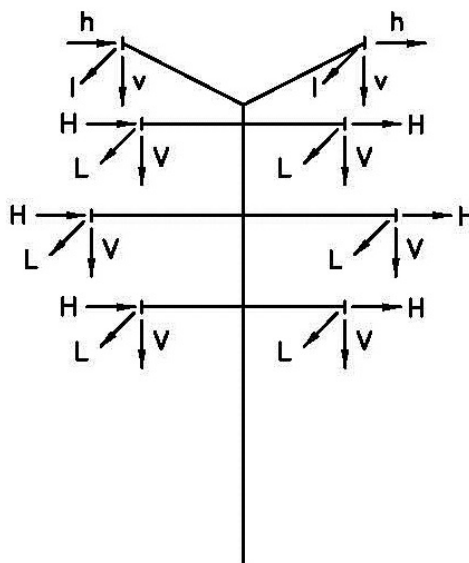
Las cargas resistentes por fase de los apoyos, en daN, vienen indicadas en las siguientes tablas según las diferentes hipótesis reglamentarias y su correspondiente coeficiente de seguridad.

Las cargas de la hipótesis de viento, son coincidentes con el viento reglamentario sobre el apoyo.

Asimismo, coincidentes con los esfuerzos señalados, se considera la masa propia del apoyo.

El significado de los esfuerzos resistentes es el siguiente:

- v, h, l: Esfuerzos resistentes vertical, transversal y longitudinal por cable de tierra.
- V, H, L: Esfuerzos resistentes vertical, transversal y longitudinal por fase.
- $v_r$ ,  $h_r$ ,  $l_r$ : Esfuerzos resistentes del cable de tierra roto.
- $V_r$ ,  $H_r$ ,  $L_r$ : Esfuerzos resistentes del conductor roto.



Apoyo serie 12E1

Hipótesis	Coeficiente seguridad <sup>1</sup>	Esfuerzo		Apoyos Doble Circuito					
		Por	Tipo	12E110	12E120	12E140	12E150	12E190 12S190 12E290	12H240
1ª VIENTO	1,5 (1,875)	cable de tierra	v	300	300	320	320	320	235
			h	350	460	840	1240	2000	855
		conductor	V	550	550	620	620	620	495
			H	470	650	1200	1900	3000	1060
2ª HIELO	1,5 (1,875)	cable de tierra	v	640	640	660	660	660	480
			h	170	230	630	1240	2000	570
		conductor	V	960	960	1030	1030	1030	790
			H	235	325	970	1900	3100	720
2ª bis FIN DE LINEA	1,5 (1,875)	cable de tierra	v	---	---	660	660	660	480
			l	---	---	820	1240	2000	870
		conductor	V	---	---	1030	1030	1030	790
			L	---	---	1250	1900	3100	1110
3ª DESEQUILIBRIO	1,2	cable de tierra	v	640	640	660	660	660	480
			l	500	650	1000	1625	2500	1080
		conductor	V	960	960	1030	1030	1030	790
			L	770	1000	1550	2500	3900	1380
4ª ROTURA DE UN CONDUCTOR O DE UN CABLE DE TIERRA	1,2	cable de tierra	v	640	640	660	660	660	480
			h	170	230	630	1240	2000	570
		conductor	V	960	960	1030	1030	1030	790
			H	235	325	970	1900	3100	720
		cable de tierra	v <sub>r</sub>	320	320	330	330	330	240
			h <sub>r</sub>	85	115	315	620	1000	285
		conductor	l <sub>r</sub>	1400	1400	2000	2000	2000	2160
			V <sub>r</sub>	480	480	515	515	515	395
H <sub>r</sub>	120	165	485	950	1550	360			
L <sub>r</sub>	1550	1550	3100	3100	3100	2760			

<sup>1</sup> Entre paréntesis se indica el coeficiente de seguridad para el apoyo 12E290 por estar diseñado como fin de línea con seguridad reforzada (1,5·1,25=1,875).

#### 4.4.5 Método de cálculo

##### 4.4.5.1 Consideraciones generales

El cálculo mecánico de los apoyos constituyentes de la línea, se ha efectuado bajo la acción de las cargas y sobrecargas que fija el Reglamento, al no prever condiciones especiales debido a la situación física y geográfica de la instalación.

Todo este estudio ha sido realizado sobre la base del conductor previsto, con un vano medio adecuado al mismo, considerándose el viento sobre apoyos y conductores conforme a lo reglamentado en el apartado 3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento y con la sobrecarga de hielo correspondiente a la cota intermedia por donde discurre la red en explotación o en futuro proyecto.

##### 4.4.5.2 Cálculos y justificación de los apoyos

El diseño y dimensionado de los apoyos de las series utilizadas se ha realizado mediante un programa informático que implementa el cálculo matricial en comportamiento lineal modelizando matemáticamente las estructuras espaciales.

Los coeficientes de seguridad aplicados son los impuestos por el vigente Reglamento, estando referidos al límite elástico del material o límite de fluencia.

Se comprueba la adecuación de los apoyos seleccionados mediante un programa informático de análisis de estructuras que calcula el uso máximo de cada apoyo considerando las cargas reales de proyecto en cada hipótesis reglamentaria, considerando los esfuerzos o sollicitaciones particulares que cada conductor o cable de tierra transmite a las crucetas y cuernos de tierra.

El programa utilizado es el Tower, de Power Line Systems en su versión 16.01

#### 4.4.6 Porcentaje de uso de los apoyos y desvió de cadenas

Apoyos diseñados por I-DE:

APOYO		VANO DE VIENTO (m)	VANO DE PESO (m)	ANGULO DE LA LÍNEA (g)	SEGURIDAD REFORZADA	HIP. NORMAL		HIP. EXCEPCIONAL	
Nº	TIPO					USO DE LOS APOYOS (%)	HIP / CS	USO DE LOS APOYOS (%)	HIP / CS
13-14N	12E190	116	275	92,02	NO	62,77	1 <sup>a</sup> / 2,39	38,21	4 <sup>a</sup> / 3,14

Apoys comerciales del fabricante:

APOYO		VANO DE VIENTO (m)	ANGULO DE LA LÍNEA (g)	SEGURIDAD REFORZADA	USO DEL APOYO (%)	DESVIO DE CADENAS (%)
Nº	TIPO					
13-4N	HAR-9000	167,96	22,82		73,9	-
13-5N	HAR-9000	161,28	-		60,6	-
13-6N	HAR-9000	169,92	31,75		79,4	-
13-7N	HAR-2500	222,70	-		71,4	44,5
13-8N	HAR-2500	257,51	-		70,0	74,9
13-9N	HAR-2500	230,79	-		70,3	72,4
13-10N	HAR-9000	200,14	6,57		61,5	-
13-11N	HAR-2500	189,04	-		68,3	78,1
13-12N	HAR-9000	222,77	29,89	SI	78,1	-
13-13N	HAR-9000	228,42	32,06	SI	80,0	-

Árboles de carga:

#### APOYO 13-4N

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	323	1.162	21
	TIERRA	204	811	77
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	323	822	600
	TIERRA	204	581	477
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	323	471	2.331
	TIERRA	204	339	1.678
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	323	1.162	21
	TIERRA	204	811	77

**APOYO 13-5N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	-52	224	24
	TIERRA	-63	147	14
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	-52	2	613
	TIERRA	-63	0	442
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	-52	2	2.380
	TIERRA	-63	0	1.725
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	-52	224	24
	TIERRA	-63	147	14

**APOYO 13-6N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	-62	1.524	13
	TIERRA	-79	1.109	55
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	-62	1.140	580
	TIERRA	-79	842	472
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	-62	653	2.289
	TIERRA	-79	488	1.717
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	-62	1.524	13
	TIERRA	-79	1.109	55

**APOYO 13-7N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	486	258	7
	TIERRA	352	203	7
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	488	1	363
	TIERRA	352	0	274
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	488	1	1.192
	TIERRA	352	0	1.791
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	486	258	7
	TIERRA	352	203	7

**APOYO 13-8N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	186	293	0
	TIERRA	119	234	0
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	186	0	357
	TIERRA	119	0	269
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	186	0	1.188
	TIERRA	119	0	1.791
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	186	293	0
	TIERRA	119	234	0

**APOYO 13-9N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	184	264	1
	TIERRA	122	209	0
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	184	0	357
	TIERRA	122	0	269
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	184	0	1.189
	TIERRA	122	0	1.791
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	184	264	1
	TIERRA	122	209	0

**APOYO 13-10N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	370	535	6
	TIERRA	238	385	35
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	370	239	598
	TIERRA	238	178	473
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	370	137	2.378
	TIERRA	238	103	1.788
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	370	535	6
	TIERRA	238	385	35

**APOYO 13-11N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	118	220	1
	TIERRA	81	171	1
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	118	1	358
	TIERRA	81	0	264
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	117	1	1.192
	TIERRA	81	0	1.756
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	118	220	1
	TIERRA	81	171	1

**APOYO 13-12N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	223	1.512	7
	TIERRA	130	1.119	58
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	223	1.080	591
	TIERRA	130	810	490
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	230	619	2.317
	TIERRA	130	471	1.763
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	223	1.512	7
	TIERRA	130	1.119	58

**APOYO 13-13N**

HIPÓTESIS	COND/CT	V (DAN)	T (DAN)	L (DAN)
1ª Hipótesis (Viento) Cs= 1,5	CONDUCTOR	198	1.639	12
	TIERRA	100	1.192	45
2ª Hipótesis (Hielo) Cs= 1,5	CONDUCTOR	234	1.183	591
	TIERRA	100	871	477
3ª Hipótesis (Desequilibrio) Cs= 1,2	CONDUCTOR	234	694	2.286
	TIERRA	100	504	1.754
4ª Hipótesis (Rotura) Cs= 1,2	CONDUCTOR	198	1.639	12
	TIERRA	100	1.192	45

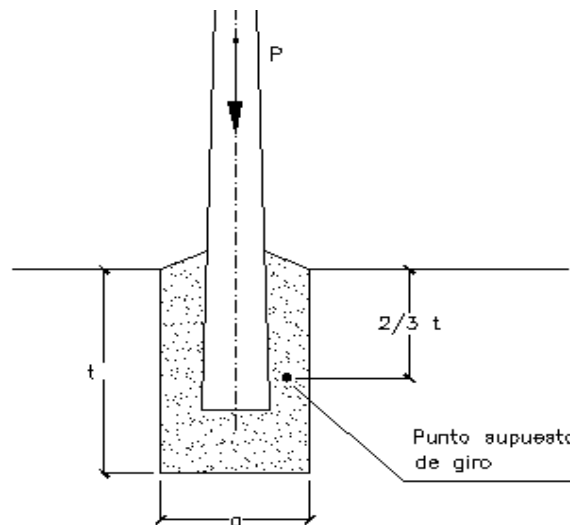


## 4.5 Cimentaciones

### 4.5.1 Cimentaciones monobloque

El cálculo de este tipo de cimentación se realiza mediante la fórmula de Sulzberger, la cual, considera que la cimentación gira sobre un eje situado a  $2/3$  de su profundidad. El momento de vuelco solicitante viene dado por la expresión:

$$M_V = F_X \cdot \left( \frac{M_Y}{M_X} + \frac{2}{3} t \right)$$



El momento estabilizador de la cimentación  $M_r$  debido a las reacciones de las paredes laterales y de la base y a la masa de la propia cimentación del apoyo y de las cargas verticales, viene dada por:

$$M_r = \frac{a \cdot t^3}{36} \cdot K_t \cdot \tan \alpha + P \cdot a \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^3 K_t \cdot \tan \alpha}} \right)$$

Siendo:

a: lado de la sección cuadrada del macizo, en m.

t: profundidad del macizo, en m.

