

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220
KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW
“LA FORESTA” EN OLIVA DE LA FRONTERA Y
JEREZ DE LOS CABALLEROS (BADAJOZ)**

TRABAJO PRESENTADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

POR

OSNYTSKYI ROMAN

BADAJOZ, FEBRERO DE 2015

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor:

OSNYTSKYI, ROMAN

Director:

ÁLVAREZ MORENO, JUAN ANTONIO

Tribunal de evaluación:

GONZÁLEZ ROMERA, EVA

CARMONA FERNÁNDEZ, DIEGO

REYES RODRÍGUEZ, ANTONIO MANUEL

ÍNDICE

DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS EN EMPRESA.....	1
1. DATOS DE LA EMPRESA	1
2. ACTIVIDAD DE LA EMPRESA.....	1
3. IDEA DEL PROYECTO	1
DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA	2
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
1.1 Autor del proyecto	2
1.2 Emplazamiento	2
2. OBJETO DEL PROYECTO	3
3. ALCANCE.....	3
4. ANTECEDENTES	3
5. NORMAS Y REFERENCIAS.....	3
6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	4
7. LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	5
8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	6
8.1 Parámetros eléctricos de línea	6
8.2 Características fundamentales	6
8.3 Descripción del trazado y cruzamientos	6
8.4 Organismos afectados por la línea	16
8.5 Materiales	19
8.6 Conductor	19
8.7 Cable de tierra.....	19
8.8 Apoyos.....	20
8.9 Armados	23
8.10 Aislamiento y herrajes	27
8.11 Formación de cadenas	28
8.11.1 Cadena de suspensión del conductor	28
8.11.2 Cadena de amarre del conductor	29
8.11.3 Cadena de suspensión del cable de tierra	29
8.11.4 Cadena de amarre del cable de tierra	30
8.12 Empalmes, conexiones y retenciones.....	30
8.13 Separadores para haces dobles	31

8.14	Vibraciones.....	32
8.15	Cimentaciones.....	32
8.16	Sistema de puesta a tierra	35
8.17	Numeración y aviso de peligro	36
9.	PRIORIDAD DE DOCUMENTOS	36
10.	RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS	36
11.	CONCLUSIÓN.....	37
DOCUMENTO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS		39
1.	CÁLCULO ELÉCTRICO	39
1.1	Densidad de corriente e intensidad máxima admisible	39
1.2	Resistencia eléctrica.....	40
1.3	Inductancia.....	40
1.3.1	Cálculo de la distancia media geométrica	41
1.3.2	Cálculo del radio medio geométrico (RMG)	42
1.4	Reactancia.....	43
1.5	Capacitancia	43
1.6	Impedancia.....	44
1.7	Conductancia	44
1.8	Susceptancia	44
1.9	Admitancia	45
1.10	Efecto corona	45
1.11	Caída de tensión.....	47
1.12	Capacidad de transporte.....	48
1.12.1	Máxima potencia a transportar limitada por la densidad de corriente máxima admisible	48
1.12.2	Máxima potencia a transportar limitada por la caída de tensión máxima admisible	49
1.13	Pérdidas por efecto Joule	49
1.14	Rendimiento.....	50
1.15	Resumen de las magnitudes eléctricas calculadas	52
1.16	Conclusión final.....	52
2.	CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA.....	53
2.1	Características mecánicas de conductores y del cable de tierra.....	53
2.2	Cargas y sobrecargas a considerar	53
2.2.1	Cargas permanentes	53
2.2.2	Cargas debidas a la acción del viento	54

2.2.3	Peso aparente por sobrecarga de viento.....	55
2.2.4	Sobrecarga debida al hielo.....	55
2.2.5	Peso aparente por sobrecarga de hielo.....	56
2.2.6	Peso aparente por sobrecarga de viento y hielo.....	56
2.2.7	Tabla resumen de pesos aparentes.....	58
2.3	Ecuación de cambio de condiciones.....	58
2.4	Cálculos mecánicos a considerar.....	59
2.4.1	Tracción máxima admisible.....	60
2.4.2	Comprobación de los fenómenos vibratorios.....	61
2.4.2.1	Cálculo de TCD y THF.....	61
2.4.3	Flecha máxima de conductores y cables de tierra.....	63
2.4.3.1	Cálculo de flecha.....	64
2.5	Tabla de tendido.....	68
2.6	Parábola de distancia mínima al terreno.....	81
3.	CÁLCULO DE CADENA DE AISLADORES.....	81
3.1	Características generales.....	81
3.2	Selección del aislador.....	82
3.3	Cálculo eléctrico del aislador.....	82
3.4	Cálculo mecánico de la cadena de suspensión.....	83
3.5	Cálculo mecánico de la cadena de amarre.....	86
3.6	Características generales del aislador.....	87
4.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD.....	87
4.1	Distancias de aislamiento para evitar descargas.....	88
4.2	Distancias en el apoyo.....	89
4.2.1	Distancias entre conductores.....	89
4.2.2	Distancia a masa.....	90
4.2.3	Desviación de la cadena de aisladores.....	90
4.2.4	Cúpula del cable de tierra.....	90
4.3	Distancia al terreno. Caminos, sendas y cursos de agua no navegables.....	96
4.4	Distancia a otras líneas eléctricas aéreas.....	96
4.5	Distancia a carreteras.....	97
4.6	Paso por zonas.....	97
4.7	Bosques, árboles y masas de arbolado.....	98
4.8	Edificios, construcciones y zonas urbanas.....	98
5.	CÁLCULO DE APOYOS.....	99
5.1	Acciones consideradas.....	99
5.1.1	Cargas verticales.....	99

5.1.2	Sobrecarga por hielo.....	99
5.1.3	Cargas horizontales. Eolovano.....	99
5.1.4	Resultante de ángulo (Ra).....	100
5.1.5	Desequilibrio de tracciones (Dt).....	100
5.1.6	Rotura de conductores (Rc).....	101
5.2	Armados.....	101
5.3	Tabla de apoyos.....	102
6.	CÁLCULO DE CIMENTACIONES.....	104
7.	CÁLCULO DE FENÓMENOS VIBRATORIOS.....	108
7.1	Cálculo de la ubicación del amortiguador.....	108
8.	CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA.....	112
8.1	Cálculo de impedancia de la instalación.....	112
8.2	Generalidades.....	121
8.3	Cálculo de la resistencia de tierra.....	122
8.3.1	Resistencia de las picas.....	122
8.3.2	Resistencia del cable enterrado.....	123
8.3.3	Resistencia total del apoyo.....	123
8.4	Cálculo de tensión de paso y de contacto.....	124
8.5	Comprobación de las tensiones de paso y de contacto.....	124
8.6	Clasificación de apoyos según su ubicación.....	125
8.7	Diseño de puesta a tierra de apoyos no frecuentados.....	126
8.8	Diseño de puesta a tierra de apoyos frecuentados.....	126
8.8.1	Cálculo de intensidad de puesta a tierra.....	127
8.8.2	Cálculo de la impedancia total.....	130
8.8.3	Cálculo de la tensión de puesta a tierra.....	131
8.9	Tratamiento químico del terreno.....	133
8.9.1	Electrodo químico clase CHEM-ROD.....	133
8.9.2	Principales características del electrodo.....	134
	DOCUMENTO 3: PLANOS.....	135
	DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....	198
1.	OBJETO.....	198
2.	DESCRIPCIONES GENERALES.....	198
3.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	198
3.1	Datos de la Obra.....	198
3.2	Replanteo de la obra.....	199
3.3	Mejoras y variaciones del Proyecto.....	199

3.4	Recepción del material	199
3.5	Organización	199
3.6	Ejecución de las obras.....	200
3.7	Subcontratación de las obras.....	200
3.8	Plazos de ejecución	200
3.9	Recepción provisional	201
3.10	Períodos de garantía	201
3.11	Recepción definitiva.....	201
3.12	Pago de obras.....	202
3.13	Abono de materiales acopiados	202
4.	CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN	202
4.1	Excavaciones	202
4.2	Hormigón	203
4.3	Armado e izado de apoyos metálicos	203
4.4	Tendido, tensado y regulado de los conductores.....	204
4.5	Cadena de aisladores	204
4.6	Empalmes.....	204
4.7	Engrapado	205
5.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	205
5.1	Conductores trenzados	205
5.2	Abrazaderas y tacos de sujeción	205
5.3	Herrajes.....	205
5.4	Torres metálicas.....	205
	DOCUMENTO 5: ESTADO DE MEDICIONES	206
1.	CAPÍTULO 1. APOYOS	206
2.	CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES	209
3.	CAPÍTULO 3. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA.....	211
4.	CAPÍTULO 4. AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES	212
5.	CAPÍTULO 5. MANO DE OBRA.....	212
6.	CAPÍTULO 6. CADENAS DE AISLADORES EN AMARRE.....	212
7.	CAPÍTULO 7. CADENAS DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN	212
8.	CAPÍTULO 8. CADENAS DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN.....	213
9.	CAPÍTULO 9. CADENAS DE AMARRE DE PROTECCIÓN	213

10.	CAPÍTULO 10. INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA.....	213
	DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO	214
1.	CAPÍTULO 1. APOYOS	214
2.	CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES	217
3.	CAPÍTULO 3. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA.....	220
4.	CAPÍTULO 4. AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES	220
5.	CAPÍTULO 5. MANO DE OBRA	220
6.	CAPÍTULO 6. CADENAS DE AISLADORES EN AMARRE.....	220
7.	CAPÍTULO 7. CADENAS DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN	220
8.	CAPÍTULO 8. CADENAS DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN.....	221
9.	CAPÍTULO 9. CADENAS DE AMARRE DE PROTECCIÓN.....	221
10.	CAPÍTULO 10. INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA.....	221
11.	TOTAL PRESUPUESTO	221
	DOCUMENTO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL.....	222
1.	OBJETO	222
2.	DATOS GENERALES DE LA OBRA	222
3.	NORMATIVA APLICABLE	223
3.1	Normas oficiales.....	223
3.2	Normas específicas	224
4.	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	224
5.	OBLIGACIONES DEL COORDINADOR	224
6.	CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA.....	225
7.	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.....	226
8.	LIBRO DE INCIDENCIAS	226
9.	DERECHO DE LOS TRABAJADORES	227
10.	PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	227
10.1	Protecciones individuales generales.....	227
10.2	Protecciones colectivas generales	228
10.3	Formación	228
10.4	Medicina preventiva y primeros auxilios.....	228
11.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR	229
11.1	Fase de actuaciones previas	229
11.2	Fase de acopio de material	230

11.3	Carga y descarga de materiales	230
11.4	Movimientos de tierra y excavación.....	231
11.5	Cimentación	233
11.6	Izado y armado de apoyos	234
11.7	Montaje y apriete de tornillería.....	235
11.8	Colocación de herrajes y aisladores. Tendido, tensado y engrapado de conductores	236
11.9	Uso de maquinarias y herramientas	237
12.	SEÑALIZACIÓN	238
DOCUMENTO 8: BIBLIOGRAFÍA.....		240

DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS EN EMPRESA

Se han realizado prácticas de empresa durante tres meses (agosto, septiembre y octubre) en la empresa Valsolar 2006, S.L. cuyos datos se describen a continuación:

1. DATOS DE LA EMPRESA

Razón Social: Valsolar 2006, S.L.

C.I.F.: B-06474449

Dirección: Polígono Industrial El Nevero; Nevero, 18-19

C.P.: 06006

Localidad: Badajoz.

Teléfono: 924-27-29-13

E-mail: jdelrosal@valsolar.com

2. ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Mantenimiento e instalación de las Plantas Solares Fotovoltaicas así como realización de proyectos en el ámbito de energías renovables e instalaciones interiores de Baja Tensión.

3. IDEA DEL PROYECTO

Durante realización de prácticas uno de los trabajos realizados fue el análisis y realización de los cálculos para Línea de Evacuación de Alta Tensión "La Foresta"- "Brovaes" de 220 kV y 125 MVA con una longitud de 35 km. Línea estará situada en los términos municipales Oliva de la Frontera y Jerez de los Caballeros. La finalidad de esta línea es evacuar energía eléctrica generada por la planta fotovoltaica (PF) La Foresta que también está en la fase del proyecto, así la línea comienza desde el pórtico de la subestación transformadora perteneciente a la PF La Foresta propiedad del promotor y termina en la subestación transformadora "Brovaes" propiedad de Red Eléctrica de España. Se conoce que el embarrado de la subestación de "Brovaes" donde se conectará nuestra línea tiene una tensión de 220 kV.

El trazado aproximado de la línea ha sido realizado por la empresa Valsolar.

Dicho esto he decidido de realizar el Proyecto Técnico para instalación de Línea de Evacuación de 220 kV y 100 MW "La Foresta"- "Brovaes" cuyas finalidad es describir las soluciones técnicas y económicas para poder llevar a cabo Línea de A.T. que nos ocupa.

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En el presente proyecto, se han descrito, calculado y diseñado los elementos que forman parte de una línea aérea de alta tensión de 220 kV para evacuar la energía eléctrica generada en la planta fotovoltaica “La Foresta” con una potencia de 125 MVA. Para ello se ha seguido lo indicado en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión de 2008 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Todos lo relativo al proyecto se especifica en los seis documentos de los que el mismo consta: memoria descriptiva, cálculos justificativos, pliego de condiciones, estado de mediciones, presupuesto, estudio de seguridad y salud y planos.

1.1 Autor del proyecto

Nombre y Apellido: Roman Osnytskyi

Dirección: Vasco Nuñez, 7

C.P: 06499 (Barbaño)

Telf: 924 449 454

Email: rosnytsk@alumnos.unex.es

1.2 Emplazamiento

La línea se encuentra ubicada entre los términos municipales Oliva de la Frontera y Jerez de los Caballeros, en el suroeste de la Provincia de Badajoz.

En la Figura 1.1 se representa la situación geográfica de la línea que discurre a través de términos municipales de Oliva de la frontera y Jerez de los Caballeros.

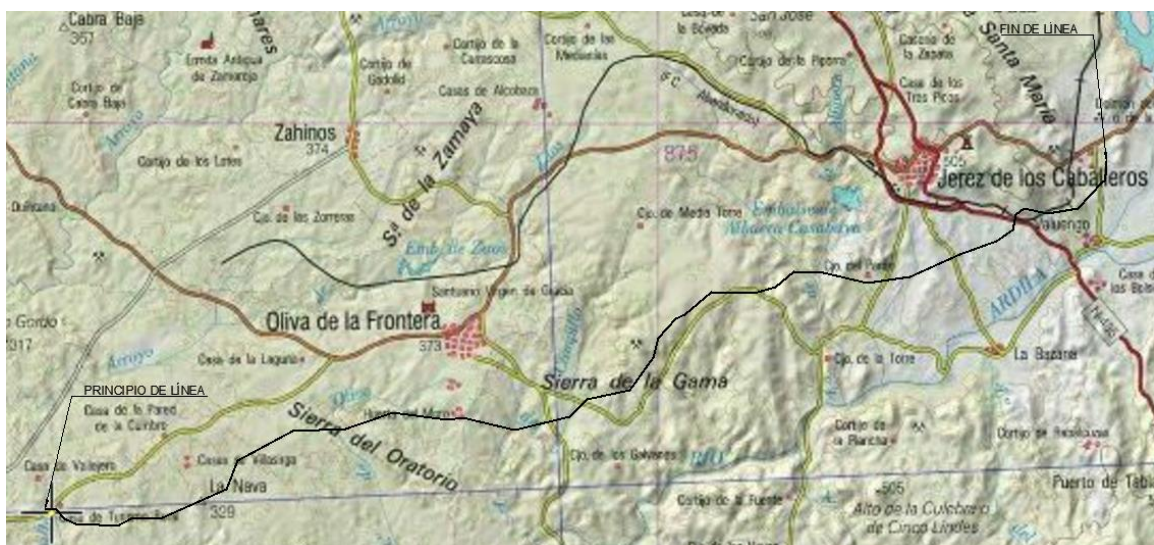


Figura 1.1 Emplazamiento de Línea “La Foresta”-“Brovaes” de 220 kV.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El principal objetivo del presente proyecto es la realización del Proyecto Final de Grado para culminar los estudios realizados en la titulación del Grado en Ingeniería Eléctrica. Para ello D. Roman Osnytskyi, a petición del departamento de Ingeniería Eléctrica de Escuela de Ingenierías Industriales que pertenece a la Universidad de Extremadura, se dispone a realizar el estudio y la redacción del presente proyecto que consiste en el diseño y cálculo de una Línea Aérea de 220 kV para evacuar la energía eléctrica generada en la planta fotovoltaica “La Foresta” con una potencia de 125 MVA.

La dirección del proyecto queda bajo la tutoría del Doctor Juan Antonio Álvarez Moreno.

3. ALCANCE

Presente Proyecto comprende el estudio, justificación, constitución e instalación de los elementos que forman parte de línea de evacuación de 220 kV y 125 MVA. Para ello se fijaran las características técnicas que deben cumplir las partes del sistema para un perfecto y eficaz funcionamiento, en concordancia con las prescripciones impuestas por las reglamentaciones y disposiciones oficiales vigentes.

El proyecto se complementará con la planimetría general y de detalle necesario para la definición del mismo.

4. ANTECEDENTES

Línea a proyectar es totalmente nueva. Las parcelas afectadas por la línea pertenecen a personas físicas y organismos oficiales, cuales han dado su permiso para el paso de la línea a través de sus propiedades.

5. NORMAS Y REFERENCIAS

En la elaboración del presente proyecto, se han tenido en cuenta las prescripciones y disposiciones generales contenidas en:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio y de 18 de octubre de 1984, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Recomendaciones UNESA.
- Normalización Nacional. Normas UNE y especificaciones técnicas de obligado cumplimiento según la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 02.
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1996 de 20 de octubre.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

6. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos de diseño vienen impuestos y de acuerdo a la norma por las necesidades del titular de la línea así como por la Red Eléctrica de España que nos facilita siguientes datos de la Subestación Transformadora de Brovales:

Punto de conexión: Pórtico de la Subestación.

Tensión nominal: 220 kV.

En la fase del diseño de trazado de línea se ha tenido en cuenta el hecho de afectar al menor número posible de propietarios de diferentes parcelas, y en su caso, se han instalado los apoyos cerca de los lindes etc.

De mismo modo, el trazado de Línea ha sido diseñado partiendo de un análisis medioambiental de la zona. Se han respetado las zonas de especial protección para aves (ZEPA). Se han estudiado varias alternativas diferentes para el trazado de la línea y, finalmente, se ha escogido el que constituía un impacto ambiental menor en la zona. En la Figura 1.2 se muestra el mapa de zonas de especial protección para aves en términos municipales Oliva de la Frontera y Jerez de los Caballeros, así como el trazado de nuestra línea. En esta misma figura se representa con el número 27 la zona llamada “DEHESA DE JEREZ” y con el número 41 el “EMBALSE DE VALUENGO”, de tal modo que nuestra línea no discurre por ninguna de estas zonas.



Figura 1.2 Zonas ZEPA en Oliva de la Frontera y Jerez de los Caballeros

7. LIMITACIONES DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene un objeto didáctico y es de carácter académico. No se trata de un proyecto que realmente se vaya a tramitar o ejecutar. Se resumen en este apartado las posibles limitaciones del documento:

- Los datos de partida que corresponde a la ubicación de línea, el trazado, la potencia aparente y la tensión de línea se han tomado las que ya tenía definida empresa Valsolar 2006 S.L.
- No se ha realizado una toma de datos de campo, ni se han obtenido planos de desarrollo urbanístico de la zona, pasillos eléctricos previstos etc. La base para la elección del trazado ha sido tomado del mapa cartográfico que dispone Visor Sigpac, en el que se han localizado las infraestructuras existentes (carreteras, viviendas, cursos de agua...)
- Los datos de parcelas afectadas y sus correspondientes características se han determinado con la ayuda de Visor Sigpac y Sede Electrónica del Catastro, no se han determinado a los propietarios y Organismos Oficiales de parcelas afectadas.
- El perfil de la Línea se ha obtenido con la ayuda de programas informáticos tales como Global Mapper (que dispone de líneas de nivel de la superficie terrestre del todo planeta) y AutoCAD Civil en vez de tomas geográficas realizadas por topógrafos.
- Una vez decidido el trazado, no se han realizado las consultas previas pertinentes a los Organismos Oficiales afectados, con el objeto de poner en conocimiento la futura instalación y obtener su autorización, así como los condicionantes a cumplir por la instalación ni el estudio de impacto ambiental.

- Las torres, cimentaciones, conductores y cable de tierra han sido calculados con programa de Imedexsa y se han seleccionado de su base de datos. Por otro lado las cadenas de aisladores han sido seleccionadas de catálogos de fabricantes existentes.

8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La línea aérea diseñada y calculada, objeto del presente proyecto, se define mediante la tensión de servicio y la potencia aparente transportada.

Según el artículo 3 del Capítulo 1 del Reglamento de Alta Tensión, la línea quedaría encuadrada como línea de Categoría Especial, con una tensión 220 kV y una potencia aparente de 125 MVA.

La línea será de circuito simple, con dos conductores por fase. Como conductor de fase se utilizará el LA-280 (242-AL1/39-ST1A) y como conductor de tierra se empleará el OPGW-48.

8.1 Parámetros eléctricos de línea

Los parámetros eléctricos de la línea se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1.1 Parámetros eléctricos de la línea

Parámetros	Alternativa trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de línea (kV)	220
Potencia activa (MW)	100
Factor de potencia (cosφ)	0,8
Potencia aparente (MVA)	125

8.2 Características fundamentales

El trazado de la línea puede verse en el Plano N°1. La línea del presente proyecto está formada por un circuito sencillo, con la configuración de conductores en Dúplex. En la Tabla 1.2 se describen las características fundamentales que pertenecen a nuestra línea:

Tabla 1.2 Características fundamentales de línea

Parámetros	Descripción
Origen	Pórtico de la subestación transformadora La Foresta en termino municipal Oliva de la Frontera.
Fin	Pórtico de la subestación transformadora Brovalos en termino municipal Jerez de los Caballeros.
Tipo	Aérea, simple circuito
Configuración de fases	Dúplex
Tipo de crucetas	S (Tresbolillo)
Tipo de apoyos	Torres de cuatro patas
Tipo de cimentación	Cuadrada sin cueva
Conductores de fase	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Cable de tierra	OPGW-48
Longitud	35012 m
Zonas por donde discurre	A y B
Categoría de línea	Categoría especial
Nº de apoyos	122

8.3 Descripción del trazado y cruzamientos

La línea deriva del Pórtico situado en la Subestación Transformadora La Foresta propiedad de la empresa promotora que estará diseñada únicamente para transformar energía proveniente de la

Planta fotovoltaica de 100 MW situada en la zona, con un vano destensado de 50 metros llegando al apoyo nº1 Fin de Línea serie IC-55000-15.

Del apoyo nº 1 a través de un vano de 323 metros pasamos al apoyo nº 2 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-25 con un ángulo de 135 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CR OLIVA FRNT-VALE MONB EX-307 que está situado a 120 metros del apoyo nº1 al linde izquierdo de carretera y 167 metros del apoyo nº 2 y linde derecho de carretera.

Del apoyo nº 2 a través de un vano de 349 metros pasamos al apoyo nº 3 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-25 con un ángulo de 154 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO VEGUINO que está situado a 189 metros del apoyo nº2 al linde izquierdo de arroyo y 148 metros del apoyo nº 3 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo nº 3 a través de un vano de 415 metros pasamos al apoyo nº 4 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-30 con un ángulo de 157 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO DEL MEMBRILLO que está situado a 183 metros del apoyo nº 3 al linde izquierdo de arroyo y 225 metros del apoyo nº 4 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo nº 4 a través de un vano de 299 metros pasamos al apoyo nº 5 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 5 a través de un vano de 320 metros pasamos al apoyo nº 6 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21.

Del apoyo nº 6 a través de un vano de 244 metros pasamos al apoyo nº 7 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 7 a través de un vano de 275 metros pasamos al apoyo nº 8 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 150 grados centesimales.

Del apoyo nº 8 a través de un vano de 204 metros pasamos al apoyo nº 9 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE LA CORTE que está situado a 81 metros del apoyo nº 8 al linde izquierdo de camino y 112 metros del apoyo nº 2 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 9 a través de un vano de 202 metros pasamos al apoyo nº 10 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 153 grados centesimales.

Del apoyo nº 10 a través de un vano de 317 metros pasamos al apoyo nº 11 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-30.

Del apoyo nº 11 a través de un vano de 318 metros pasamos al apoyo nº 12 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE LA CASA DE LOS GUARDAS que está situado a 247 metros del apoyo nº 11 al linde izquierdo de camino y 64 metros del apoyo nº 12 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 12 a través de un vano de 284 metros pasamos al apoyo nº 13 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 158 grados centesimales.

Del apoyo nº 13 a través de un vano de 269 metros pasamos al apoyo nº 14 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24.

Del apoyo nº 14 a través de un vano de 389 metros pasamos al apoyo nº 15 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-21. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO DE LAS CRICAS que está situado a 310 metros del apoyo nº 14 al linde izquierdo de arroyo y 68 metros del apoyo nº 15 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo nº 15 a través de un vano de 273 metros pasamos al apoyo nº 16 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20.

Del apoyo nº 16 a través de un vano de 249 metros pasamos al apoyo nº 17 que es un apoyo de Alineación Anclaje serie GCO-9000-18.

Del apoyo nº 17 a través de un vano de 163 metros pasamos al apoyo nº 18 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE LA NAVA que está situado a 56 metros del apoyo nº 17 al linde izquierdo de camino y 102 metros del apoyo nº 18 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 18 a través de un vano de 282 metros pasamos al apoyo nº 19 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-15.

Del apoyo nº 19 a través de un vano de 355 metros pasamos al apoyo nº 20 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-20 con un ángulo de 135 grados centesimales.

Del apoyo nº 20 a través de un vano de 299 metros pasamos al apoyo nº 21 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24,4.

Del apoyo nº 21 a través de un vano de 336 metros pasamos al apoyo nº 22 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 22 a través de un vano de 256 metros pasamos al apoyo nº 23 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-20 con un ángulo de 139 grados centesimales.

Del apoyo nº 23 a través de un vano de 297 metros pasamos al apoyo nº 24 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20.

Del apoyo nº 24 a través de un vano de 275 metros pasamos al apoyo nº 25 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 25 a través de un vano de 292 metros pasamos al apoyo nº 26 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24.

Del apoyo nº 26 a través de un vano de 331 metros pasamos al apoyo nº 27 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 27 a través de un vano de 256 metros pasamos al apoyo nº 28 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE GUIJARROS que está situado a 81 metros del apoyo nº 27 al linde izquierdo de camino y 168 metros del apoyo nº 28 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 28 a través de un vano de 329 metros pasamos al apoyo nº 29 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 154 grados centesimales.

Del apoyo nº 29 a través de un vano de 309 metros pasamos al apoyo nº 30 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE LA VIBORA que está situado a 74 metros del apoyo nº 29 al linde izquierdo de camino y 227 metros del apoyo nº 30 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 30 a través de un vano de 260 metros pasamos al apoyo nº 31 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CN DE LAS DOBLAS que está situado a 164 metros del apoyo nº 30 al linde izquierdo de camino y 90 metros del apoyo nº 31 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 31 a través de un vano de 272 metros pasamos al apoyo nº 32 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 32 a través de un vano de 327 metros pasamos al apoyo nº 33 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 33 a través de un vano de 342 metros pasamos al apoyo nº 34 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-25 con un ángulo de 162 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO DE OLIVA que está situado a 136 metros del apoyo nº 33 al linde izquierdo de arroyo y 192 metros del apoyo nº 34 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo nº 34 a través de un vano de 217 metros pasamos al apoyo nº 35 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 35 a través de un vano de 182 metros pasamos al apoyo nº 36 que es un apoyo de Alineación Anclaje serie CO-9000-21.

Del apoyo nº 36 a través de un vano de 308 metros pasamos al apoyo nº 37 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-40000-25.

Del apoyo nº 37 a través de un vano de 339 metros pasamos al apoyo nº 38 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24.

Del apoyo nº 38 a través de un vano de 373 metros pasamos al apoyo nº 39 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 153 grados centesimales.

Del apoyo nº 39 a través de un vano de 335 metros pasamos al apoyo nº 40 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DEL SANTO que está situado a 179 metros del apoyo nº 39 al linde izquierdo de camino y 148 metros del apoyo nº 40 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 40 a través de un vano de 349 metros pasamos al apoyo nº 41 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 57 metros del apoyo nº 40 al linde izquierdo de camino y 286 metros del apoyo nº 41 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 41 a través de un vano de 348 metros pasamos al apoyo nº 42 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-21. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DE LAS CERCAS que está situado a 245 metros del apoyo nº 41 al linde izquierdo de camino y 96 metros del apoyo nº 42 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 42 a través de un vano de 279 metros pasamos al apoyo nº 43 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21.

Del apoyo nº 43 a través de un vano de 272 metros pasamos al apoyo nº 44 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 164 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DE SANDOBAL que está situado a 210 metros del apoyo nº 43 al linde izquierdo de camino y 55 metros del apoyo nº 44 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 44 a través de un vano de 249 metros pasamos al apoyo nº 45 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 45 a través de un vano de 183 metros pasamos al apoyo nº 46 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 158 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con COLADA DEL CAMINO-ENCINASOLA que está situado a 86 metros del apoyo nº 45 al linde izquierdo de colada y 88 metros del apoyo nº 46 y linde derecho de colada.

Del apoyo nº 46 a través de un vano de 292 metros pasamos al apoyo nº 47 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 47 a través de un vano de 296 metros pasamos al apoyo nº 48 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-21.

Del apoyo nº 48 a través de un vano de 334 metros pasamos al apoyo nº 49 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20.

Del apoyo nº 49 a través de un vano de 406 metros pasamos al apoyo nº 50 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-9000-21.

Del apoyo nº 50 a través de un vano de 183 metros pasamos al apoyo nº 51 que es un apoyo de Ángulo Anclaje serie GCO-40000-25 con un ángulo de 154 grados centesimales.

Del apoyo nº 51 a través de un vano de 329 metros pasamos al apoyo nº 52 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-15. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DE LA MATILLA que está situado a 227 metros del apoyo nº 51 al linde izquierdo de camino y 94 metros del apoyo nº 52 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 52 a través de un vano de 304 metros pasamos al apoyo nº 53 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 53 a través de un vano de 239 metros pasamos al apoyo nº 54 que es un apoyo de Alineación Anclaje serie CO-9000-21.