P: masa del macizo, apoyo y cargas verticales, en Tm

$K_t$ : coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad t, en Tm/m $\leq$

$K_2$ : coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m, en Tm/m $\leq$ .  
Para un terreno medio se adopta el valor de 10 daN/ cm $\leq$

tag $\alpha$ : 0,01 ángulo máximo reglamentario del giro del macizo.

El coeficiente de seguridad  $C_s$  de la cimentación, viene dado por el cociente entre el momento estabilizador y el momento de vuelco solicitante, que debe ser igual o superior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

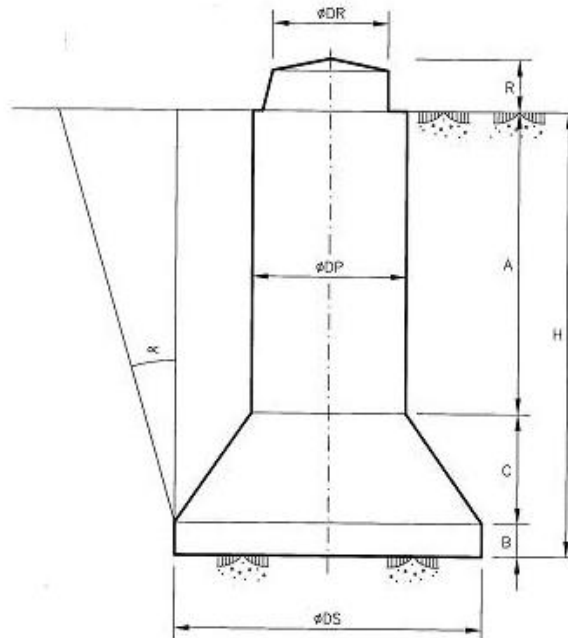
$$C_s = \frac{M_r}{M_v} \geq 1,50$$

Los cálculos expuestos son para terrenos en los que se puede realizar el hoyo de la cimentación con los medios mecánicos habituales.

Para la fabricación del hormigón se utilizará el cemento tipo CEM IV/B 42,54 R-LH según UNE-EN 197-1. En terrenos agresivos por presencia de sulfatos se sustituirá por IV/B 42,5 R-LH/SR UNE 80303-1 con el fin de obtener finalmente un hormigón tipo HM-20/P/20/X0 según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 4.5.2 Cimentaciones de patas separadas

En los apoyos de celosía las fijaciones al terreno se realizan mediante cuatro macizos independientes, una por pata, trabajando dos a compresión y otras dos al arranque, suficientemente separados entre sí para permitir su construcción. Cada cimentación estará compuesta por un macizo cilíndrico de hormigón en masa, con un ensanchamiento en la base a modo de zapata que configura el conjunto con una forma característica de "pata de elefante".



Para la fabricación del hormigón se utilizará el cemento tipo CEM IV/B 42,54 R-LH según UNE-EN 197-1. En terrenos agresivos por presencia de sulfatos se sustituirá por IV/B 42,5 R-LH/SR UNE 80303-1 con el fin de obtener finalmente un hormigón tipo HM-20/P/20/X0 según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En este tipo de cimentaciones la condición de resistencia al arranque se presenta como la más restrictiva, no eximiendo tal particular de tener en consideración la compresión sobre el terreno.

Los cálculos y comprobaciones se desarrollan a partir del método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Tanto el esfuerzo de arranque (AR) como el de compresión (CO) se determinan a partir del momento máximo de vuelco (MV) de la sollicitación, considerando las características más desfavorables posibles (esfuerzos útiles del apoyo), dividido por la distancia entre anclajes del apoyo. Por lo tanto, las sollicitaciones al arranque y a la compresión se establecen, para cada hipótesis reglamentaria, a través de las siguientes fórmulas:

$$AR = \frac{M_V}{2 \cdot L} - \frac{F_Z}{4} - \frac{P}{4} \quad (daN) \qquad CO = -\frac{M_V}{2 \cdot L} - \frac{F_Z}{4} - \frac{P}{4} \quad (daN)$$

Donde:

- $M_v$  = Momento de vuelco solicitante para la hipótesis considerará, en daN·m.
- $F_z$  = Cargas verticales transmitidas por los conductores y cables de tierra para la hipótesis considerada, en daN.
- $P$  = Peso propio del apoyo, en daN.
- $L$  = Distancias entre testas de anclaje del apoyo, en m

En la determinación del momento máximo de vuelco ( $M_v$ ) intervienen las cargas horizontales producidas por los conductores, cables de tierra y sobrecarga viento sobre el apoyo, considerando para cada una el punto real de aplicación.

Las características consideradas del terreno son las siguientes:

- Peso específico:  $\gamma = 1,7 \text{ t/m}^3$
- Ángulo talud natural:  $\beta = 30^\circ$  (terreno medio)
- Presión admisible:  $\tau_c = 3,0 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia característica mínima del hormigón en masa se considera de  $20 \text{ N/mm}^2$  (aprox.  $200 \text{ kg/cm}^2$ ), mientras que la densidad se establece en  $2.300 \text{ kg/cm}^3$ .

En oposición a la sollicitación de arranque se considera el peso propio del apoyo unido a las cargas verticales consideradas en el cálculo del apoyo, al peso del macizo de hormigón ( $P_h$ ), al de las tierras que gravitan sobre él ( $P_g$ ) y al peso del cono de tierras que arrastraría el macizo en el arranque ( $P_a$ ), cuyo volumen viene definido por el ángulo del talud natural ( $\beta$ ) indicado en el Artº 3.6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento.

El coeficiente de seguridad,  $C_s$ , se define como el cociente entre la carga resistente u opositora ( $CR$ ) y la sollicitación de arranque ( $AR$ ) debiendo ser igual o superior a 1,5 o 1,2 respectivamente para las hipótesis "normales" y "anormales", según se refleja en el citado Artículo:

$$C_s = \frac{CR}{AR} \geq 1,5(1,2)$$

La compresión ( $PC$ ) sobre el terreno, a través de la base de cada cimentación ( $B$ ), estará asociada a las siguientes cargas: peso del macizo de hormigón ( $P_h$ ), peso de las tierras que gravitan sobre éste ( $P_g$ ) y carga de compresión ( $CO$ ). En esta última se incluyen el peso propio del apoyo y las cargas verticales transmitidas por conductores y cables de tierra.

En oposición a esta carga se considera la compresión máxima del terreno ( $\tau_c$ ) indicada en el Reglamento en función de la tipología del terreno existente.

Las cimentaciones están calculadas para soportar los esfuerzos máximos admisibles por las torres. Por tanto, dado que los apoyos se encuentran a un porcentaje de uso inferior al 100% respecto a los esfuerzos máximos, queda comprobado que las cimentaciones también tendrán un porcentaje de uso inferior al 100% y por tanto su coeficiente de seguridad será superior a los reglamentarios exigidos.

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

### **5.1 Condiciones generales**

#### **5.1.1 Objeto de este pliego**

El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

#### **5.1.2 Contratación**

Además del presente documento, la documentación básica para la contratación de la materialización del presente proyecto serán:

- Planos
- Mediciones
- Memoria
- Condiciones Particulares de Contratación, que deberán contar con la aprobación previa de la Dirección Técnica, especificando la responsabilidad del suministro y montaje, criterios de medición y abono, garantías, etc.

#### **5.1.3 Procedencia de materiales**

El Contratista, en el caso de ser adjudicatario del suministro, tiene libertad de proveerse de los materiales en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones contractuales, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por la Dirección Técnica.

Se exceptúa el caso en que los pliegos de condiciones particulares dispongan un origen preciso y determinado, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento.

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

#### **5.1.4 Plazo de comienzo y de ejecución**

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, o lo que se acuerde contractualmente.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

#### **5.1.5 Sanciones por retraso de las obras**

Si el Contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto, la propiedad podrá reducir de las liquidaciones, certificaciones o fianzas las cantidades establecidas según las cláusulas de contratación.

#### 5.1.6 Trabajos defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en este Pliego y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por la Dirección Técnica no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Asimismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Técnica o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la Contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando éstas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Técnica, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

#### 5.1.7 Vicios ocultos

Si la Dirección Técnica tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las comprobaciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición, desmontaje y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

#### 5.1.8 Recepción provisional de las obras

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, extendiéndose un acta de la recepción.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Técnica de la totalidad de los planos y/o documentación de la obra e instalaciones realmente ejecutadas.

#### 5.1.9 Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección Técnica a su medición general y definitiva.

#### 5.1.10 Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras terminadas será de UN AÑO, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Contratista de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Contratista no hubiese cumplido su compromiso, se rescindiré el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

#### 5.1.11 Recepción definitiva

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía.

#### 5.1.12 Dirección técnica de la obra

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, es misión de la Dirección Técnica la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras, e instalaciones anejas, se lleven a cabo, si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan de la Dirección Técnica o de las personas delegadas.

#### 5.1.13 Obligaciones del contratista

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al Proyecto, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por la Dirección Técnica o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc... y mantendrá en obra, en las debidas condiciones, los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en materia social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica, con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición, desmontaje o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones o, alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler o desmontar aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección Técnica.
- Firmar las recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.
- El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.
- El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal sea necesario a juicio de la Dirección Técnica.
- El Contratista no podrá, sin previo aviso y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Técnica, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

#### 5.1.14 Responsabilidades del contratista

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sucedan a los operarios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.
- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.



#### 5.1.15 Seguridad y salud

El Contratista estará obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Técnica, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en propiedades contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

### 5.2 Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos

Todos los elementos constitutivos de la instalación estarán de acuerdo a lo establecido en 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 (en adelante Reglamento) conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº 68 de 19 de marzo de 2008) y deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego.

#### 5.2.1 Cimentaciones

Las dimensiones y forma de las cimentaciones quedan recogidas en el apartado de Planos.

Para la fabricación del hormigón se utilizará el cemento tipo CEM IV/B 42,54 R-LH según UNE-EN 197-1. En terrenos agresivos por presencia de sulfatos, se sustituirá por IV/B 42,5 R-LH/SR UNE 80303-1 con el fin de obtener finalmente un hormigón tipo HM-20/P/20/X0 según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La fabricación del hormigón siempre se realizará de acuerdo con las recomendaciones de la "Código Estructural" según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, tanto se trate de hormigón procedente de planta que será el habitual, como del fabricado "in situ", para la utilización de este último será preceptiva la autorización de la Dirección Técnica.

#### 5.2.2 Apoyos, cables, aisladores, herrajes y accesorios

Las dimensiones y características principales de los elementos constitutivos de la línea quedan recogidas en el apartado de Planos.



### **5.3 Reglamentación y normativa**

A continuación se incluye la reglamentación y normativa aplicable y de referencia

#### **5.3.1 Reglamentos e instrucciones**

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el BOE nº 68 de 19 de marzo de 2008)
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

#### **5.3.2 Normas UNE**

Los materiales cumplirán las normas y especificaciones técnicas que les sean de aplicación y que se establecen como de obligado cumplimiento en la ITC-LAT 02.

#### **5.3.3 Normas i-DE (NI)**

- INS 48.08.03 Overhead line insulators.
- INS 54.63.05 Overhead line conductors.
- NI 00.07.05: Elementos de conexión eléctrica para alta tensión. Características generales, ensayos y recepción.
- NI 00.07.50: Estructuras metálicas, apoyos, soportes, crucetas, etc. Especificaciones técnicas.
- NI 00.08.06: Herrajes y elementos para la fijación y empalme de líneas eléctricas aéreas y subestaciones. Calificación y recepción.
- NI 18.03.00: Tornillos, tuercas y arandelas de acero galvanizado, grado C para estructuras metálicas.
- NI 29.00.00: Placas de señalización de seguridad.
- NI 33.26.31: Cable compuesto de tierra-óptico (OPGW)
- NI 50.20.01: Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de 132 kV.
- NI 50.26.01: Picas cilíndricas de acero-cobre.
- NI 52.50.01: Conjuntos de herrajes para la formación de cadenas de aisladores en líneas de tensión igual o superior a 30 kV.
- NI 52.50.03: Conjuntos de elementos para cables de tierra y cables de fibra óptica en líneas aéreas de alta tensión.
- NI 52.50.04: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Amortiguador para cable de fibra óptica.
- NI 52.51.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Eslabones
- NI 52.51.20: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grilletes
- NI 52.51.40: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Horquilla de enlace
- NI 52.51.42: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Horquillas de bola
- NI 52.51.60: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Alargadera
- NI 52.51.61: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Alargadera para cadenas de suspensión

- NI 52.51.62: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Enlaces
- NI 52.52.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Tensores
- NI 52.52.20: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Yugos de enlace.
- NI 52.52.22: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Yugos separadores.
- NI 52.53.20: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Contrapesos.
- NI 52.53.40: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Separador flexible preformado para línea dúplex
- NI 52.53.41: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Separador rígido preformado para línea dúplex
- NI 52.53.42: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Separador rígido con elastómeros para línea dúplex
- NI 52.53.60: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Amortiguadores tipos stockbridge y espiral.
- NI 52.54.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Anillas, de bola y de bola de protección
- NI 52.54.60: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Alojamiento de rótula, de horquilla antiefluvios y de horquilla de protección antiefluvios
- NI 52.54.61: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Alojamiento de rótula, de horquilla y de horquilla de protección
- NI 52.54.62: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Alojamiento, de rótula y de rótula de protección
- NI 54.70.05: Cables de acero recubierto de aluminio para conductores de tierra en líneas eléctricas aéreas de AT.
- NI 54.70.07: Cables de acero galvanizado para conductores de tierra en líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
- NI 58.04.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Manguito de empalme a compresión para conductores de Al-Ac
- NI 58.06.01: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Manguitos de empalme a compresión para cables de tierra de acero galvanizado y de acero recubierto de Al
- NI 58.26.03: Grapa de conexión para pica cilíndrica de acero-cobre.
- NI 58.26.04: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de conexión paralela y sencilla.
- NI 58.76.01: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Varilla preformada de empalme
- NI 58.77.02: Retenciones preformadas para amarre de conductores en líneas aéreas.
- NI 58.77.80: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapas de amarre por retención preformada para cables de tierra ópticos (OPGW) y para cables ópticos autosoportados-dieléctricos (FOAD)
- NI 58.80.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de amarre a compresión para conductores de Al-Ac

- NI 58.80.40: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de amarre a compresión para conductores de aluminio
- NI 58.80.50: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de amarre a compresión para cables de acero y de acero recubierto de aluminio
- NI 58.80.70: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa final de compresión para conductores de aluminio
- NI 58.82.00: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de amarre a tornillos para conductores de Al-Ac.
- NI 58.82.50: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de amarre a tornillos para cables de cobre
- NI 58.85.02: Grapas de suspensión armadas para conductores de aluminio-acero, en líneas aéreas de alta tensión.
- NI 58.85.60: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de suspensión para cables de tierra.
- NI 58.85.80: Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapas de suspensión armadas para cables de tierra-ópticos (OPGW) y para cables ópticos autosoportados-dieléctricos (FOAD)
- NI 98.00.00: Clasificación de chatarras y desechos.

#### 5.3.4 Otras normas

- CEI 60815: Guía para la selección de aisladores según condiciones de polución.

### 5.4 Condiciones de ejecución

#### 5.4.1 Obra civil

La Obra Civil incluirá la excavación de los hoyos y zanjas para las cimentaciones, incluyendo el transporte, medios auxiliares y la retirada de tierra sobrante.

Las pistas o cambios de acceso a los apoyos se realizarán de modo que no se produzcan alteraciones destacables o permanentes sobre el terreno; a tal fin, se utilizarán preferentemente los viales ya existentes. Se mantendrán en buen estado las pistas realizadas y accesos empleados.

La forma y dimensiones de cada excavación se ajustarán a lo indicado en el apartado de Planos. Los anclajes se colocarán mediante plantillas o tirantes, no debiendo sufrir desplazamientos durante el vertido de hormigón.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes, para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno.

Antes de verter el hormigón deberán limpiarse los hoyos de materiales desprendidos, además de vaciarse de agua, si la hubiera.

Una vez vertido el hormigón, se deberá proceder a su correcta compactación, mediante el empleo de vibradores mecánicos adecuados. Durante el hormigonado se procederá a la colocación de tubos de plástico, que permitan el paso de los cables de la toma de tierra.

Asimismo, se efectuarán los siguientes controles:

- Control de consistencia: Se medirá por el asiento en el cono de Abrams, según norma UNE 83313.
- Control de resistencia: Se realizará conforme Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural en vigor, para la modalidad de “Control estadístico del hormigón”

#### 5.4.2 Armado e izado de apoyos

El armado e izado incluirá el transporte a obra de todos los elementos de la estructura y la tornillería, debiendo utilizarse los vehículos y grúas adecuados, incluso para las tareas de carga y descarga.

El armado se realizará de forma que el tramo o apoyo completo quede perfectamente nivelado sobre calces de madera a fin de evitar cualquier tipo de deformación.

Todas las barras y cartelas irán colocadas de acuerdo con los planos de montaje, realizándose el apriete final y graneteado una vez izado el apoyo. Asimismo, se colocarán placas de aviso de peligro por riesgo eléctrico.

El izado se realizará mediante pluma o grúa. En el izado con pluma se dispondrán los vientos adecuados a los esfuerzos a que vaya ser sometida. En el izado con grúa, se utilizará una grúa auxiliar para suspender el apoyo por su base.

Una vez izado el apoyo, se comprobará su verticalidad y la linealidad de las barras, fundamentalmente de los montantes.

#### 5.4.3 Montaje y tendido de cables

El montaje y tendido también incluirá el transporte de todos los materiales necesarios desde el almacén a obra, la carga y descarga, y medios auxiliares.

Tanto para el transporte como para la carga y descarga se utilizarán vehículos y grúas adecuados.

Previo al tendido de cables se colocarán sobre los apoyos las poleas que servirán de base para el arrastre de los cables mediante el correspondiente piloto, realizándose previamente el montaje de las cadenas de aisladores en los apoyos de suspensión.

Todos los herrajes y aisladores de las cadenas deberán ser montados de acuerdo con los planos del Proyecto.

Los cruzamientos con otras instalaciones o infraestructuras se protegerán por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y situación. Los cruzamientos con líneas eléctricas, salvo imposibilidad, se efectuarán sin tensión de la línea cruzada.

El despliegue de cables se efectuará con tensión mecánica controlada, utilizando un equipo de tendido adecuado. Los apoyos de principio y fin del tramo a tender, se atirantarán con objeto de contrarrestar la tensión unilateral de los cables.

Una vez desplegado el cable, se procederá al tensado, al regulado definitivo, al engrapado tras la compensación de cadenas y a la colocación de todos los herrajes complementarios.

Una vez finalizado el tendido, se comprobará la verticalidad de las cadenas de suspensión. La tolerancia máxima admisible en las flechas de los cables será de +/- 10cm o un 2% de la flecha.

#### 5.4.4 Tensado y regulado de conductores aéreos

Comprende la colocación de los cables en su flecha, sin sobrepasar la tensión de regulado. Previamente a esta operación se habrá realizado el amarre en uno de los extremos y los empalmes si los hubiese.

Con anterioridad al inicio del tensado y regulado, se procederá al marcado de flechas sobre poleas. Esta operación se realizará en los vanos de regulación y comprobación, indicando la temperatura a que corresponde.

#### 5.4.5 Colocación de separadores, antivibradores y contrapesos

Se entregará al contratista una relación con las distancias para colocación de dichas piezas en todos los vanos de la línea.

El método de efectuar la colocación de amortiguadores y separadores se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos herrajes.

#### 5.4.6 Protección y cruzamientos

El Contratista solicitará con antelación suficiente (6 semanas) las autorizaciones necesarias para realizar todos los cruzamientos con vías públicas, líneas eléctricas, telecomunicación, etc. con objeto de que el tendido no sufra interrupciones.

Todos los cruzamientos a realizar, excepto líneas eléctricas de alta tensión, deberán protegerse por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y estabilidad. Dependiendo del cruzamiento a realizar, las protecciones podrán ser de madera o metálicas.

Los cruzamientos con líneas eléctricas de alta y muy alta tensión, se efectuarán sin tensión en la línea cruzada y, sólo cuando se trate de líneas de tensión de igual o inferior a 66 kV y no resulte posible mantenerlas sin tensión durante la operación de cruce, el Contratista aplicará sistemas de protección eléctrica basados en técnicas de trabajos en tensión (TET) siempre que sea posible, en caso contrario, podrán colocarse mangueras de cable seco.

En el caso de que los cruzamientos se efectúen sin tensión en la línea cruzada, es necesario que el contratista solicite los descargos correspondientes con el suficiente tiempo de antelación para que no retrase la normal ejecución de la obra.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días.

En los caminos con vías públicas se utilizarán, debidamente situadas, las señales de tráfico reglamentarias. En los cruzamientos con ferrocarriles electrificados, además de los pies metálicos, se colocará una red de cuerdas en su parte superior para proteger la catenaria.

#### 5.4.7 Ejecución de la puesta a tierra

La ejecución de la puesta a tierra incluirá el suministro de los materiales necesarios, apertura de hoyos o zanja, hincado de picas, tendido de anillos y conexionado.

La toma de tierra se ejecutará según lo reflejado en el apartado de Planos.

Una vez finalizada, se medirán las resistencias de las puestas a tierra y, en el caso que corresponda, las tensiones de contacto.

#### 5.4.8 Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser retiradas a vertedero, salvo autorización expresa del propietario y siempre que lo permita la vigilancia ambiental.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos tales como apertura de calle o accesos, aceptados previamente por el director de obra.

#### 5.4.9 Numeración de apoyos. Avisos de peligro eléctrico.

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa, de tal manera que sea legible desde el suelo de acuerdo con el Reglamento.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

La placa de señalización de “riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo (aprox. 4m).

#### 5.4.10 Desmantelamiento de cables

El Contratista solicitará con antelación suficiente las autorizaciones necesarias para realizar el desmontaje de todos los cruzamientos con vías públicas, líneas eléctricas, telecomunicación, etc.

Todos los cruzamientos deberán protegerse por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y estabilidad. En el caso de cruzamientos con otras líneas eléctricas de alta tensión, se efectuarán sin tensión en la línea cruzada, y sólo cuando no resulte posible mantenerlas sin tensión durante la operación de cruce, el Contratista aplicará sistemas de protección eléctrica basados en técnicas de trabajos en tensión (TET) siempre que sea posible; en caso contrario, podrán colocarse mangueras de cable seco, pero implica la adecuación de la instalación afectada, lo cual puede requerir sus correspondientes autorizaciones.