Del apoyo nº 54 a través de un vano de 268 metros pasamos al apoyo nº 55 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie IC-55000-25. En el presente vano hay un cruzamiento con CARRETERA que está situado a 179 metros del apoyo nº 54 al linde izquierdo de carretera y 69 metros del apoyo nº 55 y linde derecho de carretera.

Del apoyo nº 55 a través de un vano de 294 metros pasamos al apoyo nº 56 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-15.

Del apoyo nº 56 a través de un vano de 182 metros pasamos al apoyo nº 57 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 148 grados centesimales.

Del apoyo nº 57 a través de un vano de 340 metros pasamos al apoyo nº 58 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24.

Del apoyo nº 58 a través de un vano de 356 metros pasamos al apoyo nº 59 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 147 grados centesimales.

Del apoyo nº 59 a través de un vano de 322 metros pasamos al apoyo nº 60 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CM OLIVA FRONTERA JEREZ que está situado a 152 metros del apoyo nº 59 al linde izquierdo de camino y 154 metros del apoyo nº 60 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 60 a través de un vano de 279 metros pasamos al apoyo nº 61 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 61 a través de un vano de 287 metros pasamos al apoyo nº 62 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-30.

Del apoyo nº 62 a través de un vano de 345 metros pasamos al apoyo nº 63 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-20 con un ángulo de 138 grados centesimales.

Del apoyo nº 63 a través de un vano de 355 metros pasamos al apoyo nº 64 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 64 a través de un vano de 233 metros pasamos al apoyo nº 65 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 65 a través de un vano de 341 metros pasamos al apoyo nº 66 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 66 a través de un vano de 224 metros pasamos al apoyo nº 67 que es un apoyo de Ángulo Anclaje serie GCO-40000-20 con un ángulo de 157 grados centesimales.

Del apoyo nº 67 a través de un vano de 351 metros pasamos al apoyo nº 68 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 68 a través de un vano de 231 metros pasamos al apoyo nº 69 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 151 grados centesimales.

Del apoyo nº 69 a través de un vano de 231 metros pasamos al apoyo nº 70 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21.

Del apoyo nº 70 a través de un vano de 286 metros pasamos al apoyo nº 71 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21.

Del apoyo nº 71 a través de un vano de 201 metros pasamos al apoyo nº 72 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 157 grados centesimales.

Del apoyo nº 72 a través de un vano de 316 metros pasamos al apoyo nº 73 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-12000-21 con un ángulo de 165 grados centesimales. En el presente vano

hay un cruzamiento con CM OLIVA FRONTERA JEREZ que está situado a 146 metros del apoyo n° 72 al linde izquierdo de camino y 154 metros del apoyo n° 73 y linde derecho de camino.

Del apoyo n° 73 a través de un vano de 308 metros pasamos al apoyo n° 74 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-27.

Del apoyo n° 74 a través de un vano de 295 metros pasamos al apoyo n° 75 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo n° 75 a través de un vano de 352 metros pasamos al apoyo n° 76 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-25 con un ángulo de 139 grados centesimales.

Del apoyo n° 76 a través de un vano de 209 metros pasamos al apoyo n° 77 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-35.

Del apoyo n° 77 a través de un vano de 398 metros pasamos al apoyo n° 78 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-30.

Del apoyo n° 78 a través de un vano de 356 metros pasamos al apoyo n° 79 que es un apoyo de Alineación Amarre serie GCO-9000-35.

Del apoyo n° 79 a través de un vano de 270 metros pasamos al apoyo n° 80 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 162 grados centesimales.

Del apoyo n° 80 a través de un vano de 182 metros pasamos al apoyo n° 81 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-21.

Del apoyo n° 81 a través de un vano de 430 metros pasamos al apoyo n° 82 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-25 con un ángulo de 157 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CM DE OLIVA FRONTERA A JEREZ que está situado a 149 metros del apoyo n° 81 al linde izquierdo de camino y 272 metros del apoyo n° 82 y linde derecho de camino.

Del apoyo n° 82 a través de un vano de 178 metros pasamos al apoyo n° 83 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo n° 83 a través de un vano de 221 metros pasamos al apoyo n° 84 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-24.

Del apoyo n° 84 a través de un vano de 282 metros pasamos al apoyo n° 85 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-25 con un ángulo de 138 grados centesimales.

Del apoyo n° 85 a través de un vano de 252 metros pasamos al apoyo n° 86 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-15. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 94 metros del apoyo n° 85 al linde izquierdo de camino y 146 metros del apoyo n° 86 y linde derecho de camino.

Del apoyo n° 86 a través de un vano de 359 metros pasamos al apoyo n° 87 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie IC-55000-25.

Del apoyo n° 87 a través de un vano de 240 metros pasamos al apoyo n° 88 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-9000-18 con un ángulo de 168 grados centesimales.

Del apoyo nº 88 a través de un vano de 173 metros pasamos al apoyo nº 89 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 89 a través de un vano de 285 metros pasamos al apoyo nº 90 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20.

Del apoyo nº 90 a través de un vano de 285 metros pasamos al apoyo nº 91 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo nº 91 a través de un vano de 268 metros pasamos al apoyo nº 92 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25.

Del apoyo nº 92 a través de un vano de 324 metros pasamos al apoyo nº 93 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-25 con un ángulo de 157 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DE MATAPERROS A JEREZ que está situado a 143 metros del apoyo nº 92 al linde izquierdo de camino y 166 metros del apoyo nº 93 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 93 a través de un vano de 389 metros pasamos al apoyo nº 94 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 212 metros del apoyo nº 93 al linde izquierdo de camino y 171 metros del apoyo nº 94 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 94 a través de un vano de 354 metros pasamos al apoyo nº 95 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-27. En el presente vano hay dos cruzamientos, uno de ellos es el cruzamiento con CM DE CUMBRES BAJAS A JEREZ que está situado a 178 metros del apoyo nº 94 al linde izquierdo de camino y 166 metros del apoyo nº 95 y linde derecho de camino, y segundo es con CAMINO que está situado a 277 metros del apoyo nº 94 al linde izquierdo de camino y 71 metros del apoyo nº 95 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 95 a través de un vano de 266 metros pasamos al apoyo nº 96 que es un apoyo de Alineación Amarre serie CO-9000-15.

Del apoyo nº 96 a través de un vano de 223 metros pasamos al apoyo nº 97 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-9000-21 con un ángulo de 165 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 108 metros del apoyo nº 96 al linde izquierdo de camino y 110 metros del apoyo nº 97 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 97 a través de un vano de 217 metros pasamos al apoyo nº 98 que es un apoyo de Alineación Anclaje serie CO-9000-24.

Del apoyo nº 98 a través de un vano de 395 metros pasamos al apoyo nº 99 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-27.

Del apoyo nº 99 a través de un vano de 301 metros pasamos al apoyo nº 100 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-27.

Del apoyo nº 100 a través de un vano de 304 metros pasamos al apoyo nº 101 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20. En el presente vano hay un cruzamiento con CM VIEJO DE JERZ A FREGENAL que está situado a 186 metros del apoyo nº 100 al linde izquierdo de camino y 99 metros del apoyo nº 101 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 101 a través de un vano de 323 metros pasamos al apoyo nº 102 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-9000-12 con un ángulo de 175 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con LINEA AT 400KV que es una línea de mayor tensión, propiedad de Red Eléctrica de España que está situado a 191 metros del apoyo nº 101 y 131 metros del apoyo nº 102. La distancia de conductores de fase de Línea de 400kV al terreno es de 38 metros.

Del apoyo nº 102 a través de un vano de 253 metros pasamos al apoyo nº 103 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-21.

Del apoyo nº 103 a través de un vano de 213 metros pasamos al apoyo nº 104 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay dos cruzamientos, ambos cruzamientos se proceden con CAMINOS que, el primero está situado a 63 metros del apoyo nº 103 al linde izquierdo de camino y 145 metros del apoyo nº 104 y linde derecho de camino, y el segundo está situado a 149 metros del apoyo nº 103 al linde izquierdo de camino y 59 metros del apoyo nº 104 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 104 a través de un vano de 365 metros pasamos al apoyo nº 105 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 229 metros del apoyo nº 104 al linde izquierdo de camino y 129 metros del apoyo nº 105 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 105 a través de un vano de 275 metros pasamos al apoyo nº 106 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-9000-18 con un ángulo de 165 grados centesimales.

Del apoyo nº 106 a través de un vano de 365 metros pasamos al apoyo nº 107 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-25. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 142 metros del apoyo nº 106 al linde izquierdo de camino y 169 metros del apoyo nº 107 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 107 a través de un vano de 256 metros pasamos al apoyo nº 108 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-25 con un ángulo de 135 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 135 metros del apoyo nº 107 al linde izquierdo de camino y 114 metros del apoyo nº 108 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 108 a través de un vano de 312 metros pasamos al apoyo nº 109 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO que está situado a 235 metros del apoyo nº 108 al linde izquierdo de camino y 71 metros del apoyo nº 109 y linde derecho de camino.

Del apoyo nº 10 a través de un vano de 144 metros pasamos al apoyo nº 110 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-15 con un ángulo de 136 grados centesimales.

Del apoyo nº 110 a través de un vano de 266 metros pasamos al apoyo nº 111 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie IC-55000-15 con un ángulo de 135 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con CR N 435 BADAJOZ HUELVA que está situado a 139 metros del apoyo nº 110 al linde izquierdo de carretera y 100 metros del apoyo nº 111 y linde derecho de carretera.

Del apoyo nº 111 a través de un vano de 303 metros pasamos al apoyo nº 112 que es un apoyo de Alineación Anclaje serie CO-9000-18. En el presente vano hay un cruzamiento con LINEA MT 20KV propiedad de Sevillana Endesa, es una línea de menor tensión que está situado a 288 metros del

apoyo n° 111 y 15 metros del apoyo n° 112. La distancia al terreno de conductores de fase de Línea de 20 kV es de 9 metros.

Del apoyo n° 112 a través de un vano de 222 metros pasamos al apoyo n° 113 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie GCO-40000-20. En el presente vano hay un cruzamiento con CAMINO DE LAS ALMENDRERAS que está situado a 151 metros del apoyo n° 112 al linde izquierdo de camino y 65 metros del apoyo n° 113 y linde derecho de camino.

Del apoyo n° 113 a través de un vano de 152 metros pasamos al apoyo n° 114 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-15 con un ángulo de 161 grados centesimales.

Del apoyo n° 114 a través de un vano de 397 metros pasamos al apoyo n° 115 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO que está situado a 93 metros del apoyo n° 114 al linde izquierdo de arroyo y 291 metros del apoyo n° 115 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo n° 115 a través de un vano de 193 metros pasamos al apoyo n° 116 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-3000-24.

Del apoyo n° 116 a través de un vano de 301 metros pasamos al apoyo n° 117 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-20 con un ángulo de 141 grados centesimales. En el presente vano hay dos cruzamientos, el primero es un cruzamiento con CAMINO que está situado a 210 metros del apoyo n° 116 al linde izquierdo de camino y 85 metros del apoyo n° 117 y linde derecho de camino, y el segundo es un cruzamiento con LINEA MT 20KV propiedad de Sevillana Endesa, es una línea de menor tensión que está situado a 250 metros del apoyo n° 116 y 51 metros del apoyo n° 117. La distancia al terreno de conductores de fase de Línea de 20 kV es de 9 metros.

Del apoyo n° 117 a través de un vano de 336 metros pasamos al apoyo n° 118 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-27. En el presente vano hay un cruzamiento con CARRETERA que está situado a 147 metros del apoyo n° 117 al linde izquierdo de carretera y 165 metros del apoyo n° 118 y linde derecho de carretera.

Del apoyo n° 118 a través de un vano de 374 metros pasamos al apoyo n° 119 que es un apoyo de Alineación Suspensión serie CO-5000-36. En el presente vano hay un cruzamiento con ARROYO GOME que está situado a 251 metros del apoyo n° 118 al linde izquierdo de arroyo y 116 metros del apoyo n° 119 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo n° 119 a través de un vano de 377 metros pasamos al apoyo n° 120 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie GCO-40000-40 con un ángulo de 147 grados centesimales. En el presente vano hay un cruzamiento con LINEA AT 45KV que es una línea de menor tensión, propiedad de Sevillana Endesa. Está situado a 310 metros del apoyo n° 119 y 66 metros del apoyo n° 120. La distancia de conductores de fase de Línea de 45kV al terreno es de 20 metros.

Del apoyo n° 120 a través de un vano de 340 metros pasamos al apoyo n° 121 que es un apoyo de Ángulo Amarre serie CO-9000-15 con un ángulo de 171 grados centesimales. En el presente vano hay dos cruzamientos, el primero es un cruzamiento con CAMINO que está situado a 97 metros del apoyo n° 120 al linde izquierdo de camino y 239 metros del apoyo n° 121 y linde derecho de camino, y el segundo es un cruzamiento con ARROYO que está situado a 150 metros del apoyo n° 120 al linde izquierdo de arroyo y 183 metros del apoyo n° 121 y linde derecho de arroyo.

Del apoyo n° 121 a través de un vano de 210 metros pasamos al apoyo n° 122 que es un apoyo de Fin de Línea serie IC-55000-15. La línea termina en el Pórtico situado en la Subestación transformadora Brovales propiedad de Red Eléctrica de España que estará conectado con línea a través de un vano flojo de 50 metros de longitud.

8.4 Organismos afectados por la línea

En la Tabla 1.3 se puede ver datos correspondientes a parcelas afectadas por la línea de evacuación.

Tabla 1.3 Datos de las parcelas afectadas.

N° de Parcela según Proyecto	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
1	6	93	9	104	21,552
2	6	93	9	9001	9,345
3	6	93	10	16	3,025
4	6	93	10	18	5,955
5	6	93	10	9001	10,385
6	6	93	11	33	9,991
7	6	93	11	9004	0,862
8	6	93	11	37	6,604
9	6	93	11	38	3,653
10	6	93	11	39	12,604
11	6	93	11	50	3,627
12	6	93	11	55	4,780
13	6	93	11	49	4,668
14	6	93	11	48	2,560
15	6	93	11	47	4,193
16	6	93	11	9002	1,348
17	6	93	14	21	6,063
18	6	93	14	18	15,223
19	6	93	14	30	6,861
20	6	93	14	9003	0,693
21	6	93	14	29	6,779
22	6	93	14	32	3,139
23	6	93	14	36	4,690
24	6	93	14	44	7,830
25	6	93	14	43	5,290
26	6	93	14	9004	2,004
27	6	93	14	40	88,254
28	6	93	14	45	0,457
29	6	93	14	46	10,329
30	6	93	14	61	1,181
31	6	93	14	9001	1,166
32	6	93	15	82	26,965
33	6	93	15	118	7,373
34	6	93	15	117	5,357
35	6	93	15	89	3,376
36	6	93	15	91	8,760
37	6	93	15	94	6,928
38	6	93	15	93	6,329
39	6	93	15	97	4,733
40	6	93	15	98	4,415
41	6	93	15	12	31,570
42	6	93	15	142	4,507
43	6	93	15	9003	0,822
44	6	93	15	11	40,540
45	6	93	15	7	11,213
46	6	93	15	9002	2,107
47	6	93	18	24	4,662
48	6	93	18	11	16,734
49	6	93	18	9001	1,257
50	6	93	18	44	36,313
51	6	93	18	9002	2,008
52	6	93	21	52	5,013

Tabla 1.3 Datos de las parcelas afectadas.

N° de Parcela según Proyecto	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
53	6	93	21	46	17,611
54	6	93	21	41	14,438
55	6	93	21	40	9,066
56	6	93	21	25	2,022
57	6	93	21	24	12,642
58	6	93	21	15	13,204
59	6	93	21	22	4,839
60	6	93	20	9001	1,471
61	6	93	20	26	2,468
62	6	93	20	24	3,232
63	6	93	20	9004	0,186
64	6	93	20	23	6,140
65	6	93	20	22	5,497
66	6	93	20	19	0,955
67	6	93	20	18	0,897
68	6	93	20	17	1,648
69	6	93	20	9003	0,477
70	6	93	22	25	1,777
71	6	93	22	29	1,013
72	6	93	22	24	3,008
73	6	93	22	34	2,583
74	6	93	22	35	0,955
75	6	93	22	39	1,561
76	6	93	22	49	0,449
77	6	93	22	9001	0,345
78	6	93	22	10	1,573
79	6	93	22	11	1,841
80	6	93	22	8	4,027
81	6	93	22	9002	0,976
82	6	70	26	67	2,330
83	6	70	26	66	11,519
84	6	70	26	61	6,639
85	6	70	26	58	9,151
86	6	70	26	56	0,877
87	6	70	26	57	0,669
88	6	70	26	54	9,646
89	6	70	26	49	4,616
90	6	70	26	46	0,520
91	6	70	26	45	0,922
92	6	70	26	9006	1,577
93	6	70	26	43	137,993
94	6	70	26	9013	5,955
95	6	70	27	273	66,941
96	6	70	27	271	110,751
97	6	70	25	9007	10,603
98	6	70	25	171	38,171
99	6	70	25	186	15,920
100	6	70	25	185	26,671
101	6	70	25	184	20,268
102	6	70	25	183	11,549
103	6	70	25	182	14,399
104	6	70	25	181	15,290
105	6	70	25	179	2,070
106	6	70	25	178	3,098
107	6	70	25	176	23,452
108	6	70	25	100	67,560
109	6	70	25	99	11,146
110	6	70	25	97	2,638
111	6	70	27	13	3,658
112	6	70	27	12	4,829
113	6	70	27	11	5,359
114	6	70	27	16	15,319
115	6	70	27	8	44,823
116	6	70	27	2	38,033

Tabla 1.3 Datos de las parcelas afectadas.

Nº de Parcela según Proyecto	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
117	6	70	27	5	10,072
118	6	70	27	3	27,705
119	6	70	24	9004	2,737
120	6	70	24	110	44,003
121	6	70	24	115	11,011
122	6	70	24	71	49,513
123	6	70	24	9008	0,638
124	6	70	24	117	2,461
125	6	70	24	119	3,646
126	6	70	24	112	40,894
127	6	70	23	229	47,161
128	6	70	23	241	44,599
129	6	70	23	246	63,350
130	6	70	23	372	2,536
131	6	70	23	248	0,621
132	6	70	23	247	0,939
133	6	70	23	249	1,370
134	6	70	23	369	0,903
135	6	70	22	9001	4,911
136	6	70	22	136	3,320
137	6	70	22	195	2,981
138	6	70	22	9010	0,594
139	6	70	22	146	5,848
140	6	70	22	9002	2,359
141	6	70	22	114	0,840
142	6	70	22	113	1,047
143	6	70	22	9011	0,364
144	6	70	22	158	4,171
145	6	70	22	157	5,337
146	6	70	22	159	2,431
147	6	70	22	9003	2,041
148	6	70	22	172	133,857
149	6	70	22	175	13,754
150	6	70	19	9002	5,610
151	6	70	19	99	23,046
152	6	70	19	105	83,243
153	6	70	19	9004	0,841
154	6	70	19	86	25,807
155	6	70	19	85	1,813
156	6	70	19	9005	0,920
157	6	70	19	106	53,454
158	6	70	19	111	1,203
159	6	70	19	113	1,103
160	6	70	19	112	0,504
161	6	70	18	9014	0,687
162	6	70	18	118	1,365
163	6	70	18	119	1,514
164	6	70	18	120	1,597
165	6	70	18	9010	0,559
166	6	70	18	155	1,464
167	6	70	18	163	1,508
168	6	70	18	162	1,545
169	6	70	18	161	1,481
170	6	70	18	9009	0,660
171	6	70	18	56	1,501
172	6	70	18	57	1,599
173	6	70	18	58	1,433
174	6	70	18	9002	11,608
175	6	70	18	27	1,910
176	6	70	18	32	1,736
177	6	70	18	31	4,973
178	6	70	18	9003	0,386
179	6	70	18	47	2,428
180	6	70	18	49	13,625

Tabla 1.3 Datos de las parcelas afectadas.

Nº de Parcela según Proyecto	Provincia	Término Municipal	Polígono	Parcela	Superficie (ha)
181	6	70	18	48	2,447
182	6	70	17	9019	0,858
183	6	70	17	98	1,911
184	6	70	17	94	1,334
185	6	70	17	95	1,201
186	6	70	17	96	0,922
187	6	70	17	97	0,796
188	6	70	17	114	0,975
189	6	70	17	115	1,147
190	6	70	17	116	1,124
191	6	70	17	9007	2,045
192	6	70	17	67	3,813
193	6	70	17	66	4,175
194	6	70	17	9005	4,179
195	6	70	17	62	6,465
196	6	70	17	50	3,640
197	6	70	17	9004	0,400
198	6	70	17	61	6,784
199	6	70	17	211	2,530
200	6	70	17	60	6,395
201	6	70	17	9031	4,324
202	6	70	17	148	3,498
203	6	70	17	9013	0,303
204	6	70	17	149	3,985
205	6	70	36	94	0,852
206	6	70	36	9014	3,105
207	6	70	17	9030	2,072
208	6	70	17	36	36,921

8.5 Materiales

Los materiales a emplear en la instalación, tendrán un aislamiento, que estará dimensionado, salvo indicación, como mínimo para una tensión más elevada de 245 kV.

8.6 Conductor

El conductor a utilizar en la línea aérea es el LA-280, que es un cable de aluminio-acero galvanizado, cuyas principales características se indican en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4 Características del LA-280

Parámetros	Descripción
Conductor	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Sección de aluminio (mm ²)	241,7
Sección de acero (mm ²)	39,4
Sección total (mm ²)	281,1
Composición	26+7
Diámetro de alma (mm)	8,04
Diámetro de total (mm)	21,8
Carga de rotura (daN)	8453
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	7551
Coefficiente de dilatación (°C)	1,89·10 ⁻⁵
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,1195
Peso (Kg/km)	977

8.7 Cable de tierra

El cable de tierra seleccionado en el presente proyecto es el OPGW-48, que es un cable de aluminio con núcleo de acero galvanizado de alta resistencia.

El cable de guarda con fibra óptica (OPGW) integrada en el concepto del tradicional cable de tierra un componente de telecomunicaciones de alto rendimiento. A pesar de esta función adicional, el cable OPGW no dejará de ser un cable cuya función primaria es la protección de las líneas aéreas contra descargas atmosféricas, garantizando a la vez una disipación eficaz de las corrientes de cortocircuito.

Las principales características se indican en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5 Características del OPGW-48

Parámetros	Descripción
Conductor	OPGW-48
Sección total (mm ²)	180
Composición	12+6+1
Diámetro de total (mm)	17
Carga de rotura (daN)	8000
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	12000
Coefficiente de dilatación (°C)	1,5·10 ⁻⁵
Resistencia a 20 °C (Ω/km)	0,231
Peso (Kg/km)	624

8.8 Apoyos

La selección del apoyo del presente documento se ha realizado mediante el catálogo del fabricante Imedexsa.

Este fabricante fabrica apoyos cumpliendo con las características indicadas en R.D. 223/2008. El tipo de apoyos es variable a lo largo de línea así se ha seleccionado apoyos más apropiados en cada situación en función de los esfuerzos que ha de resistir y alturas que un apoyo dado tiene que mantener. De este modo se han seleccionado 3 tipos de apoyos que ofrece empresa Imedexsa: Cóndor (CO), Gran Cóndor (GCO) e Ícaro (IC).

Todos estos apoyos son torres tronco piramidal de sección cuadrada construida con perfiles angulares galvanizados, unidos mediante tornillería. El fuste tronco piramidal se ancla al terreno con cimentación independiente en cada pata.

1 Características generales de apoyos tipo Cóndor.

Estas torres han sido especialmente diseñadas para líneas de 132 y 220 kV, por lo que las alturas de cabezas y longitudes de crucetas cumplen las distancias entre conductores y distancia conductor-apoyo más usuales en este tipo de líneas. La cabeza es recta de 1,5 metros de ancho.

2 Características generales de apoyos tipo Gran Cóndor.

Estas torres han sido especialmente diseñadas para líneas de doble circuito de 220 kV, por lo que las alturas de cabezas y longitudes de se han estudiado teniendo en cuenta las distancias entre conductores y distancia conductor-apoyo más usuales en este tipo de líneas. La cabeza es recta de 2 metros de ancho.

3 Características generales de apoyos tipo Ícaro.

Los montantes del fuste son de doble angular y las celosías dobles en toda la torre, incluida la cabeza, arriostrándose las del fuste con celosías auxiliares.

Estas torres han sido especialmente diseñadas para líneas de 220 y 400 kV, por lo que sus dimensiones generales se adaptan a las distancias entre conductores y entre estos y la torre usuales en estas líneas. Los modelos creados soportan aproximadamente 55000 y 70000 Kg de esfuerzo útil en 1ª Hipótesis con C.S. de 1,5. La cabeza es recta de 2,5 metros de ancho.

Las funciones de los apoyos que trata en este proyecto son:

- Apoyo de principio de línea: es el primer apoyo de la línea. Es un apoyo con cadenas de amarre.
- Apoyo de fin de línea: es el último apoyo de la línea. Utiliza cadenas de amarre.
- Apoyo en ángulo: se utiliza cuando el trazado de la línea experimenta un cambio en su dirección. Utiliza cadenas de amarre.
- Apoyo en anclaje: son apoyos con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.
- Apoyo de alineación: se utiliza cuando el trazado de la línea no experimenta cambios en su dirección. Es un apoyo con cadenas de suspensión.

En la Tabla 1.6 se puede apreciar el número del apoyo, su función, la denominación, coordenadas UTM y la altitud.

Tabla 1.6 Tabla de apoyos.

Nº de apoyo	Función de apoyo	Denominación de Apoyos	UTM X (m)	UTM Y (m)	Altitud (m)
1	FL	IC-55000	670493,28	4233841,96	284,60
2	AN-AM	IC-55000	670815,56	4233812,61	275,76
3	AN-AM	GCO-40000	671039,14	4233544,60	252,98
4	AN-AM	GCO-40000	671418,45	4233375,78	263,54
5	AL-SU	GCO-40000	671717,92	4233369,21	269,29
6	AL-SU	CO-3000	672038,53	4233362,18	284,00
7	AL-SU	CO-3000	672283,30	4233356,82	285,27
8	AN-AM	GCO-40000	672559,09	4233350,77	292,11
9	AL-SU	CO-3000	672738,14	4233447,37	297,99
10	AN-AM	GCO-40000	672916,48	4233543,59	293,97
11	AL-SU	GCO-40000	673233,26	4233552,61	279,56
12	AL-SU	CO-3000	673551,52	4233561,67	295,57
13	AN-AM	GCO-40000	673835,55	4233569,75	271,59
14	AL-SU	CO-5000	674082,21	4233679,25	277,46
15	AL-AM	CO-9000	674438,35	4233837,36	254,48
16	AL-SU	GCO-40000	674688,38	4233948,36	280,46
17	AL-ANC	CO-9000	674916,35	4234049,57	316,66
18	AL-SU	CO-3000	675065,53	4234115,79	304,89
19	AL-AM	CO-9000	675323,96	4234230,52	269,14
20	AN-AM	IC-55000	675648,36	4234374,54	276,70
21	AL-SU	CO-5000	675754,35	4234654,29	275,06
22	AL-SU	GCO-40000	675873,66	4234969,17	274,49
23	AN-AM	IC-55000	675964,62	4235209,23	285,97
24	AL-SU	GCO-40000	676227,05	4235348,95	288,32
25	AL-SU	CO-3000	676470,55	4235478,59	292,33
26	AL-SU	CO-5000	676728,26	4235615,79	305,36
27	AL-SU	CO-3000	677020,60	4235771,44	309,42
28	AL-SU	CO-3000	677246,91	4235891,92	311,39
29	AN-AM	GCO-40000	677537,55	4236046,66	315,33

Tabla 1.6 Tabla de apoyos.

Nº de apoyo	Función de apoyo	Denominación de Apoyos	UTM X (m)	UTM Y (m)	Altitud (m)
30	AL-SU	CO-3000	677846,71	4236055,10	318,29
31	AL-SU	CO-3000	678107,38	4236062,21	318,94
32	AL-SU	GCO-40000	678379,38	4236069,63	294,94
33	AL-SU	GCO-40000	678707,12	4236078,57	277,76
34	AN-AM	GCO-40000	679049,37	4236087,91	287,49
35	AL-SU	CO-3000	679254,84	4236160,29	336,33
36	AL-ANC	CO-9000	679427,31	4236221,04	333,17
37	AL-SU	GCO-40000	679718,72	4236323,69	310,53
38	AL-SU	CO-5000	680038,69	4236436,39	312,70
39	AN-AM	GCO-40000	680391,22	4236560,57	319,28
40	AL-SU	CO-5000	680723,33	4236515,86	319,63
41	AL-SU	CO-5000	681069,82	4236469,22	323,91
42	AL-SU	CO-5000	681414,70	4236422,79	334,90
43	AL-SU	CO-3000	681691,80	4236385,49	337,14
44	AN-AM	GCO-40000	681961,49	4236349,19	337,02
45	AL-SU	GCO-40000	682208,36	4236385,74	354,25
46	AN-AM	GCO-40000	682389,38	4236412,54	375,84
47	AL-SU	GCO-40000	682674,24	4236345,52	343,46
48	AL-SU	CO-5000	682963,23	4236277,52	329,85
49	AL-SU	GCO-40000	683288,72	4236200,94	300,04
50	AL-AM	CO-9000	683684,17	4236107,90	294,32
51	AN-ANC	GCO-40000	683862,84	4236065,86	320,08
52	AL-AM	CO-9000	684183,09	4236141,00	286,83
53	AL-SU	GCO-40000	684479,73	4236210,61	310,36
54	AL-ANC	CO-9000	684712,47	4236265,22	348,29
55	AL-SU	IC-55000	684974,21	4236326,63	317,99
56	AL-AM	CO-9000	685260,94	4236393,91	316,39
57	AN-AM	GCO-40000	685437,72	4236435,39	342,89
58	AL-SU	CO-5000	685677,97	4236676,24	342,73
59	AN-AM	GCO-40000	685929,32	4236928,22	339,98
60	AL-SU	CO-3000	686243,33	4236996,23	346,21
61	AL-SU	CO-3000	686515,96	4237055,28	352,13
62	AL-SU	GCO-40000	686797,16	4237116,19	328,28
63	AN-AM	IC-55000	687135,84	4237189,55	349,13
64	AL-SU	CO-3000	687345,69	4237476,15	355,41
65	AL-SU	GCO-40000	687483,24	4237664,00	364,36
66	AL-SU	CO-3000	687685,09	4237939,67	388,09
67	AN-ANC	GCO-40000	687817,14	4238120,01	384,86
68	AL-SU	GCO-40000	687899,30	4238461,75	377,20
69	AN-AM	GCO-40000	687953,21	4238685,96	394,74
70	AL-SU	CO-3000	688108,63	4238857,04	403,86
71	AL-SU	CO-3000	688301,08	4239068,88	401,69
72	AN-AM	GCO-40000	688436,63	4239218,09	398,23
73	AN-AM	CO-12000	688723,85	4239351,00	421,48
74	AL-SU	CO-3000	688959,95	4239549,50	431,24
75	AL-SU	GCO-40000	689186,39	4239739,88	437,93
76	AN-AM	IC-55000	689456,31	4239966,81	468,00
77	AL-SU	GCO-40000	689666,15	4239963,93	436,09
78	AL-SU	GCO-40000	690064,73	4239958,45	427,83
79	AL-AM	CO-9000	690421,64	4239953,54	449,47
80	AN-ANC	GCO-40000	690691,81	4239949,83	474,00
81	AL-AM	CO-9000	690866,53	4240002,85	450,08
82	AN-AM	GCO-40000	691278,37	4240127,83	446,68
83	AL-SU	CO-3000	691415,49	4240241,24	415,72
84	AL-AM	CO-9000	691585,66	4240381,99	365,52
85	AN-AM	IC-55000	691802,77	4240561,57	339,74
86	AL-AM	CO-9000	692055,57	4240552,50	299,58
87	AL-SU	IC-55000	692414,49	4240539,63	293,15
88	AN-AM	CO-9000	692654,46	4240531,03	324,59
89	AL-SU	CO-3000	692823,28	4240490,28	340,12
90	AL-SU	GCO-40000	693100,94	4240423,26	310,25
91	AL-SU	CO-3000	693333,08	4240367,23	294,90
92	AL-SU	GCO-40000	693594,00	4240304,25	286,21

Tabla 1.6 Tabla de apoyos.