En general, el procedimiento a seguir será el siguiente:

##### 1. Colocación de porterías

Con antelación al desmantelamiento de la línea, se procederá a la colocación de porterías, que permitirán sustentar posteriormente la red de cuerdas aislantes que proteja al elemento afectado.

Las porterías serán metálicas y quedarán ancladas sobre bloques de hormigón y arriostradas mediante tiraderas de cables de acero hacia el exterior de las vías.

Los bloques de hormigón para el anclaje de las porterías, quedarán a ser posible fuera de la valla de servidumbre del elemento afectado.

Las porterías dispondrán de altura suficiente para que la distancia entre la red de cuerdas aislantes y el elemento afectado sea superior a los requerimientos normativos o condicionados establecidos.

##### 2. Colocación de la red aislante

Previamente al inicio de los trabajos, el Contratista contactará con el Organismo propietario del elemento afectado para que éste confirme el permiso para realizar dichos trabajos.

### 3. Posicionamiento de grúa/s o camión pluma

Una vez colocadas las porterías y la red aislante, se colocará una grúa o camión pluma a cada lado del cruzamiento y próximo a las protecciones. Cada grúa o camión dispondrá de una polea a través de la cuál pasará la cuerda aislante (piloto), que permitirá arrastrar los cables a desinstalar.

Con la utilización de estas grúas, se establece un segundo sistema de seguridad, ya que en todo momento los conductores discurrirán por encima de la red aislante.

### 4. Recuperación de conductores

Tras desengrapar los cables y colocarlos sobre poleas, se procederá a su recuperación sobre bobinas de dimensiones adecuadas mediante el empleo de máquinas de tiro y freno.

Una vez realizada la recuperación del cable, se procederá a la retirada del resto de herrajes y aisladores.

## 5.5 Recepción de la obra

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los otros trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones además de las condiciones particulares establecidas en el estudio de impacto ambiental, estudio de seguridad y resoluciones administrativas.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El director de obra contestará por escrito al contratista comunicando su conformidad a la instalación, o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 5.5.1 Calidad de las cimentaciones.

El director de obra verificará que las dimensiones de las cimentaciones y las características mecánicas del terreno se ajustan a las establecidas en el proyecto.

### 5.5.2 Tolerancias y control de calidad

Los requisitos de control de calidad que deberá de cumplir y aplicar el Contratista quedarán reflejados en el pliego de Condiciones Particulares de Contratación inicial.

## 5.6 Pruebas

Las pruebas de la instalación se realizarán mediante la puesta en tensión, para proceder posteriormente a su puesta en carga y poder comprobar su correcto funcionamiento a los valores nominales de la instalación.



## 6. PRESUPUESTO

CÓDIGO	UD	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (ESTE ES EL MAT+SERVICIO CON EL COEF)	IMPORTE
--------	----	--------------	----------	---	---------

1- Nombre instalación: L132kV ST VALDEOBISPO – ST BERROCALILLO					
<b>1.1.- Instalaciones aéreas MT 2.03.14</b>					
<b>1.1.1.- Obra Civil</b>					
<b>1.1.1.1.- Cimentaciones</b>					
EEDIAPOD1CIMU12600	UD	CIMENTACION APOYO 132 KV 12E190-B18/B30	1,00	€ 9.682,99	€ 9.682,99
EEDIAPOD1CIMU12600	UD	CIMENTACION APOYO 132 KV 12E190-B18/B30	1,00	€ 9.682,99	€ 9.682,99
<b>1.1.1.2.- PAT</b>					
EEDIAPOD1TCLC14400	UD	PICA DE P.A. T. ELECTRODO BASICO CUALQUIER TERRENO	11,00	€ 55,08	€ 605,88
EEDIAPOD1TCLU14600	UD	MEDICION DE TENSION DE PASO Y/O CONTACTO	11,00	€ 1.740,00	€ 19.140,00
EEDIAPOD1TCLU15300	UD	MED RESIST DIFUS A TIERRA APOYO CON CAB TIER REVIS ORDIN	11,00	€ 35,88	€ 394,68
1.1.1. OBRA CIVIL					€ 40.261,80
<b>1.1.2.- Montaje electromecánico</b>					
<b>1.1.2.1.-Montaje Apoyos</b>					
EEDIAPOD1CELC04500	TN	MONTAJE DE APOYO 132 KV 12E190/B18	1,00	€ 35.991,94	€ 35.991,94
EEDIAPOD1CELU11000	KG	MONTAJE DE ESTRUCTURA DE CELOSIA	11.616,67	€ 1,20	€ 13.940,00
<b>1.1.2.2.- Tendidos Lineas Aéreas</b>					
EEDICRUD1AISC00100	UD	INSTALAR CADENA SUSPENSION LARL 180/280/380 SIMPLEX	24,00	€ 141,04	€ 3.384,86
EEDICRUD1AISC00200	UD	INSTALAR CADENA AMARRE LARL 180/280/380 SIMPLEX	78,00	€ 192,60	€ 15.022,80
EEDITRAD1TLAA09000	€	CCAA-MATERIALES P/CADENAS Y OTROS	3.004,56	€ 1,20	€ 3.605,47
EEDICRUD1AISC01100	UD	INSTALAR CONJUNTO SUSPENSION CT Y CTO	4,00	€ 80,47	€ 321,89
EEDICRUD1AISC01200	UD	INSTALAR CONJUNTO AMARRE CT Y CTO	7,00	€ 232,45	€ 1.627,16
EEDITELD1TSNU05500	KM	CABLE OPGW 16-90/0 - L. NUEVA. CONSTRUCCION	2,23	€ 3.156,00	€ 7.043,69
EEDITRAD1TLAC07600	UD	COLOCACIO/CAMBIO AMORTIG FASE C. TIERRA/C. TIERRA-OPTICO	162,00	€ 87,34	€ 14.148,43



CÓDIGO	UD	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (ESTE ES EL MAT+SERVICIO CON EL COEF)	IMPORTE
EEDITRAD1TSNC00200	KM	CONDUCTOR LARL 280 EN SC (SIMPLE CIRCUITO) SX	2,23	€ 32.224,50	€ 71.919,93
EEDITRAD1TSNU01900	KM	REGULADO DE UN CONDUCTOR C TIERRA O TIERRA-OPTICO	0,17	€ 1.081,82	€ 183,91
EEDITRAD1TLAU04000	UD	CRUZAMIENTO CON CARRETERA NACIONAL	1,00	€ 620,94	€ 620,94
EEDITRAD1TLAU04100	UD	CRUZ CARR. COM/CAM PARC/F.C. SIN ELECT/L. BT/L. TELE	1,00	€ 441,74	€ 441,74
<b>1.1.2.3.-Comunes</b>					
VTA3	UD	Suministro caja y ejecución empalme hasta 90 fibras (aéreo)	2,00	€ 2.050,00	€ 4.100,00
EEDICOMD1SERU00400	UD	VISITA PREVIA	2,00	€ 90,00	€ 180,00
EEDICOMD1SERU00500	UD	ESTUDIO PREVENTIVO PREVIO	2,00	€ 250,00	€ 500,00
EEDICOMD1SERU00600	UD	CREAC./ELIMIN. ZONA TRABAJO, INCLUYE 2 JUEGOS DE P. A T.	2,00	€ 250,00	€ 500,00
1.1.2. MONTAJE ELECTROMECÁNICO					€ 192.152,77
<b>1.1.TOTAL INSTALACIONES AÉREAS</b>					€ 232.414,56

### 6.1 Presupuesto general

PRESUPUESTO GENERAL	IMPORTES		
	OBRA CIVIL	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	TOTAL
<b>1. CAPÍTULO DE SUMINISTROS</b>			
1.1. INSTALACIÓN AÉREA	- €	92.519 €	92.519 €
1.2. INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA	- €	- €	- €
1.3. DESMONTAJE INSTALACIONES EXISTENTES	- €	- €	- €
<b>Totales Suministros</b>	<b>- €</b>	<b>92.519 €</b>	<b>92.519 €</b>
<b>2. CAPÍTULO DE CONTRATACIONES Y SERVICIOS</b>			
2.1. INSTALACIÓN AÉREA	40.262 €	112.658 €	152.919 €
2.2. INSTALACIÓN SUBTERRÁNEA	- €	- €	- €
2.3. DESMONTAJE INSTALACIONES EXISTENTES	- €	- €	- €
2.4. ENSAYOS E INFORMES	- €	- €	- €
<b>Totales Contrataciones y Servicios</b>	<b>40.262 €</b>	<b>112.658 €</b>	<b>152.919 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN</b>	<b>40.262 €</b>	<b>205.177 €</b>	<b>245.439 €</b>
<b>3. CAPÍTULO MEDIOAMBIENTAL DE DISEÑO</b>			
3.1. GESTIÓN DE RESIDUOS			1.774 €
3.2. MEDIDAS CORRECTORAS Y AMBIENTALES			10.800 €
3.3. VIGILANCIA Y SEGURIDAD AMBIENTAL			3.280 €
<b>Totales Medioambiente</b>			<b>15.854 €</b>
<b>4. CAPÍTULO DE DISEÑO PREVENCIÓN</b>			
4.1 MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD			11.836 €
<b>Totales Prevención</b>			<b>11.836 €</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>			<b>273.129 €</b>

## 6.2 Presupuestos parciales

### 6.2.1 Término municipal de Plasencia

CÓDIGO	UD	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (ESTE ES EL MAT+SERVICIO CON EL COEF)	IMPORTE
--------	----	--------------	----------	---	---------

1- Nombre instalación: L132kV ST VALDEOBISPO – ST BERROCALILLO					
1.1.- Instalaciones aéreas MT 2.03.14					
1.1.1.- Obra Civil					
1.1.1.1.- Cimentaciones					
EEDIAPOD1CIMU12600	UD	CIMENTACION APOYO 132 KV 12E190-B18/B30	1,00	€ 9.682,99	€ 9.682,99
EEDIAPOD1CIMU12600	UD	CIMENTACION APOYO 132 KV 12E190-B18/B30	1,00	€ 9.682,99	€ 9.682,99
1.1.1.2.- PAT					
EEDIAPOD1TCLC14400	UD	PICA DE P.A. T. ELECTRODO BASICO CUALQUIER TERRENO	11,00	€ 55,08	€ 605,88
EEDIAPOD1TCLU14600	UD	MEDICION DE TENSION DE PASO Y/O CONTACTO	11,00	€ 1.740,00	€ 19.140,00
EEDIAPOD1TCLU15300	UD	MED RESIST DIFUS A TIERRA APOYO CON CAB TIER REVIS ORDIN	11,00	€ 35,88	€ 394,68
1.1.1. OBRA CIVIL					€ 40.261,80
1.1.2.- Montaje electromecánico					
1.1.2.1.-Montaje Apoyos					
EEDIAPOD1CELC04500	TN	MONTAJE DE APOYO 132 KV 12E190/B18	1,00	€ 35.991,94	€ 35.991,94
EEDIAPOD1CELU11000	KG	MONTAJE DE ESTRUCTURA DE CELOSIA	11.616,67	€ 1,20	€ 13.940,00
1.1.2.2.- Tendidos Lineas Aéreas					
EEDICRUD1AISC00100	UD	INSTALAR CADENA SUSPENSION LARL 180/280/380 SIMPLEX	24,00	€ 141,04	€ 3.384,86
EEDICRUD1AISC00200	UD	INSTALAR CADENA AMARRE LARL 180/280/380 SIMPLEX	78,00	€ 192,60	€ 15.022,80
EEDITRAD1TLAA09000	€	CCAA-MATERIALES P/CADENAS Y OTROS	3.004,56	€ 1,20	€ 3.605,47
EEDICRUD1AISC01100	UD	INSTALAR CONJUNTO SUSPENSION CT Y CTO	4,00	€ 80,47	€ 321,89
EEDICRUD1AISC01200	UD	INSTALAR CONJUNTO AMARRE CT Y CTO	7,00	€ 232,45	€ 1.627,16
EEDITELD1TSNU05500	KM	CABLE OPGW 16-90/0 - L. NUEVA. CONSTRUCCION	2,23	€ 3.156,00	€ 7.043,69