Nº de apoyo	Función de apoyo	Denominación de Apoyos	UTM X (m)	UTM Y (m)	Altitud (m)
93	AN-AM	GCO-40000	693909,76	4240228,03	282,26
94	AL-SU	CO-5000	694293,90	4240290,63	279,78
95	AL-SU	GCO-40000	694643,11	4240347,53	280,08
96	AL-AM	CO-9000	694905,95	4240390,37	300,64
97	AN-AM	CO-9000	695126,04	4240426,23	320,59
98	AL-ANC	CO-9000	695323,80	4240516,14	356,17
99	AL-SU	CO-5000	695684,17	4240679,97	360,70
100	AL-SU	CO-3000	695958,38	4240804,64	324,57
101	AL-SU	GCO-40000	696235,27	4240930,52	296,37
102	AN-AM	CO-9000	696529,86	4241064,45	284,24
103	AL-SU	CO-3000	696769,06	4241147,09	292,10
104	AL-SU	CO-3000	696970,47	4241216,67	297,43
105	AL-SU	CO-5000	697315,38	4241335,84	290,90
106	AN-AM	CO-12000	697576,03	4241425,89	290,36
107	AL-SU	GCO-40000	697840,04	4241601,74	292,98
108	AN-AM	IC-55000	698053,48	4241743,91	303,31
109	AL-SU	CO-3000	698112,59	4242050,22	327,94
110	AN-AM	IC-55000	698139,89	4242191,70	328,41
111	AN-AM	IC-55000	698358,65	4242343,31	341,83
112	AL-ANC	CO-9000	698656,80	4242287,36	348,08
113	AL-SU	GCO-40000	698875,18	4242246,38	320,72
114	AN-AM	GCO-40000	699024,19	4242218,42	301,89
115	AL-SU	CO-3000	699416,91	4242276,76	312,70
116	AL-SU	CO-3000	699607,87	4242305,13	311,58
117	AN-AM	GCO-40000	699906,03	4242349,42	269,28
118	AL-SU	CO-5000	700135,50	4242594,95	265,98
119	AL-SU	CO-5000	700391,33	4242868,70	266,61
120	AN-AM	GCO-40000	700649,31	4243144,74	262,75
121	AN-AM	CO-9000	700711,13	4243479,79	260,96
122	FL	IC-55000	700715,72	4243690,38	269,08

8.9 Armados

Los armados que utilizarán los apoyos de la línea también están fabricados conforme R.D. 223/2008 y al igual que los apoyos se han escogido del catálogo de Imedexsa para cada tipo de apoyo.

En este proyecto se ha optado por armado tipo S cuya configuración viene representada en la Figura 1.3:

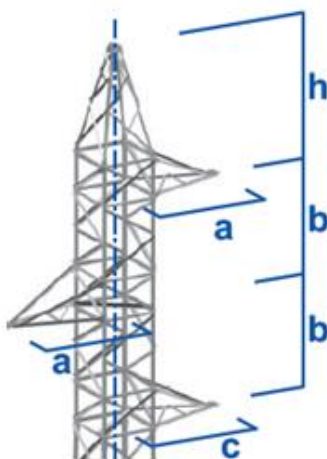


Figura 1.3 Armado tipo S.

Los armados están formados por tres partes: Cabeza, Cruceta y Cúpula, en las Figuras 1.4, 1.5 e 1.6 se representan el conjunto de estas piezas. Las distancias que forman cada una de las partes del armado en diferentes apoyos varían en función del tipo de éste y condiciones que debe de soportar (altura del apoyo, distancias de seguridad, esfuerzos etc.)

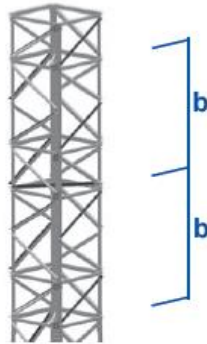


Figura 1.4 Cabeza.

b: es la distancia mantenida entre las crucetas, en metros.



Figura 1.5 Cruceta.

a y c: son distancias en el brazo de la cruceta, en metros.

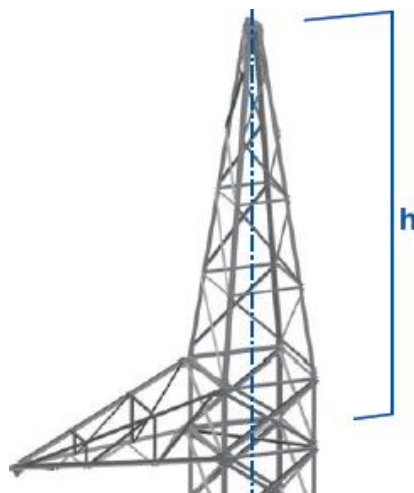


Figura 1.6 Cúpula.

h: es la distancia de la cúpula, en metros.

Dimensiones de diferentes crucetas vienen representadas en la Tabla 1.7.

Tabla 1.7 Dimensiones de las crucetas.

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Armados S			
			Cabeza (m) “b”	Cruceta (m) “a”	Cruceta (m) “c”	Cúpula (m) “h”
1	FL	IC-55000	5,8	5	6	7,2
2	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
3	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
4	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
5	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
6	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
7	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
8	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
9	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
10	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
11	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
12	AL-SU	CO-3000	3,3	4,1	4,3	4,3
13	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
14	AL-SU	CO-5000	3,3	4,3	4,6	4,3
15	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
16	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
17	AL-ANC	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
18	AL-SU	CO-3000	3,3	4,1	4,3	4,3
19	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
20	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
21	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
22	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
23	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
24	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
25	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
26	AL-SU	CO-5000	3,3	4,3	4,6	4,3
27	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
28	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
29	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
30	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
31	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
32	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
33	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
34	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
35	AL-SU	CO-3000	3,3	3,6	3,8	4,3
36	AL-ANC	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
37	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
38	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
39	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
40	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
41	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
42	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
43	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
44	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
45	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
46	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
47	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
48	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
49	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
50	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
51	AN-ANC	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
52	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
53	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
54	AL-ANC	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
55	AL-SU	IC-55000	5,8	6	6,5	7,2
56	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
57	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
58	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
59	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
60	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
61	AL-SU	CO-3000	3,3	4,1	4,3	4,3
62	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
63	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6

Tabla 1.7 Dimensiones de las crucetas.

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Armados S			
			Cabeza (m) “b”	Cruceta (m) “a”	Cruceta (m) “c”	Cúpula (m) “h”
64	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
65	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
66	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
67	AN-ANC	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
68	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
69	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
70	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
71	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
72	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
73	AN-AM	CO-12000	3,3	4,6	4,9	6,6
74	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
75	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
76	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
77	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
78	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
79	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
80	AN-ANC	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
81	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
82	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
83	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
84	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
85	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
86	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
87	AL-SU	IC-55000	5,8	6	6,5	7,2
88	AN-AM	CO-9000	3,3	4,6	4,9	6,6
89	AL-SU	CO-3000	3,3	3,8	4,1	4,3
90	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
91	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
92	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
93	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
94	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
95	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
96	AL-AM	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
97	AN-AM	CO-9000	4,4	4,6	4,9	6,6
98	AL-ANC	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
99	AL-SU	CO-5000	3,3	4,1	4,3	4,3
100	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
101	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
102	AN-AM	CO-9000	3,3	4,6	4,9	6,6
103	AL-SU	CO-3000	3,3	4,6	4,9	4,3
104	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
105	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
106	AN-AM	CO-12000	3,3	4,6	4,9	6,6
107	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
108	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
109	AL-SU	CO-3000	3,3	4,1	4,3	4,3
110	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
111	AN-AM	IC-55000	5,8	6	6,5	8,6
112	AL-ANC	CO-9000	3,3	4,3	4,6	6,6
113	AL-SU	GCO-40000	5,6	5,6	6	6,5
114	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
115	AL-SU	CO-3000	3,3	4,3	4,6	4,3
116	AL-SU	CO-3000	3,3	4,1	4,3	4,3
117	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
118	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
119	AL-SU	CO-5000	3,3	4,6	4,9	4,3
120	AN-AM	GCO-40000	5,6	5,6	6	7,65
121	AN-AM	CO-9000	3,3	4,6	4,9	6,6
122	FL	IC-55000	5,8	5	6	7,2

8.10 Aislamiento y herrajes

El aislamiento estará formado por cadenas de aisladores de vidrio para poder soportar un nivel de contaminación Ligero, clasificado en el Reglamento como Zona I.

Los datos fundamentales para la coordinación del aislamiento son:

- Tensión nominal: 220 kV.
- Tensión más elevada: 245 kV.

Atendiendo a la clasificación del artículo 4.4 de la ITC-LAT-07, sería clasificada como de gama I, teniendo que soportar las siguientes tensiones normalizadas indicadas en la tabla 12 del mismo artículo:

- Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial, cuyo valor eficaz es de 360 kV.
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo, con un valor de cresta de 850 kV.

Los niveles de aislamiento que se consiguen con las cadenas de aisladores superan estos valores.

El aislador a utilizar en el presente proyecto ha sido seleccionado del catálogo de SGD La Granja. En concreto es el aislador U210BS, diseñado para cumplir la normativa IEC.

Las características principales del aislador están indicadas en la Tabla 1.8

Tabla 1.8 Características generales del aislador U210BS.

Denominación del elemento	Dato
Modelo	U210BS
Paso (mm)	170
Diámetro (mm)	280
Carga de rotura mecánica (Kg)	21000
Línea de fuga	380
Peso neto por unidad (Kg)	7,5
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco (kV)	80
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	120

Tanto las cadenas de amarre como las cadenas de suspensión estarán formadas por 16 aisladores, asegurando, según el catálogo, los siguientes niveles de aislamiento:

- Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial, cuyo valor eficaz es de 610 kV.
- Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo, con un valor de cresta de 1410 kV.

Como se puede comprobar todas las cadenas cumplen con las prescripciones reglamentarias pertinentes.

8.11 Formación de cadenas

Una vez conocido el tipo de aisladores y número de conductores por fase (dos en nuestro caso) la formación de cadenas de aisladores y sus correspondientes herrajes ha sido seleccionada a partir del catálogo que ofrece fabricante Industrias Arruti.

En la línea objeto del presente proyecto, se distinguen dos tipos distintos de cadenas de aisladores para el conductor, que son cadena de suspensión y cadena de amarre. También se distinguen dos tipos de cadenas para el cable de tierra, que son cadena de suspensión del cable de tierra y cadena de amarre del cable de tierra.

8.11.1 Cadena de suspensión del conductor

Los elementos que forman la cadena de suspensión se describen en la Tabla 1.9, y en la Figura 1.7 se representa gráficamente su configuración.

Tabla 1.9 Elementos de cadena de aisladores en suspensión.

Denominación del elemento	Referencia	Peso en Kg.	Carga de rotura daN	Longitud en mm
Grillete Recto	GN-16T-L	0,6	13500	90
Anilla Bola de Protección	AB-20-P	1,5	18000	170
2 Descargadores	DC-37/11	2x1,1	-	-
16 Aisladores	U210BS	16x7,5	21000	16x170
Rotula Horquilla	RH-16	0,78	12500	50
Yugo triangular	Y-16/330-22	4,9	21000	90
2 Raquetas	R-37/22	2x3	-	-
2 Horquillas	HR-16/E	2x1	13500	80
2 Grapas de Suspensión	GS-4T	2x1,3	9000	60

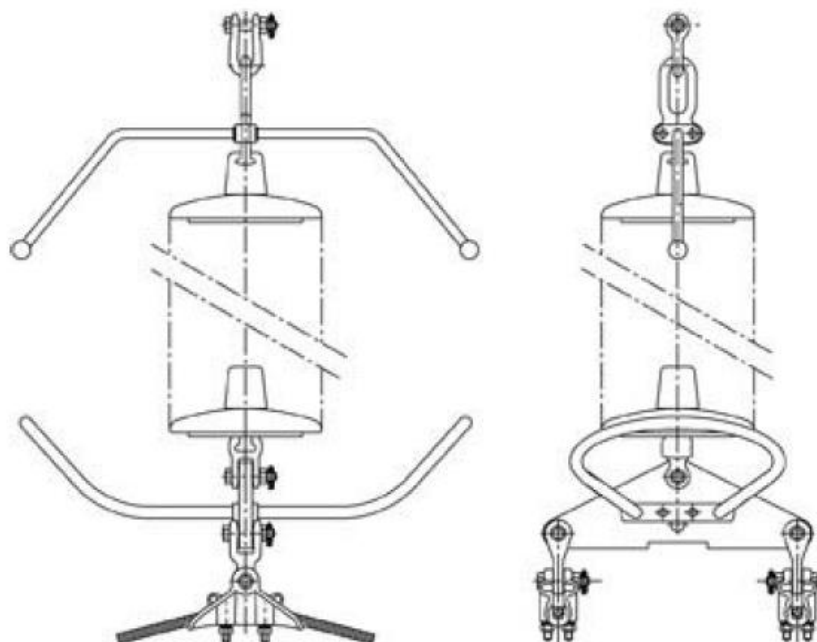


Figura 1.7 Cadena de suspensión sencilla en Dúplex.

8.11.2 Cadena de amarre del conductor

Los elementos que forman la cadena de amarre se describen en la Tabla 1.10, y en la Figura 1.8 se representa gráficamente su configuración.

Tabla 1.10 Elementos de cadena de aisladores en amarre.

Denominación del elemento	Referencia	Peso en Kg.	Carga de rotura daN	Longitud en mm
Grillete Recto	GN-16T-L	0,6	13500	90
Anilla Bola de Protección	AB-20-P	1,5	18000	170
Descargador	DC-37/11	1,1	-	-
16 Aisladores	U210BS	16x7,5	21000	16x170
Rotula Horquilla	RH-16	0,78	12500	50
Yugo triangular	Y-16/330-22	4,9	21000	90
Raqueta	R-37/22	3	-	-
2 Horquillas	HR-16/E	2x1	13500	80
2 Grapas de Amarre	GA-4T	2x4,3	13000	245

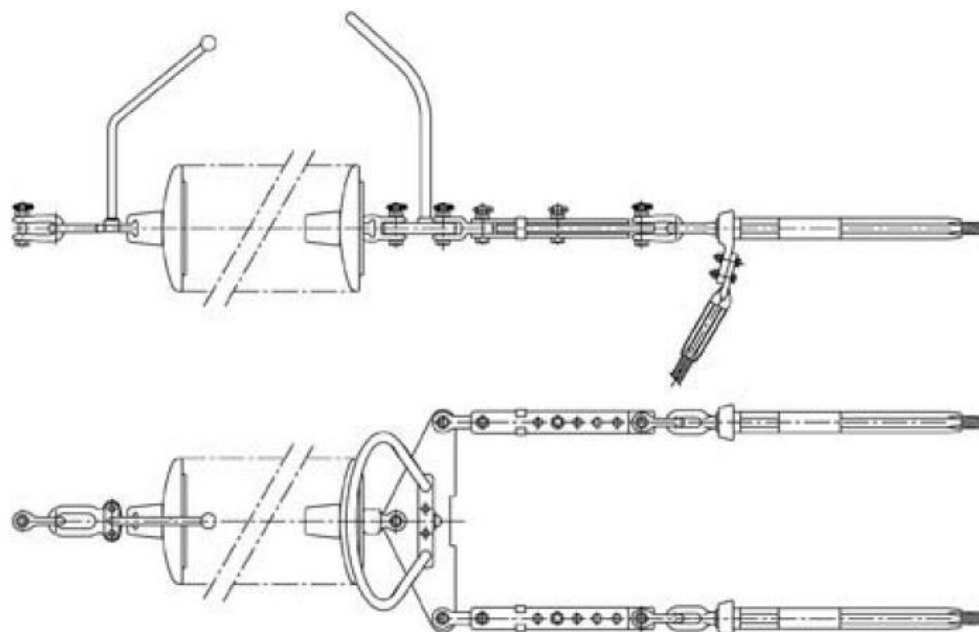


Figura 1.8 Cadena de amarre sencilla en Dúplex.

8.11.3 Cadena de suspensión del cable de tierra

Los elementos que forman la cadena de suspensión del cable de tierra se describen en la Tabla 1.11, y en la Figura 1.9 se representa gráficamente.

Tabla 1.11 Elementos de cadena de suspensión del cable de tierra.

Marca	Denominación del elemento	Número	Peso en Kg.	Carga de rotura daN
1	Grillete Recto	1	0,55	13500
2b	Eslabón plano	1	0,6	13500
3	Grapa de suspensión armada	1	2,7	8500
4	Grapa de conexión paralela	1	0,35	-
5	Conector de puesta a tierra	1	0,8	-

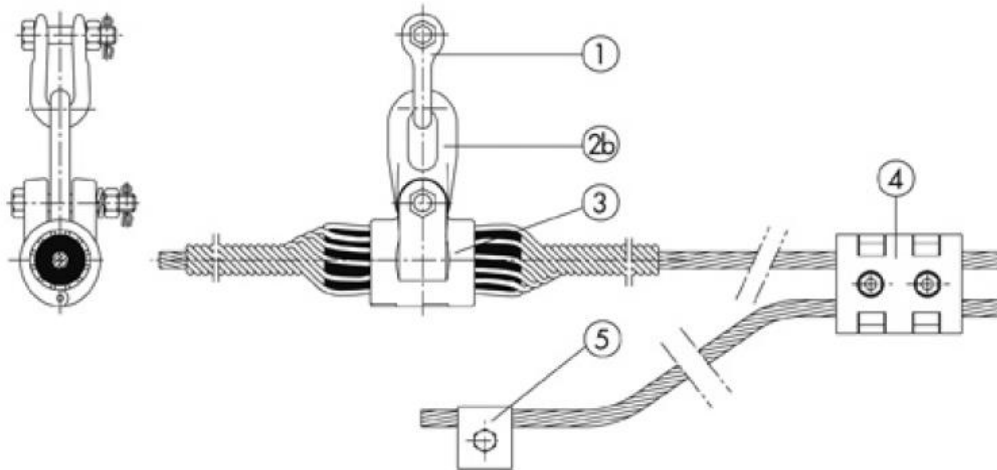


Figura 1.9 Cadena de suspensión del cable de tierra.

8.11.4 Cadena de amarre del cable de tierra

Los elementos que forman la cadena de suspensión del cable de tierra se describen en la Tabla 1.12, y en la Figura 1.10 se representa gráficamente.

Tabla 1.12 Elementos de cadena de amarre del cable de tierra.

Marca	Denominación del elemento	Número	Peso en Kg.	Carga de rotura daN
1	Grillete Recto	4	4x0,55	13500
2	Tirante	2	2x3,4	13500
3	Guardacabos	2	2x0,8	12500
4	Retención preformada	2	-	12000
5	Conector de puesta a tierra	1	0,25	-

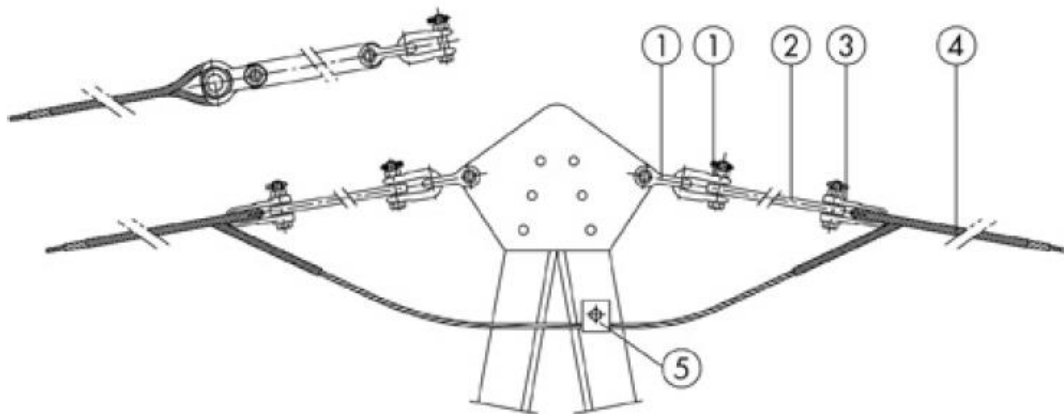


Figura 1.10 Cadena de suspensión del cable de tierra.

8.12 Empalmes, conexiones y retenciones

En todo lo referente a empalmes, conexiones y retenciones se tendrá que cumplir lo indicado en el artículo 2.1.6 de la ITC-LAT-07.

Se denomina "empalme" a la unión de conductores que asegura su continuidad eléctrica y mecánica. Se denomina "conexión" a la unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica

de los mismos, con una resistencia mecánica reducida. Se denomina “retención” a una pieza de conexión que garantice una unión eficaz.

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura de los mismos.

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre. Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

8.13 Separadores para haces dobles

Con el fin de mantener las distancias entre sub-conductores de un sub-vano (400 mm), se instalarán cada 30 metros separadores semi-rígidos para haces dobles, en la Figura 1.11 se representa este tipo de separadores. En el interior de las mordazas del separador y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los sub-conductores. Las mordazas se aprietan sobre el conductor por medio de un torillo. El par de apriete recomendado es de 50 Nm.



Figura 1.11 Separador semi-rígido para conductores dobles.

Las principales características del separador vienen dadas en la Tabla 1.13 que ha sido seleccionado del catálogo de Industrias Arruti para conductores LA-280.

Tabla 1.13 Características del separador.

Referencia	Ø Conductor (mm)	Longitud entre conductores (mm)	Peso (Kg)	Par de apriete (Nm)
SP-1/20-23/400	20-23	400	1,345	50

8.14 Vibraciones

Para disminuir los esfuerzos debidos a vibraciones a los que se someten los conductores de fase, se utilizarán amortiguadores del tipo Stockbridge.

El amortiguador Stockbridge es un aparato que comprende un cable portador con un peso en cada extremo y una grapa atornillada que puede fijarse a un conductor o cable de tierra con la intención de amortiguar la vibración eólica.

En el presente proyecto se empleará el amortiguador AMG-051520, de fabricante Saprem, que está representada en la Figura 1.12, y detallado sus características en la Tabla 1.13. Los amortiguadores Stockbridge del fabricante Saprem son asimétricos de cuatro resonancias de diseño y desarrollo propios.

Tabla 1.14 Características del amortiguador.

Referencia	A (mm)	Contrapeso “menor” (Kg)	Contrapeso “mayor” (Kg)	Peso del Amortiguador (Kg)
AMG-091526	58	0,9	1,5	3,1

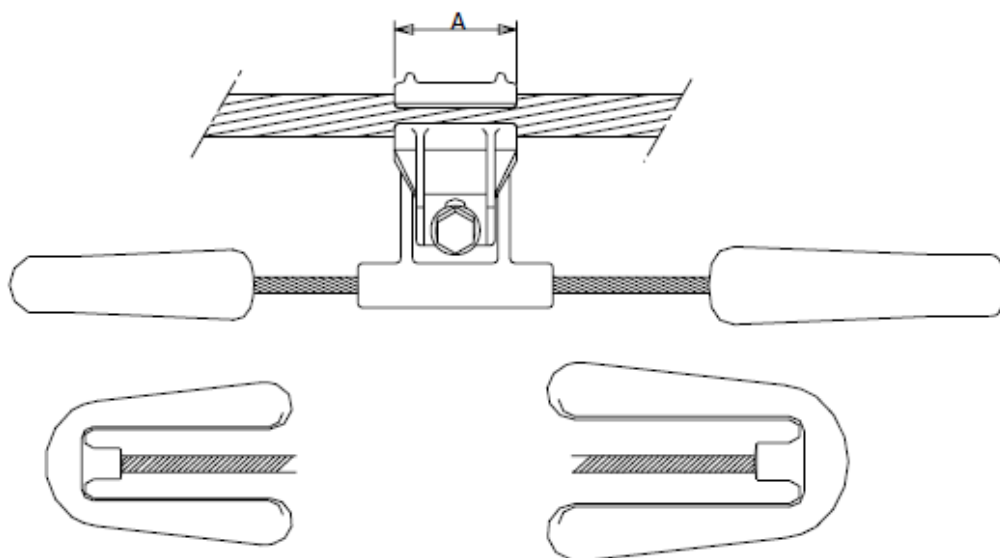


Figura 1.12 Amortiguador tipo Stockbridge.

8.15 Cimentaciones

Las cimentaciones de todos los apoyos están compuestas por cimentaciones tetrabloque cuadrados sin cueva ya que las torres elegidas son características para este tipo de cimentaciones.

Las cimentaciones se han escogido del catálogo de Imedexsa dependiendo del tipo de apoyo y sus características. Es importante resaltar que no se ha realizado un estudio detallado del terreno, sino se ha hecho un análisis aproximado del tipo de terrenos existentes en la zona y se ha llegado a la conclusión que el terreno es Normal.

Los datos de la cimentación para cada apoyo se adjuntan en la Tabla 1.15 y sus magnitudes están descritas en la Figura 1.13.

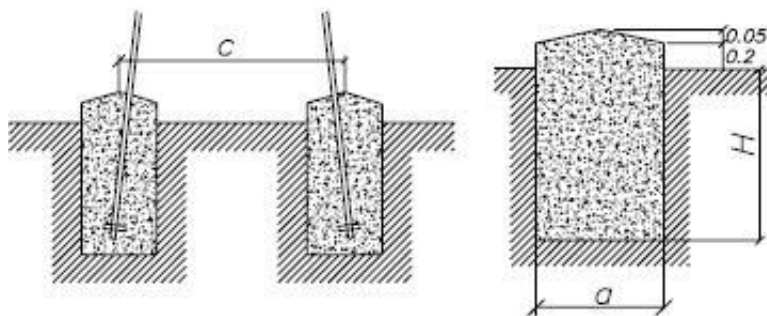


Figura 1.13 Cimentación tetrabloque cuadrada sin cueva.

Tabla 1.15 Cimentaciones de los poyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
1	FL	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77
2	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
3	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
4	AN-AM	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
5	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
6	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
7	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
8	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
9	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
10	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
11	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
12	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
13	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
14	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
15	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
16	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
17	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
18	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
19	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
20	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
21	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
22	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
23	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
24	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
25	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
26	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
27	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
28	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
29	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
30	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
31	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
32	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
33	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
34	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
35	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66

Tabla 1.15 Cimentaciones de los poyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
36	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
37	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
38	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
39	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
40	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
41	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
42	AL-SU	0,95	2,35	4,83	8,48	9,27
43	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
44	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
45	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
46	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
47	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
48	AL-SU	0,95	2,35	4,83	8,48	9,27
49	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
50	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
51	AN-ANC	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
52	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
53	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
54	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
55	AL-SU	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
56	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
57	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
58	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
59	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
60	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
61	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
62	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
63	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
64	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
65	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
66	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
67	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
68	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
69	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
70	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
71	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
72	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
73	AN-AM	1,3	2,8	5,35	18,92	20,38
74	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
75	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
76	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
77	AL-SU	2,2	3,6	9,37	69,7	73,89
78	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
79	AL-AM	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91
80	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
81	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
82	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
83	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
84	AL-AM	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91
85	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
86	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
87	AL-SU	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
88	AN-AM	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
89	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
90	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
91	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
92	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
93	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
94	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
95	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
96	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
97	AN-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
98	AL-ANC	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91

Tabla 1.15 Cimentaciones de los apoyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
99	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
100	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
101	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
102	AN-AM	1,05	2,45	3,8	10,8	11,76
103	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
104	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
105	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
106	AN-AM	1,3	2,8	5,35	18,92	20,38
107	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
108	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
109	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
110	AN-AM	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77
111	AN-AM	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77
112	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
113	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
114	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
115	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
116	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
117	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
118	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
119	AL-SU	1,1	2,55	7,06	12,34	13,39
120	AN-AM	2,2	3,65	10,39	70,66	74,86
121	AN-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
122	FL	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77

8.16 Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra se ha calculado según lo indicado en el artículo 7 de la ITC-LAT-07.

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente para cada uno de ellos, formado por un cuadrado de cable trenzado de cobre de 50 mm², con una longitud de de 11 metros en cada lado del cuadrado menos el apoyo 120 que tendrá 14 metros de longitud en cada lado y 4 picas conectadas en paralelo con conductor de tierra en cada extremos del citado cuadrado conforme a las características exigidas en el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T. Además, en el apoyo número 120 no se instalarán picas convencionales sino se realizará un tratamiento químico del terreno conforme indicado por el fabricante GECCA, de este modo se instalarán electrodos químicos clase CHEM-ROD, y su número será función de la resistividad del terreno en cuyo caso no podrá ser menor de 50 Ωm.

Características de puesta a tierra:

- Material de los electrodos:

Picas bimetálicas de acero-cobre y cable de cobre de 50 mm² de sección.

- Tipos de electrodos:

Pica hincada en el fondo de la excavación y conectada al apoyo con cable de cobre de 0,50 m de profundidad.