CÓDIGO	UD	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (ESTE ES EL MAT+SERVICIO CON EL COEF)	IMPORTE
EEDITRAD1TLAC07600	UD	COLOCACIO/CAMBIO AMORTIG FASE C. TIERRA/C. TIERRA-OPTICO	162,00	€ 87,34	€ 14.148,43
EEDITRAD1TSNC00200	KM	CONDUCTOR LARL 280 EN SC (SIMPLE CIRCUITO) SX	2,23	€ 32.224,50	€ 71.919,93
EEDITRAD1TSNU01900	KM	REGULADO DE UN CONDUCTOR C TIERRA O TIERRA-OPTICO	0,17	€ 1.081,82	€ 183,91
EEDITRAD1TLAU04000	UD	CRUZAMIENTO CON CARRETERA NACIONAL	1,00	€ 620,94	€ 620,94
EEDITRAD1TLAU04100	UD	CRUZ CARR. COM/CAM PARC/F.C. SIN ELECT/L. BT/L. TELE	1,00	€ 441,74	€ 441,74
<b>1.1.2.3.-Comunes</b>					
VTA3	UD	Suministro caja y ejecución empalme hasta 90 fibras (aéreo)	2,00	€ 2.050,00	€ 4.100,00
EEDICOMD1SERU00400	UD	VISITA PREVIA	2,00	€ 90,00	€ 180,00
EEDICOMD1SERU00500	UD	ESTUDIO PREVENTIVO PREVIO	2,00	€ 250,00	€ 500,00
EEDICOMD1SERU00600	UD	CREAC./ELIMIN. ZONA TRABAJO, INCLUYE 2 JUEGOS DE P. A T.	2,00	€ 250,00	€ 500,00
1.1.2. MONTAJE ELECTROMECAÁNICO					€ 192.152,77
<b>1.1.TOTAL INSTALACIONES AÉREAS</b>					<b>€ 232.414,56</b>

### 6.2.2 Presupuesto de Confederación Hidrográfica del Tajo

Teniendo en cuenta las diferentes afecciones de la presente separata:

AFECCIÓN	LONGITUD DE AFECCIÓN	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN UNITARIO (€/km)	TOTAL
CRUZAMIENTOS EN AÉREO	0,0051	127.273,53	649,09
<b>TOTAL (€)</b>	<b>0,0051</b>	-	<b>649,09</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de **SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON NUEVE CENTIMOS DE EUROS.**

6.2.3 Presupuesto de Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo sostenible de la Junta de Extremadura.

Teniendo en cuenta las diferentes afecciones de la presente separata:

AFECCIÓN	LONGITUD DE AFECCIÓN	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN UNITARIO (€/km)	TOTAL
CRUZAMIENTOS EN AÉREO	0,0223	127.273,53	2.838,20
<b>TOTAL (€)</b>	<b>0,0223</b>	-	<b>2.838,20</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de **DOS MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON VEINTE CENTIMOS DE EUROS.**

6.2.4 Presupuesto de Consejería de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Dirección General de Infraestructuras Viarias de la Junta de Extremadura

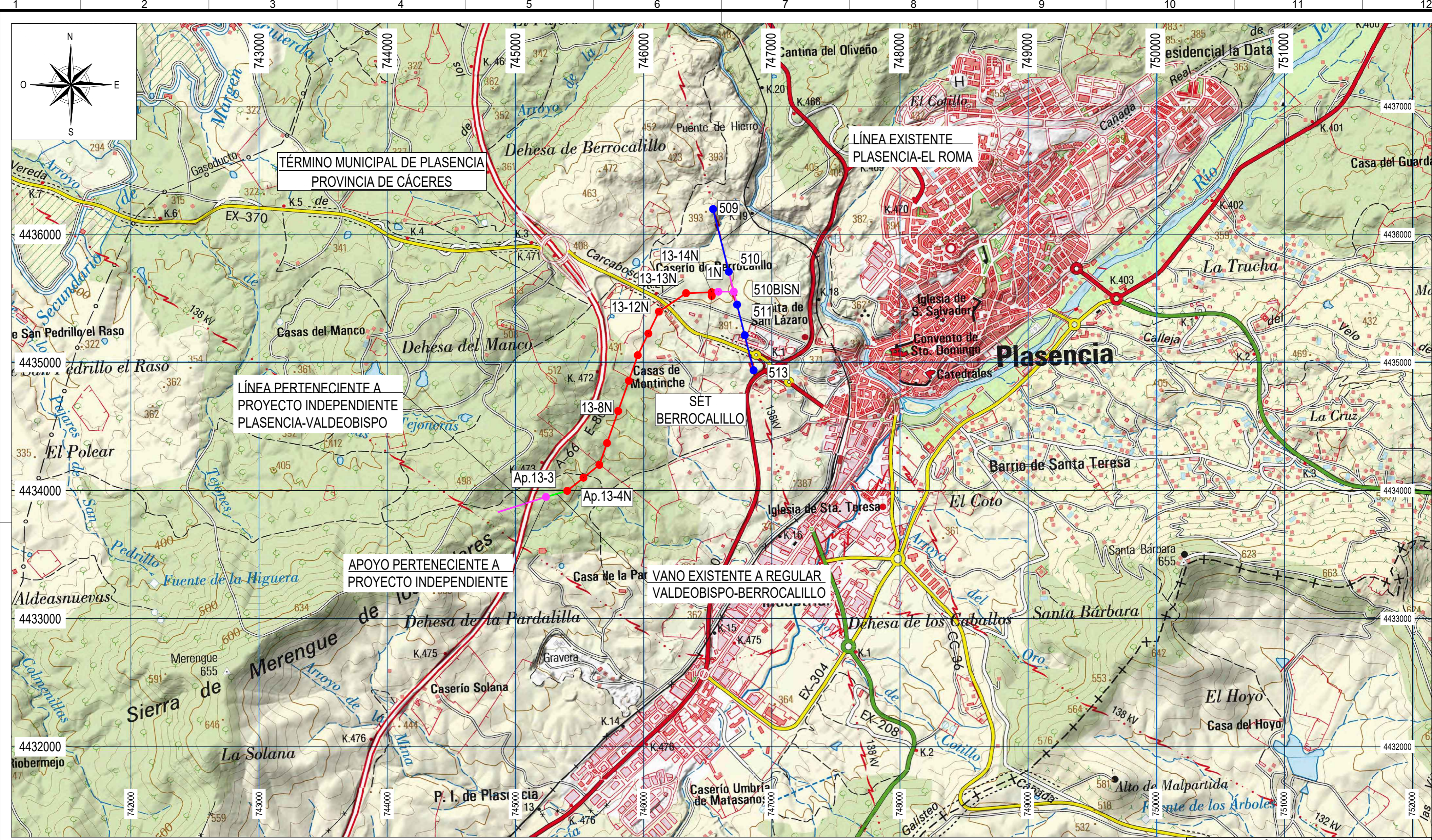
AFECCIÓN	LONGITUD DE AFECCIÓN	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN UNITARIO (€/km)	TOTAL
CRUZAMIENTOS EN AÉREO	0,0229	127.273,53	2.914,56
<b>TOTAL (€)</b>	<b>0,0229</b>	-	<b>2.914,56</b>

El presupuesto asciende a la cantidad de **DOS MILLONES NOVECIENTOS CATORCE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS DE EUROS.**

## 7. PLANOS

TÍTULO	Nº PLANO	REV.
SITUACIÓN	1.078.866	0
PLANTA, PERFIL Y CRUZAMIENTO (AP.13-3 – SET BERROCALILLO)	1.078.868	0
PLANTA, PERFIL Y CRUZAMIENTO (Ap.13-14N – Ap.1N)	1.078.869	0
PLANTA CATASTRAL	1.078.867	0
USOS DEL SUELO	1.078.871	0
ESQUEMAS DE APOYOS HAR-2500	1.078.893	0
ESQUEMAS DE APOYOS HAR-9000	1.078.894	0
ESQUEMAS DE APOYOS 12E190 AP.13-14N	1.078.934	0
ESQUEMAS DE APOYO 12E190	941.170	1
PLANOS DE CIMENTACIONES 12E190	983.648	B
CADENA SUSPENSION SIMPLE Sx SSS1R132CP-C	1.038.510	0
CADENA DE AMARRE SIMPLE Sx ASS1R132CP	804.352	B
CADENA DE AMARRE DOBLE Sx ASS2R132CP	1.005.370	1
CADENA AMARRE CABLE TIERRA FO	804.390	F
CADENA SUSPENSION CABLE TIERRA FO	804.385	D
PLANOS DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	987.782	1
PLANO DE DISPOSICIÓN DE CIRCUITOS Y FASES	1.078.872	0

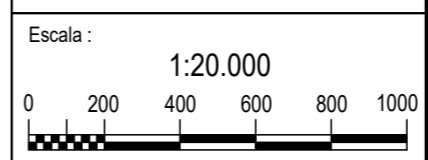




MTN25 cedido por © Instituto Geográfico Nacional de España  
SISTEMAS DE COORDENADAS UTM ETRS89 - HUSO 29

**LEYENDA**

- NUEVA LÍNEA AÉREA A 132KV SC
- LÍNEA AÉREA A REGULAR 132KV SC
- LÍNEA AÉREA EXISTENTE 132KV SC
- LÍNEA AÉREA PERTENECIENTE A PROYECTO INDEPENDIENTE
- APOYO NUEVO
- APOYO EXISTENTE
- APOYO PERTENECIENTE A PROYECTO INDEPENDIENTE