Anillo cuadrado cerrado de cable de cobre conectado al apoyo, enterrado en zanja de 0,50 m de profundidad y 11 metros de lado menos el apoyo 120 que será de 14 metros de lado.

- Zonas:

En la presente línea los apoyos se encuentran en zonas frecuentadas y no frecuentadas.

- Toma de tierra:

Se compone de la puesta a tierra que se realiza a la vez que la cimentación y de la mejora de tierra que se realiza con posterioridad a la toma de lectura de la resistencia de la puesta a tierra.

Aplicando este sistema y suponiendo una resistividad del terreno de 200 Ω m, la resistencia de puesta a tierra de cada uno de los apoyos es de 3,665 Ω .

Al estar todos los apoyos unidos por el cable de tierra, en caso de defecto, la intensidad se derivará por todos ellos.

8.17 Numeración y aviso de peligro

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

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

Al estar el apoyo nº 120 situado en zona frecuentada, y con el objeto de evitar posibles perjuicios o lesiones a las personas, se instalarán chapas antiescalo de 2 m de altura, dejando 5 cm libres entre la cimentación y las chapas con el objetivo de evitar una posible acumulación de agua.

9. PRIORIDAD DE DOCUMENTOS

La prioridad de los documentos que contienen este proyecto es el siguiente:

- Planos.
- Pliego de condiciones.
- Presupuesto.
- Memoria.

10. RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

Tabla 1.16 Resumen general del presupuesto.

DENOMINACIÓN	UNIDADES	IMPORTE (€)
Apoyos	Kg	2.024.738,00
Cimentaciones	m ³	335.332,62
Conductores y cable de tierra	Km	1.058.294,78
Amortiguadores y separadores de cables	Ud	62.393,82
Cadena de aisladores en amarre	Ud	148.985,28
Cadena de aisladores en suspensión	Ud	102.577,92
Cadena de amarre de protección	Ud	4.134,00
Cadena de suspensión de protección	Ud	3.588,00
Mano de obra	Kg/m ³ /Km	2.901.763,10

Tabla 1.16 Resumen general del presupuesto.

DENOMINACIÓN	UNIDADES	IMPORTE (€)
Instalación de toma de tierra	Kg/Ud/h	19.113,50
TOTAL OBRA		6.660.921,02

11. CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto, se consideran debidamente descritas las obras a realizar, y cumplimentados los vigentes reglamentos eléctricos y la legislación existente al respecto de la Línea de Alta Tensión que evacúa la energía generada en la Planta Fotovoltaica La Foresta.

Dichas instalaciones se ajustarán, tanto en su construcción como en su explotación, a un riguroso respeto por el medio ambiente y a toda la normativa vigente aplicable para este tipo de instalaciones.

DOCUMENTO 2: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CÁLCULO ELÉCTRICO

En el presente apartado se plantean las hipótesis y se justifican los cálculos eléctricos correspondientes a la línea de La Foresta-Brovaes.

1.1 Densidad de corriente e intensidad máxima admisible

La densidad de corriente máxima admisible en régimen permanente, de acuerdo al artículo 4.2.1 de la ITC-LAT-07 para una línea de corriente alterna y 50 Hz de frecuencia para conductores de Aluminio, se obtiene de la tabla 11 de dicha Instrucción.

Al emplear una sección de cable que no se encuentra en dicha tabla, para obtener el valor de la densidad de corriente se interpolará entre dos valores externos de la tabla lo más ajustados posibles, que contengan la sección. En la Tabla 2.1 se representa las densidades de corriente obtenidas de la tabla 11 de ITC-LAT-07 comprendidos entre la sección que tiene el conductor LA-280.

Tabla 2.1 Densidad de corriente.

Sección (mm ²)	Densidad de corriente (A/mm ²) Aluminio
250	2,3
300	2,15

Por lo tanto, se interpola para la sección de cable empleada (281,1 mm²) y se obtiene:

$$\frac{2,3 - 2,15}{300 - 250} = \frac{\sigma - 2,15}{281,1 - 250}$$

$$\sigma = 2,2433 \frac{A}{mm^2}$$

A ese valor obtenido se le aplica el factor de corrección ya que es un cable de Aluminio-Acero. El factor de corrección viene dado en la ITC-LAT-07 Apdo. 4.2.1. y tendrá un valor que viene en función de composición del conductor, en nuestro caso se trata de un conductor con la composición 26+7, por tanto el factor de reducción es 0,937, y densidad de corriente corregido se obtiene mediante siguiente expresión:

$$\sigma_c = \sigma \cdot f_c \tag{2.1}$$

$$\sigma_c = 2,2433 \cdot 0,937 = 2,102 \frac{A}{mm^2}$$

Se obtiene la intensidad máxima admisible por el conductor mediante la expresión:

$$I_{\max} = \sigma_{\max} \cdot S \tag{2.2}$$

Al sustituir por los valores anteriores se obtiene:

$$I_{\max} = 2,102 \cdot 281,1 = 590,864A$$

1.2 Resistencia eléctrica

$$R = R_k \cdot l \quad (2.3)$$

Conociendo que:

R : Resistencia total de la línea (Ω)

R_k : Resistencia por kilómetro de conductor (Ω/km)

l : Longitud de línea (km)

Se conoce que a 20 °C, la resistencia del conductor es de 0,1195 Ω/km y que la longitud total de la línea es de 35,09 km.

Además RLAT en el Apto. 2.1.2.3 de ITC-LAT-07 indica que temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 85°C, con lo que a continuación se calcula resistencia del conductor a la temperatura máxima de trabajo.

$$R_k(T_{\text{trabajo}}) = R_k(20^\circ) \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta_{\text{trabajo}} - \theta_{20^\circ})) \quad (2.4)$$

Donde:

α : Coeficiente de temperatura de la resistencia a 20°C (0,00403°C⁻¹)

θ_{trabajo} : Temperatura máxima de trabajo del conductor (°C)

θ_{20° : Temperatura de conductor a 20°C (°C)

$$R_k(85^\circ) = 0,1195 \cdot (1 + 0,00403 \cdot (85 - 20)) = 0,1508 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Ahora se calcula resistencia eléctrica total de línea, en este caso hay que tener en cuenta que se trata de una línea con configuración de fases en Dúplex, con lo cual resistencia total de línea será la mitad de un solo cable, al ser idénticas las características de todos conductores:

$$R = \frac{0,1508 \cdot 35,012}{2} = 2,7579 \Omega$$

1.3 Inductancia

Debido a la variación de la corriente producida en el circuito, se produce una variación del flujo magnético que abarca al circuito y, por lo tanto una fuerza electromotriz en el mismo.

La inductancia por fase, L_k , y por unidad de longitud obedece a la siguiente expresión:

$$L_k = \left(\frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,6 \cdot \log \frac{D}{r'} \right) \cdot 10^{-4} \quad (2.5)$$

Sabiendo que:

μ : Inductancia kilométrica que vale 1 para Cu y Al.

D : Distancia media geométrica entre fases en mm.

r' : Radio efectivo en mm.

n : Número de conductores por fase (2).

Por lo tanto, para poder calcular la inductancia es necesario calcular previamente la distancia media geométrica y el radio medio geométrico.

1.3.1 Cálculo de la distancia media geométrica

Es una media geométrica de las distancias entre fases, que se pueden observar en la Figura 2.1. Se calcula mediante la siguiente expresión:

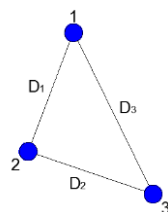


Figura 2.1 Distancias entre fases

$$D = \sqrt[3]{D_1 \cdot D_2 \cdot D_3} \quad (2.6)$$

Para conocer las distancias entre las fases es necesario conocer la configuración de la cruceta, cuyos parámetros se muestra en la Figura 2.2.

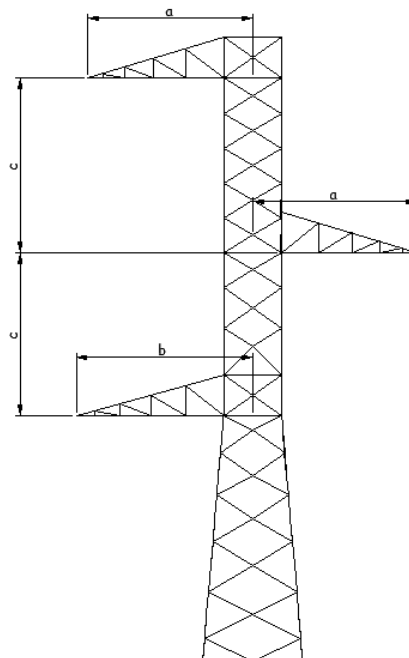


Figura 2.2 Dimensiones de la cruceta

Configuración de las crucetas en diferentes apoyos tiene diferentes dimensiones a lo largo de línea, con lo cual para el cálculo se ha elegido el más frecuente entre todos los apoyos, de este modo obtenemos siguientes medidas $a=5,6$ m; $b=6$ m; $c=5,6$ m.

$$D_1 = \sqrt{c^2 + (a+a)^2} = \sqrt{5,6^2 + (5,6+5,6)^2} = 12,521m$$

$$D_2 = \sqrt{c^2 + (a+b)^2} = \sqrt{5,6^2 + (5,6+6)^2} = 12,881m$$

$$D_3 = \sqrt{(c+c)^2 + (b-a)^2} = \sqrt{(5,6+5,6)^2 + (6-5,6)^2} = 11,207m$$

Finalmente:

$$D = 12,181m = 12181,64mm$$

1.3.2 Cálculo del radio medio geométrico (RMG)

El radio medio geométrico es la media geométrica entre el radio efectivo de un conductor y sus distancias con los demás conductores de la misma fase.

Al tratarse de una configuración Dúplex, se aplica la siguiente fórmula para calcular su valor:

$$RMG = r' = \sqrt[n]{n \cdot r \cdot R^{n-1}} \quad (2.7)$$

$$R = \frac{\Delta}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)}, \forall n \neq 1 \quad (2.8)$$

Donde:

r : Radio del conductor en mm.

$$r = \frac{\varphi_{conductor}}{2} = \frac{21,8}{2} = 10,9mm$$

R : Radio geométrico entre todos los conductores del Haz (mm).

Δ : Separación de conductores en fases múltiples (400mm).

$$R = \frac{400}{2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2}\right)} = 200mm$$

Radio efectivo (r'), es siempre inferior al radio del conductor, y se usa debido al reparto desigual del campo magnético en el interior del conductor.

$$r' = \sqrt{2 \cdot 10,9 \cdot 200} = 66,03mm$$

Una vez se conocen el radio medio geométrico y la distancia media geométrica calculamos la inductancia:

$$L_k = \left(\frac{1}{2 \cdot 2} + 4,6 \cdot \log \frac{12181,64}{10,9} \right) \cdot 10^{-4} = 1,0673 \cdot 10^{-3} \frac{H}{km}$$

1.4 Reactancia

La fuerza electromotriz de autoinducción provoca una reactancia, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \quad (2.9)$$

Donde:

X_k : Reactancia por kilómetro (Ω/km).

L : Inductancia kilométrica (H/km).

f : Frecuencia de la red ($f= 50$ Hz).

Con lo que se calcula:

$$X_k = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1,0673 \cdot 10^{-3} = 0,3353 \frac{\Omega}{km}$$

Conocida la reactancia por kilómetro se puede calcular la reactancia total (X):

$$X = X_k \cdot l \quad (2.10)$$

$$X = X_k \cdot l = 0,3353 \cdot 35,09 = 11,7662 \Omega$$

1.5 Capacitancia

Los conductores de una línea eléctrica son, desde el punto de vista eléctrico, equivalentes a las armaduras de un condensador. Cuando están a potenciales distintos, adquieren una carga eléctrica dependiente de la diferencia de potencial.

Este fenómeno también aparece entre los conductores y tierra.

La capacidad de cada fase al neutro por unidad de kilómetro se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_k = \frac{24,2}{z + \log \frac{D}{r'}} \cdot 10^{-9} \quad (2.11)$$

Donde se conoce que $z = 0$ si configuración de fases forman un triángulo equilátero (como en caso que ocupa este proyecto) a hay transposición de fases en la línea.

$$C_k = \frac{24,2}{\log \frac{12181,64}{66,03}} \cdot 10^{-9} = 1,068 \cdot 10^{-8} \frac{F}{km}$$

1.6 Impedancia

La impedancia kilométrica de la línea (Z_k) viene determinada por la expresión:

$$Z_k = R_k + j \cdot X_k \quad (2.12)$$

Con los datos anteriormente calculados:

$$Z_k = 0,0786 + j \cdot 0,3353 \frac{\Omega}{km}$$

Por lo tanto la impedancia total de la línea (Z) resulta:

$$Z = (R_k + j \cdot X_k) \cdot l = (0,0786 + j \cdot 0,3353) \cdot 35,012 = 2,7518 + j \cdot 11,7401 \Omega$$

1.7 Conductancia

La conductancia es el valor inverso de la resistencia del aislamiento. Si el aislamiento fuera perfecto, no existiría corriente alguna entre los conductores y el apoyo, pero se sabe que esto no sucede así. La intensidad de corriente de fase está en fase con la tensión, y dará lugar a una pérdida de potencia.

La pérdida de potencia debida a la conductancia de las cadenas depende de la formación de estas, que a su vez será función de la tensión de línea, la contaminación y el estado del tiempo.

Por tanto conductancia kilométrica viene dada por la expresión:

$$G_k = \frac{1}{R_{\text{aislamiento}}} \quad (2.13)$$

La resistencia de aislamiento y en consecuencia la conductancia kilométrica se ha calculado con la ayuda de hoja de cálculos de donde se han obtenido siguientes valores:

$$G_k = 9,9122 \cdot 10^{-9} \frac{S}{km}$$

Y ahora teniendo en cuenta longitud de línea se calcula la conductancia de fase en toda línea.

$$G = G_k \cdot l = 9,9122 \cdot 10^{-9} \cdot 35,012 = 3,4705 \cdot 10^{-7} S$$

1.8 Susceptancia

La susceptancia kilométrica (B_k), que es la parte imaginaria de la admitancia, viene dada por la expresión:

$$B_k = 2\pi \cdot f \cdot C_k \quad (2.13)$$

$$B_k = 2\pi \cdot 50 \cdot 1,068 \cdot 10^{-8} \frac{S}{km}$$

1.9 Admitancia

La admitancia kilométrica de la línea (Y_k) viene determinada por la expresión:

$$Y_k = G_k + j \cdot B_k \quad (2.13)$$

Con los datos anteriormente calculados:

$$Y_k = 9,9122 \cdot 10^{-9} + j \cdot 3,3552 \cdot 10^{-6} \frac{S}{km}$$

Por lo tanto la impedancia total de la línea resulta:

$$Y = (G_k + j \cdot B_k) \cdot l = (9,9122 \cdot 10^{-9} + j \cdot 3,3552 \cdot 10^{-6}) \cdot 35,012 = 3,4705 \cdot 10^{-7} + j \cdot 1,1747 \cdot 10^{-4} S$$

1.10 Efecto corona

El efecto corona aparece cuando hay un gradiente de tensión elevado. Este está relacionado con campos eléctricos debidos a altas densidades de carga capaces de ionizar el aire que rodea a los conductores de fase de la línea.

Este fenómeno no tiene relación directa con la resistencia de la línea, pero sí afecta a su rendimiento, ya que su aparición conlleva pérdidas.