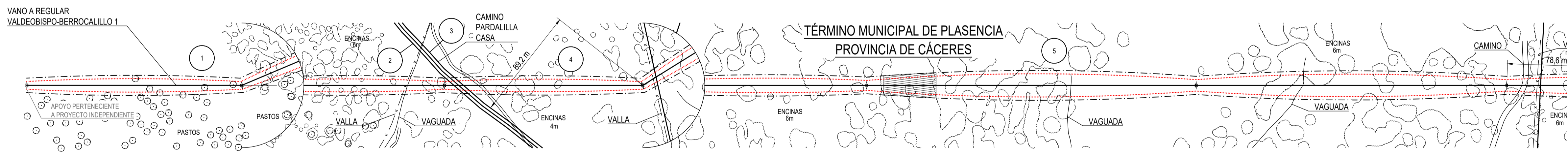
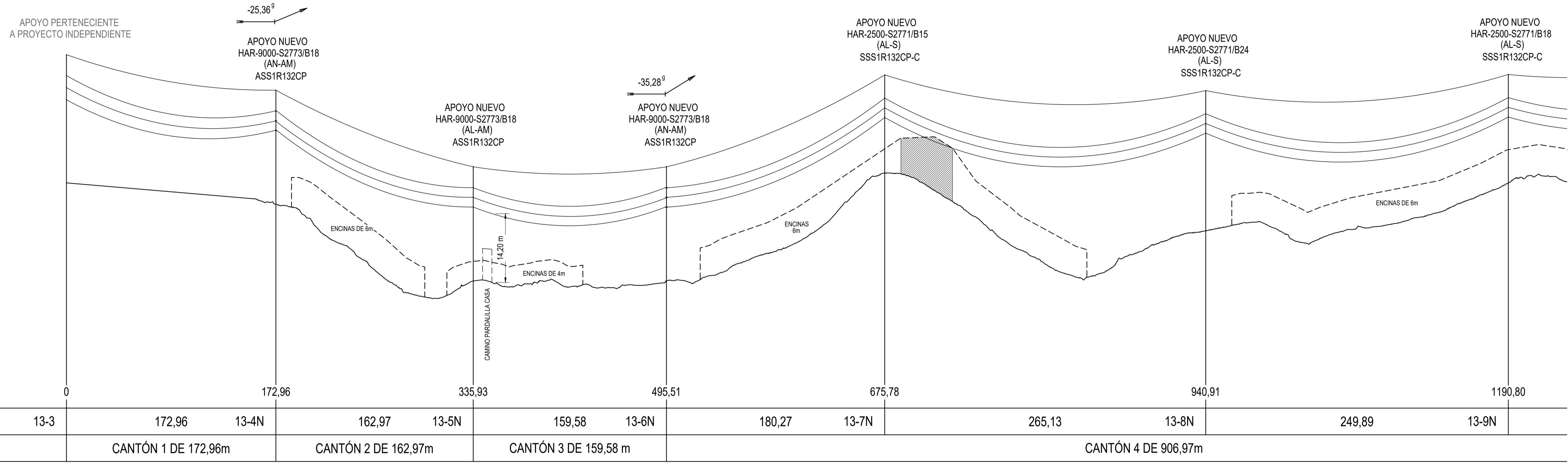
REV.	Fecha	Dibujado	Preparado	Revisado	Aprobado	Motivo. Estado de la revisión
Contratista : <b>im3</b>			Clasificación:			L.E. A 132 kV (SC) ST VALDEOBISPO - ST BERROCALILLO GENERALES PLANO DE SITUACIÓN ENTRE AP. 13-3 Y AP. 1N
Autor :			Tipo : PROYECTO			
Emisión inicial: 04/09/2023			Fichero : 1078866-01-0-3-2478-4-00-22-0001.dwg			Nº : 1.078.866
Dibuj. Prep. Rev. Aprob.			Propietario : <b>i-DE</b> Grupo IBERDROLA			
Reemplaza :						Rev : 0
Hoja: 01						Signe: A2

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parcial de este dibujo sin autorización del propietario está prohibida.



**CRUZAMIENTO Nº 1**  
CAMINO PARDALILLA CASA

DMIN = 5,3 + 1,2 = 6,50m < 14,20 m



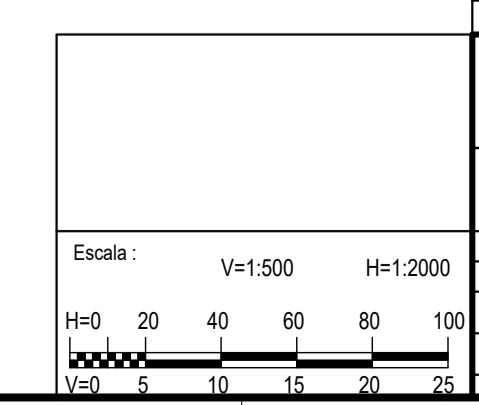
- LÍNEA AÉREA PROYECTADA
- PROYECCIÓN CONDUCTORES
- PROYECCIÓN CONDUCTORES +2,7
- FINCA PROY
- FINCA SEGÚN PROYECTO
- ▨ TALA / PODA ARBOLADO

LEYENDA			
TC	TERRENO CULTIVO	F	FRUTAL
H	HUERTA	E	ERIAL
MB	MONTE BAJO	MF	MONTE FRONDOSO
PR	PRADO	VI	VIÑEDO
C	LABOR	I	IMPRODUCTIVO
M	MATORRAL		

COORDENADAS					
SISTEMA DE REFERENCIA: U.T.M. ETR89					
AP.	HUSO	-X-	-Y-	-Z-	
13-3	29	745238.71	4433949.10	416.47	
13-4N	29	745404.86	4433997.17	412.04	
13-5N	29	745531.58	4434059.64	396.23	
13-6N	29	745655.67	4434199.97	396.22	
13-7N	29	745715.23	4434370.12	418.51	
13-8N	29	745802.82	44344620.36	406.59	
13-9N	29	745885.38	4434456.22	416.42	

CANTÓN	CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C)		PARÁMETRO CATENARIA (H) A 85°C CON FLUENCIA		PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A -5°C CON FLUENCIA	
			INICIAL	FLUENCIA	864	1728	825	1650
1	LARL-280	8720	15.3	15.3	864	1728	825	1650
2	LARL-280	8720	18.0	15.1	825	1650	819	1637
3	LARL-280	8720	18.0	15.0	819	1637	1037	2074
4	LARL-280	8720	18.0	16.1	1037	2074		

CANTÓN	CABLE FO	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C)		PARÁMETRO CATENARIA (H) A -5°C		PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A -5°C CON FLUENCIA	
			INICIAL	FLUENCIA	10.5 <th>1918 <th>3855 <th>3855 </th></th></th>	1918 <th>3855 <th>3855 </th></th>	3855 <th>3855 </th>	3855
1	OPGW-16-48	9810	10.5	10.5	10.5	1918	3855	3855
2	OPGW-16-90	9810	12.0	11.5	2101	4202	2101	4202
3	OPGW-16-90	9810	12.0	11.5	2126	4252	2126	4252
4	OPGW-16-90	9810	12.0	11.6	2011	4022	2011	4022



REV.	Fecha	Dibujado	Preparado	Revisado	Aprobado	Motivo. Estado de la revisión

Contrata: **im3**  
 Autor: **im3**  
 Emisión inicial: 04/09/2023  
 Dibujo: **im3** Prep: **im3** Rev: **im3** Aprob.: **im3**  
 Clasificación: PROYECTO  
 Tipo: PROYECTO  
 Fichero: 107888501-0-3-2478-4-00-01-0001.dwg  
 Nº: 1.078.868  
 Propietario: **i-DE**  
**Grupo IBERDROLA**  
 Reemplaza: **3-2478-4-00-01-0001**  
 Hoja: 01 Sig: 02 de 01 A1

**L.E. A 132 kV (SC)**  
**ST VALDEOBISPO - ST BERROCALILLO**  
 GENERALES  
 PLANTA, PERFIL Y CRUZAMIENTOS  
 ENTRE Ap. 13-3N Y Ap. 13-9N



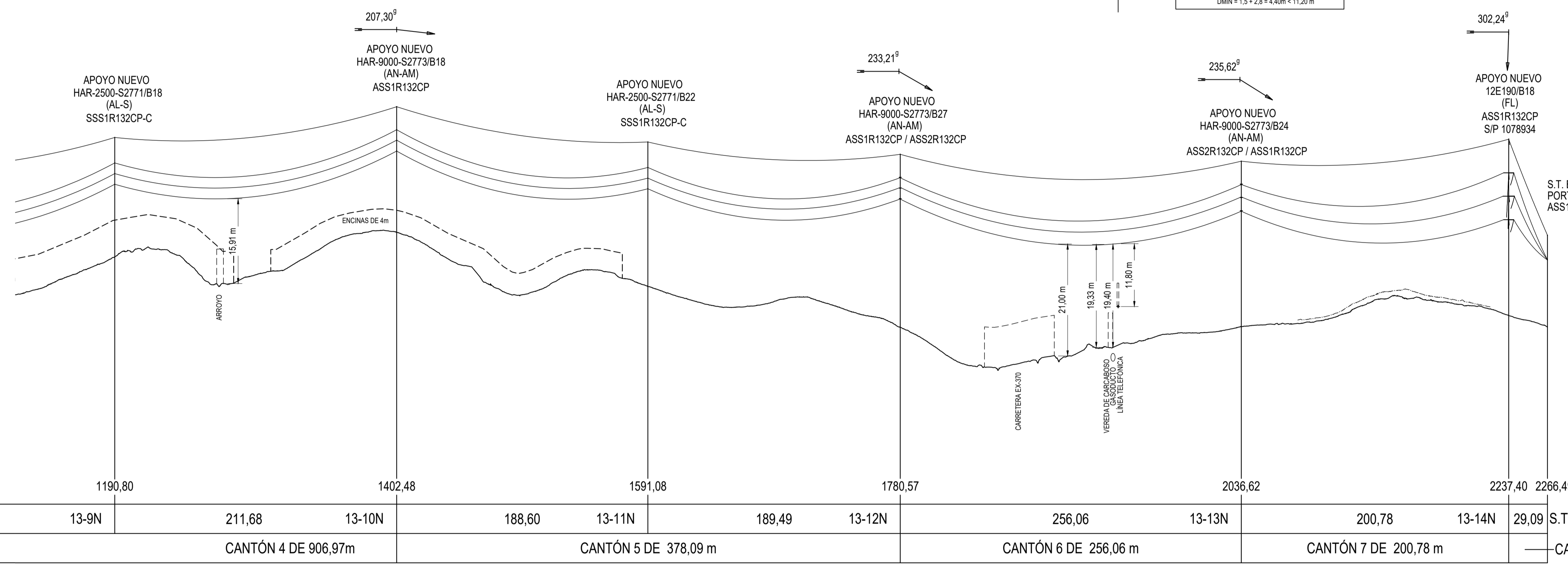
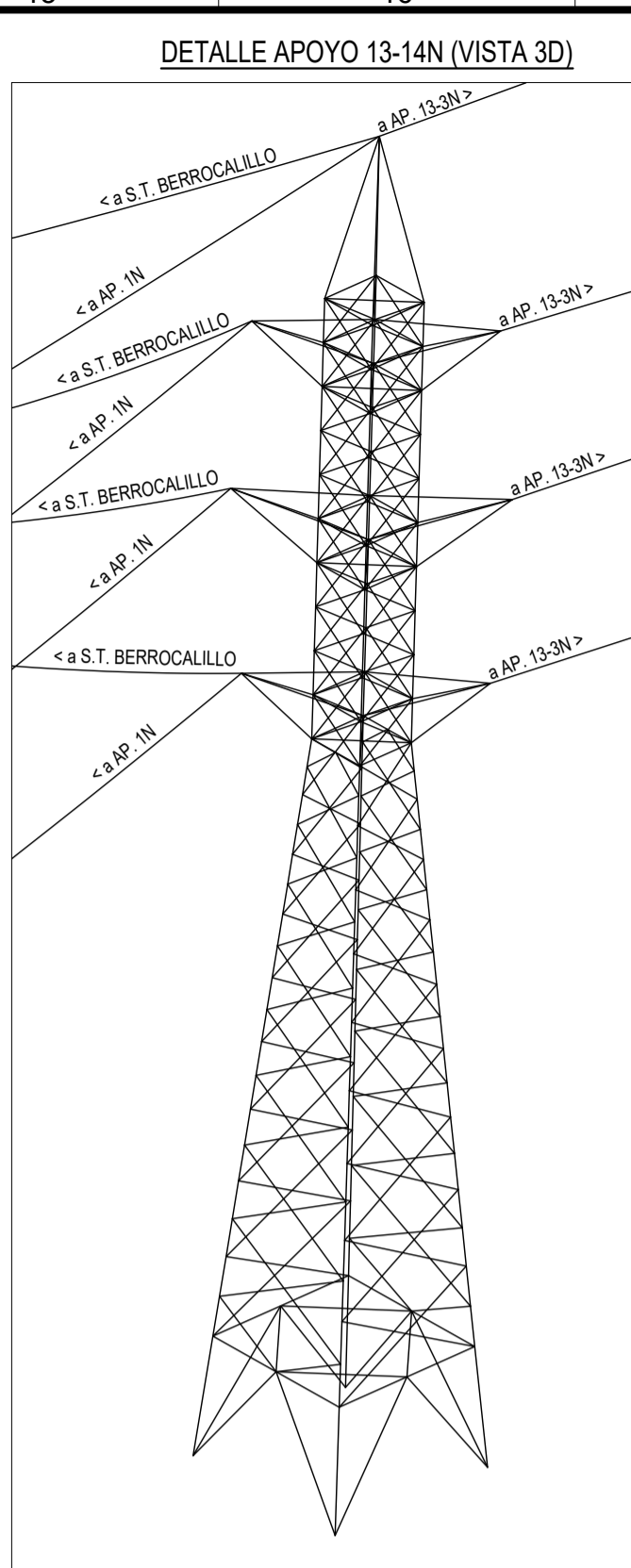
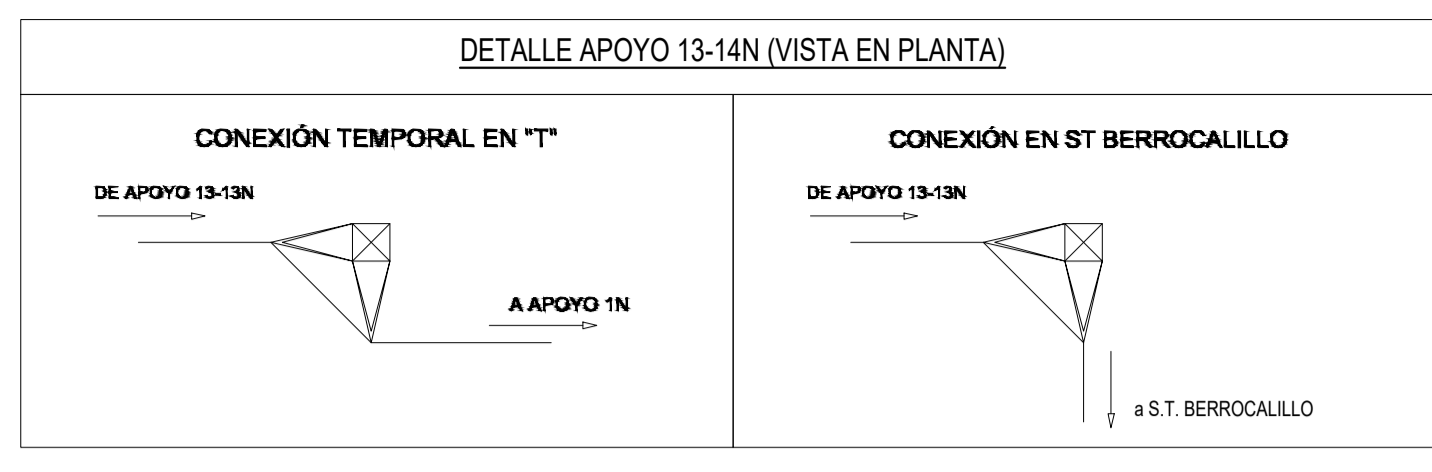
**CRUZAMIENTO Nº 2**  
ARROYO  
DMIN = 5,3 + 1,2 = 6,50m < 15,91 m

**CRUZAMIENTO Nº 3**  
CARRETERA EX-370  
DMIN = 6,3 + 1,2 = 7,50m < 21,00 m

**CRUZAMIENTO Nº 4**  
VEREDA DE CARCABOSO  
DMIN = 5,3 + 1,2 = 6,50m < 19,33m

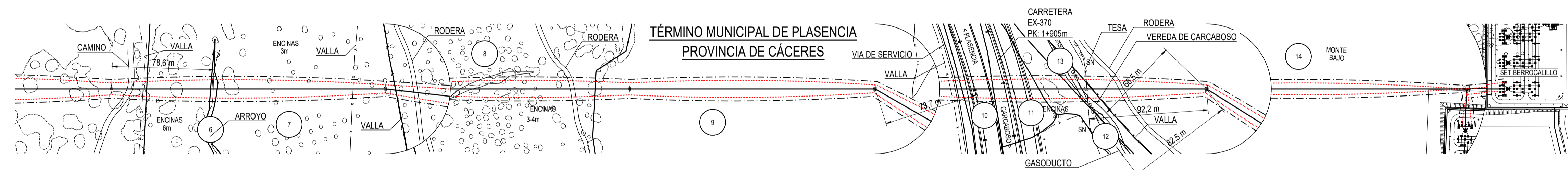
**CRUZAMIENTO Nº 5**  
GASODUCTO

**CRUZAMIENTO Nº 6**  
LINEA TELEFONICA  
DMIN = 1,5 + 2,8 = 4,40m < 11,20 m



PLANO DE COMPARACIÓN Y ESTACIONES

Nº DE APOYO Y LONGITUD DE VANOS	13-9N	211,68	13-10N	188,60	13-11N	189,49	13-12N	256,06	13-13N	200,78	13-14N	29,09	S.T. BERROCALILLO
Nº DE CANTÓN Y LONGITUD	CANTÓN 4 DE 906,97m			CANTÓN 5 DE 378,09 m			CANTÓN 6 DE 256,06 m		CANTÓN 7 DE 200,78 m		CANTÓN 8 DE 29,09 m		



- LINEA AÉREA PROYECTADA
- PROYECCIÓN CONDUCTORES
- PROYECCIÓN CONDUCTORES +2,7
- FINCA PROJ Y FINCA SEGÚN PROYECTO
- ▨ TALA / PODA ARBOLADO

**LEYENDA**

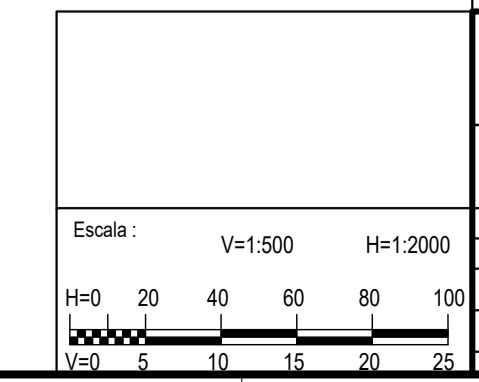
TC	TERRENO CULTIVO	F	FRUTAL
H	HUERTA	E	ERIAL
MB	MONTE BAJO	MF	MONTE FRONDOSO
PR	PRADO	VI	VIÑEDO
C	LABOR	I	IMPRODUCTIVO
M	MATORRAL		

**COORDENADAS**  
SISTEMA DE REFERENCIA: U.T.M. ETR89

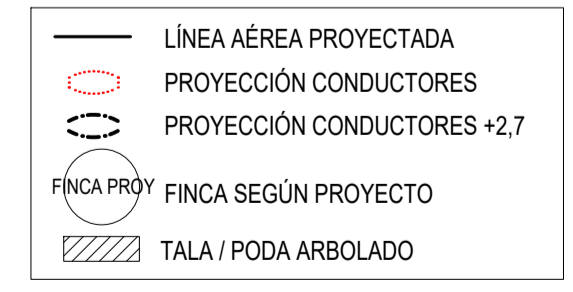
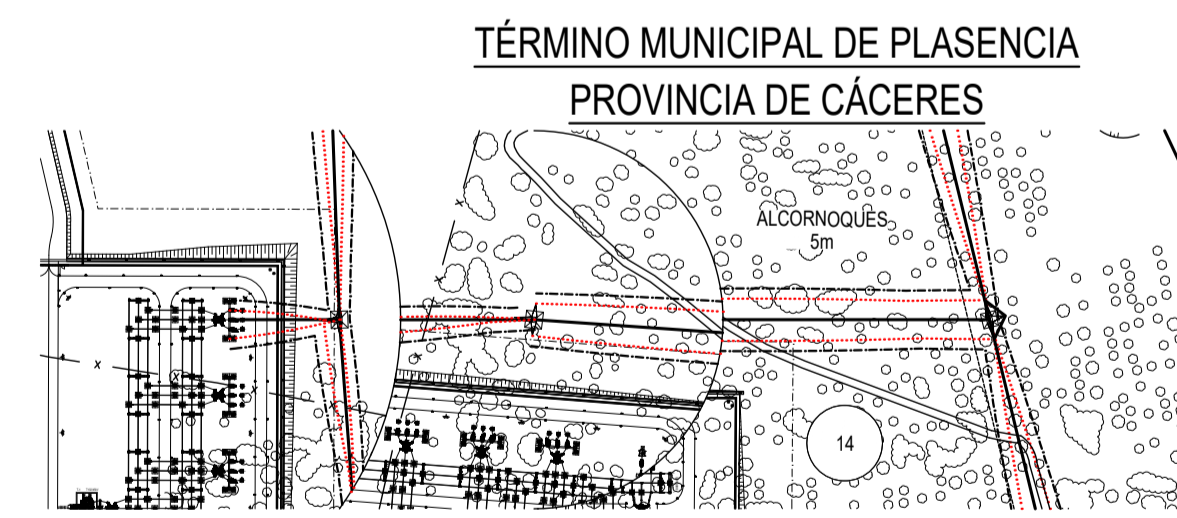
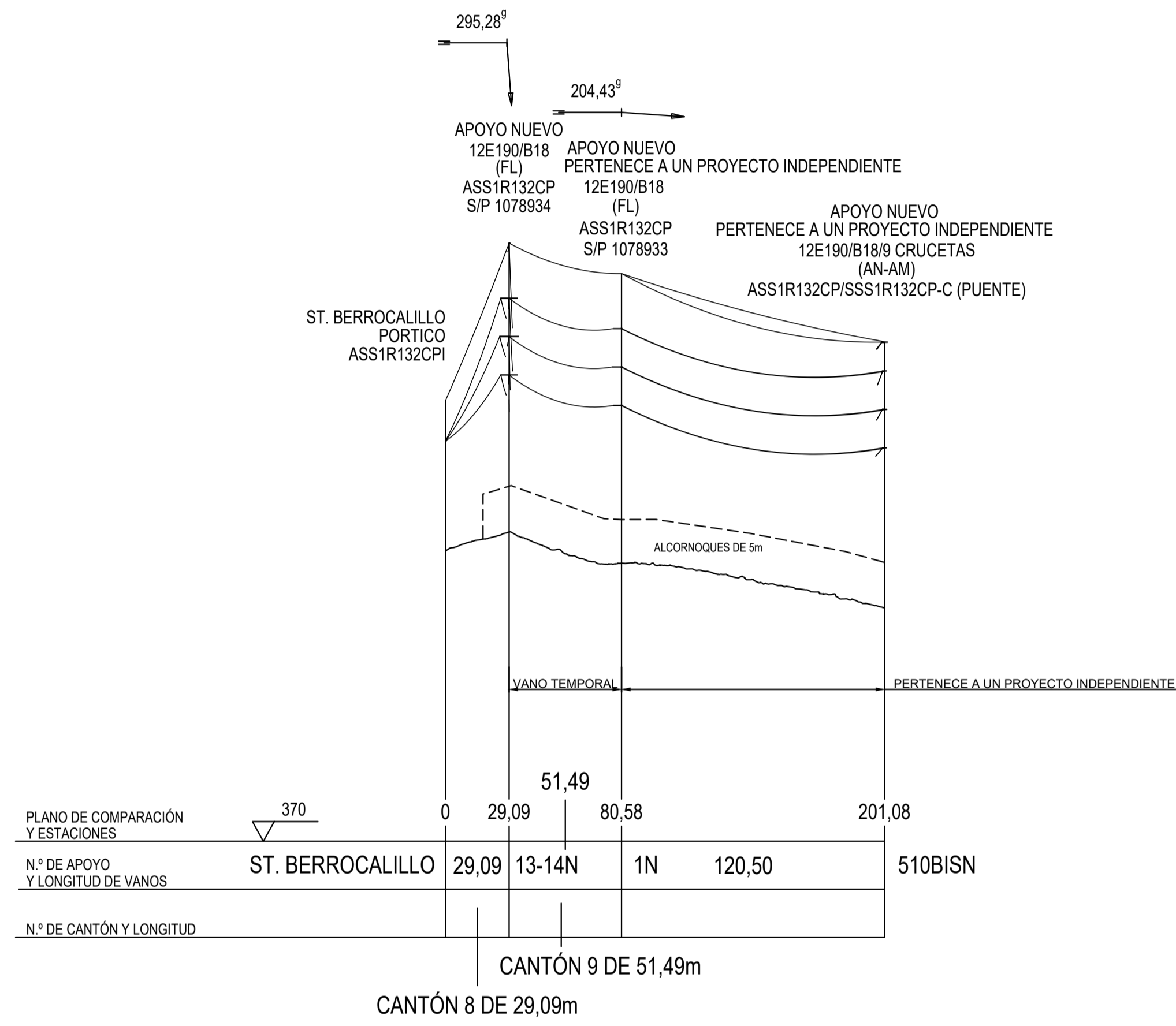
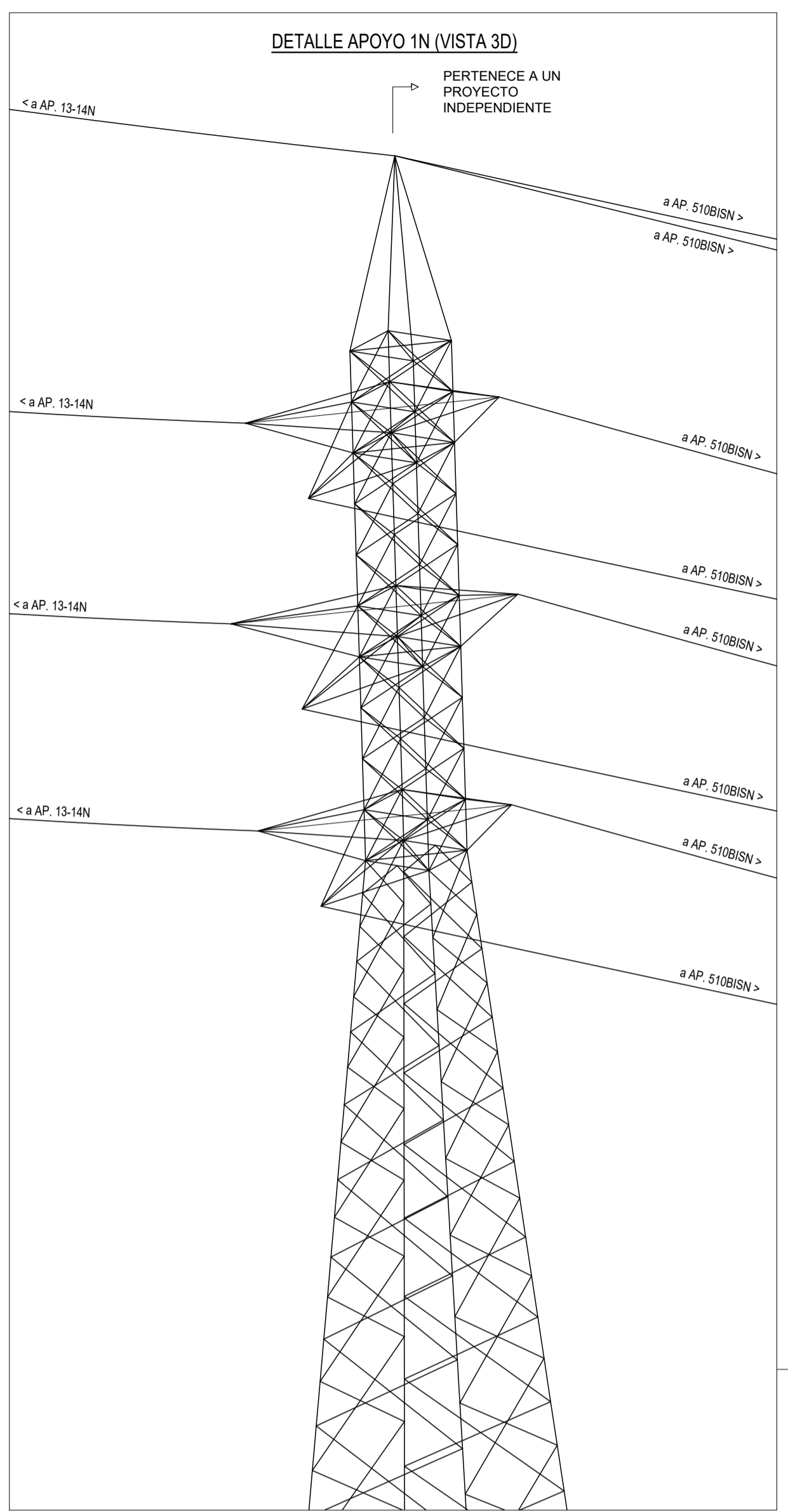
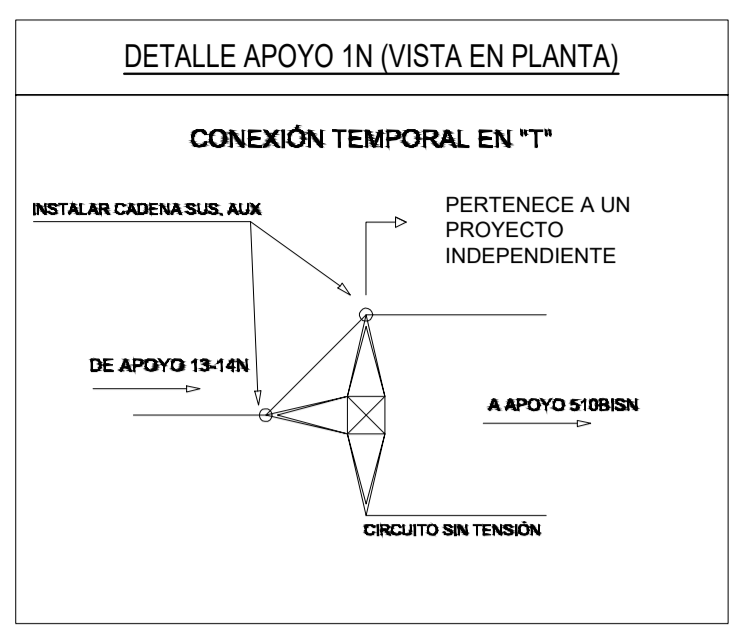
AP.	HUSO	-X-	-Y-	-Z-
13-9N	29	745885.38	4434856.22	416.42
13-10N	29	745955.32	4435056.02	421.05
13-11N	29	746037.59	4435225.72	410.87
13-12N	29	746120.25	4435396.23	403.27
13-13N	29	746331.92	4435540.33	403.35
13-14N	29	746532.55	4435548.00	405.40
S.T. BERROCALILLO	29	746532.64	4435518.91	403.27

CANTÓN	ORIGEN	DESTINO	CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C)	PARÁMETRO CATENARIA (H) A 85°C CON FLUENCIA	PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A 85°C CON FLUENCIA
4	13-6N	13-10N	LARL-280	8720	18.0	16.1	1037
5	13-10N	13-12N	LARL-280	8720	18.0	15.5	918
6	13-12N	13-13N	LARL-280	8720	18.0	16.3	1097
7	13-13N	13-14N	LARL-280	8720	18.0	15.6	942
8	13-14N	S.T. BERROCALILLO	LARL-280	8720	2.6	2.1	103

CANTÓN	ORIGEN	DESTINO	CABLE FO	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C)	PARÁMETRO CATENARIA (H) A -5°C	PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A -5°C CON FLUENCIA
4	13-6N	13-10N	OPGW-16-90	9810	12.0	11.6	2011
5	13-10N	13-12	OPGW-16-90	9810	12.0	11.5	2079
6	13-12N	13-13N	OPGW-16-90	9810	12.0	11.7	2009
7	13-13N	13-14N	OPGW-16-90	9810	12.0	11.6	2068
8	13-14N	S.T. BERROCALILLO	OPGW-16-90	9810	2.1	2.0	366



REV.	Fecha	Dibujado	Preparado	Revisado	Aprobado	Motivo. Estado de la revisión
<p>Contratista: <b>im3</b></p> <p>Autor:</p> <p>Emisión inicial: 04/09/2023</p> <p>Dibuj: Prep. Rev. Aprob.</p>						<p><b>L.E. A 132 kV (SC)</b> ST VALDEOBISPO - ST BERROCALILLO GENERALES PLANTA, PERFIL Y CRUZAMIENTOS ENTRE Ap. 13-9N Y S.T. BERROCALILLO</p> <p>1.078.868</p> <p>3-2478-4-00-01-0001</p>
<p>Propietario: <b>i-DE</b></p> <p>Reemplaza:</p> <p>Hoja: 02</p> <p>Rev: 0</p> <p>Segu: A1</p>						



LEYENDA		
TC	TERRENO CULTIVO	F FRUTAL
H	HUERTA	E ERIAL
MB	MONTE BAJO	MF MONTE FRONDOSO
PR	PRADO	VI VIÑEDO
C	LABOR	I IMPRODUCTIVO
M	MATORRAL	

COORDENADAS				
SISTEMA DE REFERENCIA: U.T.M. ETR89				
AP.	HUSO	X-	-Y-	-Z-
ST. BERROCALILLO	29	746532.64	4435518.91	403.27
13-14N	29	746532.55	4435548.00	405.40
1N	29	746583.89	4435551.97	401.91

CANTÓN	CONDUCTOR	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C) INICIAL	EDS% (15°C) FLUENCIA	PARÁMETRO CATENARIA (H) A 85°C CON FLUENCIA	PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A 85°C CON FLUENCIA
8	LARL-280	8720	2.6	2.1	103	206
9	LARL-280	8720	4.2	3.5	210	420

CANTÓN	CABLE FO	CARGA DE ROTURA (daN)	EDS% (15°C) INICIAL	EDS% (15°C) FLUENCIA	PARÁMETRO CATENARIA (H) A -5°C	PARÁMETRO PARÁBOLA (2H) A -5°C CON FLUENCIA
8	OPGW-16-90	9810	2.1	2.0	366	732
9	OPGW-16-90	9810	2.2	2.1	370	739

REV.	Fecha	Dibujado	Preparado	Revisado	Aprobado	Motivo. Estado de la revisión
Contratista: <b>im3</b>			Clasificación: PROYECTO			
Autor:			Fichero: 1078885-01-0-3-2478-5-00-01-0001.dwg			
			N.º: 1.078.869			
Escala: V=1:500 H=1:2000			Emisión inicial: 04/09/2023			
Dibuj: SVP			Prep: [Logo]		Propietario: <b>i-DE</b> Grupo IBERDROLA	
H=0 20 40 60 80 100			Reemplaza: 3-2478-5-00-01-0001			
V=0 5 10 15 20 25			Revisión: 01			
			Sigue: A1			