Las pérdidas se producen cuándo la tensión crítica disruptiva es superior a la tensión de la línea.

La tensión crítica disruptiva es la tensión a la que el campo en la superficie del conductor excede la rigidez dieléctrica del aire y comienza el efecto corona. También existe la tensión crítica visual, superior a la tensión crítica disruptiva, que es la tensión a partir de la cual el efecto corona se hace visible.

Para calcular la tensión crítica disruptiva se utilizará siguiente expresión:

$$V_c = 21,2 \cdot m \cdot \delta \cdot \frac{r}{\beta} \cdot \ln \frac{D}{r_e} \quad (2.14)$$

$$U_c = \sqrt{3} \cdot V_c \quad (2.15)$$

$$m = m_c \cdot m_t \quad (2.16)$$

Donde:

U_c : Tensión crítica disruptiva (kV).

D : Distancia media geométrica entre fases (12181,64mm).

$r_e = RMG$: Radio medio geométrico tomado como radio equivalente (66,03mm).

β : Factor que recoge el efecto de la disposición de los conductores en haces.

$$\beta = \frac{1 + (n - 1) \cdot \frac{r}{R}}{n} \quad (2.17)$$

r : Radio del conductor en centímetros.

m : Coeficiente de superficie para inicio de efecto corona.

m_c : Coeficiente de rugosidad del conductor.

0,93:0,98 para hilos oxidados o rugosos.

0,83:0,87 para conductores formados por hilos. En nuestro caso se aplica un coeficiente:

$$m_c = 0,84$$

m_t : Coeficiente meteorológico.

$$m_t = 0,8 \Rightarrow T.humedo$$

$$m_t = 1 \Rightarrow T.seco$$

δ : Factor de corrección de la densidad del aire, que emplea la siguiente expresión:

$$\delta = \frac{273 + 25}{76} \cdot \frac{H}{273 + \theta} \quad (2.18)$$

θ : Temperatura media de la zona ($^{\circ}C$). En la zona donde se ubica nuestra línea la temperatura es $\theta = 14,97(^{\circ}C)$, (temperatura media de la zona se ha obtenido a partir de los registros climatológicos realizados por AEMET).

H : Presión barométrica a la altitud media de la zona, en cm de mercurio. Y para calcular la presión barométrica partimos de la fórmula de Halley:

$$\log H = \log 76 - \frac{h}{18336} \quad (2.19)$$

h -altura sobre el nivel del mar en metros. Se ha determinado que altura media por la zona donde discurre línea es 320 m.

Por tanto aplicando fórmulas que se han descrito anteriormente se obtienen todos los parámetros desconocidos para calcular tensión crítica disruptiva:

$$\beta = \frac{1 + (2 - 1) \cdot \frac{10,9}{200}}{2} = 0,5272$$

$$\log H = \log 76 - \frac{320}{18336} \Rightarrow H = 73,01 \text{ cmHg}$$

$$\delta = \frac{273+25}{76} \cdot \frac{73,01}{273+14,97} = 0,99499 \frac{K \cdot cmHg}{cmHg \cdot K}$$

Una vez que se tienen todos los datos, se puede calcular la tensión crítica disruptiva, de la que se obtendrán dos valores:

Para tiempo seco:

$$V_c = 21,1 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 0,99499 \cdot \frac{1,09}{0,5272} \cdot \ln \frac{12181,64}{66,03} = 190,239 kV$$

$$U_c = \sqrt{3} \cdot 190,239 = 329,5 kV$$

Para tiempo húmedo:

$$V_c = 21,1 \cdot 0,84 \cdot 0,8 \cdot 0,99499 \cdot \frac{1,09}{0,5272} \cdot \ln \frac{12181,64}{66,03} = 152,19 kV$$

$$U_c = \sqrt{3} \cdot 152,19 = 263,6 kV$$

Concluimos con que el efecto corona es despreciable, y no existirán pérdidas por este fenómeno, ya que se cumple relación $U_c > U_s$ tanto en tiempo seco como en tiempo húmedo.

Para tiempo seco: $329,17 kV > 245 kV$

Para tiempo húmedo: $263,6 kV > 245 kV$

1.11 Caída de tensión

La caída de tensión es uno de los factores limitantes para la transferencia de potencia en la línea. En régimen permanente, esta caída no puede representar más del 5% para garantizar una buena calidad de servicio. La caída de tensión de una línea se determina con la siguiente expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot I_N \cdot l \cdot (R_k \cdot \cos \varphi + X_k \cdot \sin \varphi) \quad (2.20)$$

Donde:

e : Caída de tensión en V.

I_N : Intensidad nominal de la línea en A.

l : Longitud de la línea en km.

R_k : Resistencia por fase y por kilómetro en Ω/km .

X_k : Reactancia por fase y por kilómetro en Ω/km .

φ : Ángulo de desfase entre la tensión y corriente existentes en la línea en grados, en nuestro caso corresponde a $36,87^\circ$ inductivos.

Calculamos intensidad a partir de potencia que produce planta fotovoltaica:

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos\varphi} \quad (2.21)$$

En la que:

P_N : Potencia activa nominal, que es 100 MW.

U_N : Tensión nominal, que es 220 kV.

$$I_N = \frac{100 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 10^3 \cdot \cos 36,87} = 328,04A$$

Por lo tanto la caída de tensión en la línea será:

$$e = \sqrt{3} \cdot 328,04 \cdot 35,09 \cdot (0,0786 \cdot \cos 36,87 + 0,3353 \cdot \sin 36,87) = 5264,70V$$

Con lo que la caída porcentual de la línea será:

$$e(\%) = \frac{e}{U_N} \cdot 100 = \frac{5264,7}{220 \cdot 10^3} \cdot 100 = 2,39$$

Se obtiene un valor inferior al 5% de caída de tensión.

1.12 Capacidad de transporte

La potencia máxima que puede transportar la línea en régimen permanente está restringida debido a los siguientes aspectos:

- Densidad de corriente máxima.
- Caída de tensión máxima admisible.

1.12.1 Máxima potencia a transportar limitada por la densidad de corriente máxima admisible

Conociendo la máxima densidad de corriente que puede circular por el conductor, se puede calcular la corriente máxima que puede transportar la línea y a su vez la máxima potencia que se puede transportar:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_{\max} \cdot \cos\varphi \quad (2.22)$$

Donde:

P_{\max} : Potencia máxima que puede transportar la línea, en kW.

I_{\max} : Intensidad máxima admisible, 590,864 A.

$\cos\varphi$: Factor de potencia de la red, se ha tomado un valor un valor de 0,8.

Con lo que se obtiene:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 590,864 \cdot \cos 36,87 = 180119,538 \text{ kW} = 180,119 \text{ MW}$$

1.12.2 Máxima potencia a transportar limitada por la caída de tensión máxima admisible

Se calculará la máxima potencia a transportar limitada por la caída de tensión máxima admisible mediante la expresión del momento eléctrico:

$$P \cdot l = \frac{u(\%)}{100} \cdot \frac{U^2}{R_k + X_k \cdot \tan \varphi} \quad (2.23)$$

Donde:

P : Potencia, en W.

U : Tensión nominal en V.

φ : Ángulo de desfase entre la tensión y corriente existentes en la línea en grados, 36,87°.

$u(\%)$: Caída máxima de tensión admisible, $u(\%) = 5\%$

Despejando de la formula la P y sustituyendo caída de tensión para máxima caída de tensión admisible se obtiene la P_{\max} :

$$P_{\max} = \frac{5}{100} \cdot \frac{(220 \cdot 10^3)^2}{0,0786 + 0,3353 \cdot \tan 36,87} \cdot \frac{1}{35,09} = 208938337,32 \text{ W} = 208,938 \text{ MW}$$

Tras analizar los cálculos realizados de la potencia máxima a transportar, se llega a la conclusión que el criterio de densidad máxima admisible es el más restrictivo y por lo tanto el que limitará la capacidad de transporte de la línea, que se establecerá en el valor de 180,119 MW.

1.13 Pérdidas por efecto Joule

Las pérdidas por efecto Joule a lo largo de la línea se calculan mediante la siguiente expresión:

$$P_p = 3 \cdot R_k \cdot l \cdot I_N^2 \quad (2.24)$$

Donde:

P_p : Pérdidas de potencia activa por efecto Joule en W.

Con lo que se obtiene:

$$P_p = 3 \cdot 0,0786 \cdot 35,09 \cdot 328,04^2 = 89039103 \text{ W}$$

Si se comparan con la potencia activa transportada se puede obtener el % de potencia de pérdidas por efecto Joule:

$$P_p (\%) = \frac{P_p}{P} \cdot 100 = \frac{89039103}{100 \cdot 10^6} \cdot 100 = 0,8903$$

Obtenido valor de P_p es muy inferior de 3% que es el dato que estaba fijado como el límite de pérdida de potencia.

1.14 Rendimiento

Para calcular el rendimiento de la línea en tanto por ciento, aplicamos siguiente expresión:

$$\eta (\%) = \frac{P_1}{P_2} \cdot 100 \quad (2.24)$$

Siendo:

P_1 : Potencia activa al inicio de línea, en MW.

P_2 : Potencia activa al final de línea, en MW.

A su vez, para calcular las potencias P_1 y P_2 se aplica el modelo de línea en “T”, ya que se trata de una línea, relativamente, de corta longitud. En la Figura 2.3 se representa el Modelo de línea de Transmisión.

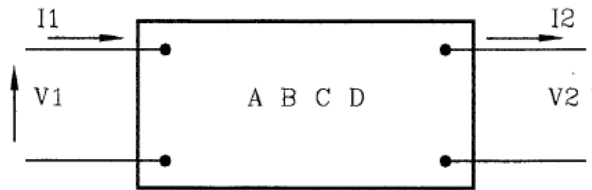


Figura 2.3 Modelo de Línea de Transmisión.

Parámetros internos (A, B, C y D) de línea de transmisión para configuración en “T” vienen dados por las expresiones:

$$A = 1 + \frac{Z \cdot Y}{2} \quad (2.25)$$

$$B = Z + \frac{Z^2 \cdot Y}{4} \quad (2.26)$$

$$C = Y \quad (2.27)$$

$$D = 1 + \frac{Z \cdot Y}{2} \quad (2.28)$$

Se conoce que:

A : es un complejo adimensional que relaciona tensiones de entrada y salida en circuito abierto.

B : es una impedancia de transferencia.

C : tiene dimensiones de admitancia de transferencia.

D : es un complejo adimensional que relaciona intensidades de entrada y salida en cortocircuito.

Ya que se han determinado tanto impedancia como admitancia de línea previamente, se sustituyen ambos valores en las formulas anteriores y se obtiene:

$$A = 0,9993 + j1,6434 \cdot 10^{-4}$$

$$B = 2,75597 + j11,76235$$

$$C = 3,4782 \cdot 10^{-7} + j1,1773 \cdot 10^{-4}$$

$$D = 0,9993 + j1,6434 \cdot 10^{-4}$$

Por último para obtener los valores de tensión y corriente al final de línea se aplica expresión:

$$V_1 = A \cdot V_2 + B \cdot I_2 \quad (2.29)$$

$$I_1 = C \cdot V_2 + D \cdot I_2 \quad (2.30)$$

Donde:

V_2 : Tensión de red de potencia infinita, en nuestro caso se trata de tensión en la subestación Brovales, y viene dada por:

$$U_2 = \sqrt{3} \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127,017kV \Rightarrow V_2 = 127017 \angle 0V$$

I_2 : Intensidad que hay en el punto de conexión a red de potencia infinita, en nuestro caso subestación Brovales. Su valor ya se ha calculado anteriormente como I_N y su valor es:

$$I_2 = 328,04 \angle -36,87A$$

Con lo cual sustituyendo los valores anteriores en la fórmula 2.29 y 2.30 se obtienen corriente y tensión al principio de línea:

$$V_1 = A \cdot V_2 + B \cdot I_2 = 1299928 \angle 1,13V \Rightarrow U_1 = \sqrt{3} \cdot V_1 = 225,154kV$$

$$I_1 = C \cdot V_2 + D \cdot I_2 = 319,103 \angle -34,7A \Rightarrow I_1 = 319,103A$$

Ya podemos calcular las potencias P_1 y P_2 :

$$P_1 = \sqrt{3} \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos(1,13 - (-34,103)) = 10089331108W = 100,89MW$$

$$P_2 = \sqrt{3} \cdot U_2 \cdot I_2 \cdot \cos(0 - 36,87) = 10000000000W = 100MW$$

Finalmente el rendimiento de línea es:

$$\eta(\%) = \frac{100}{100,89} \cdot 100 = 99,117$$

A partir del resultado obtenido se puede concluir que rendimiento de línea es suficientemente bueno.

1.15 Resumen de las magnitudes eléctricas calculadas

Se representarán de forma resumida las constantes kilométricas y las características eléctricas de la línea en las Tablas 2.2 y 2.3.

Tabla 2.2 Constantes kilométricas.

Constante	Valor
Resistencia	0,0786 Ω/km
Inductancia	$1,0673 \cdot 10^{-3}$ H/km
Reactancia	0,3353 Ω/km
Capacitancia	$1,068 \cdot 10^{-8}$ F/km
Susceptancia	$3,3552 \cdot 10^{-6}$ S/km
Conductancia	$9,9122 \cdot 10^{-9}$ S/km

Tabla 2.3 Constantes eléctricas.

Características	Valor
Densidad de corriente máxima	2,102 A/mm ²
Intensidad máxima admisible	590,864 A
Impedancia	$2,7518 + j11,7401 \Omega$
Admitancia	$3,4705 \cdot 10^{-7} + j1,1747 \cdot 10^{-4} S$
Tensión crítica disruptiva (t. seco)	329,17 kV
Tensión crítica disruptiva (t. húmedo)	263,6 kV
Caída de tensión	5264,7 V
Caída de tensión (%)	2,39 %
Capacidad de transporte	180,119 MW
Pérdidas por efecto Joule (W)	890391,03 W
Pérdidas por efecto Joule (%)	0,8903 %
Rendimiento (%)	99,117 %

1.16 Conclusión final

Para optar sobre la utilización del conductor LA-280 con disposición en Dúplex, se ha realizado un estudio económico y técnico sobre el coste de las pérdidas que se producen en línea con otro tipo de conductor y su respectiva conexión, por otra parte se ha estudiado el coste que representa la compra de estos conductores.

De este modo el primer estudio se ha realizado con LA-180 y LA-280 en simple circuito y se ha visto que existen pérdidas constantes por efecto corona, además con LA-180 las pérdidas por efecto Joule aumentan.

El segundo estudio fue la configuración de conductores en Dúplex, en este caso para conductor LA-180 se ha determinado una potencia de pérdida por efecto corona en tiempo húmedo de 2,36 kW/km y por fase, así pérdida total es 248,43 kW. Si estimamos una vida útil de instalación 40 años (según RLAT) y que durante 2 meses al año hay en la zona tiempo húmedo debido a niebla, lluvia etc., se obtiene un valor de pérdida de potencia a lo largo de toda vida útil de línea por efecto corona de 14309568kWh. Si estimamos un precio medio de energía eléctrica a 69,321€/MW se obtiene un coste total de 991.953,56 €, solamente debido a pérdidas por efecto corona, además tal y como se ha comentado las pérdidas por efecto Joule también aumentarían con respecto al conductor LA280. El coste de conductor LA-280 en Dúplex es de 970.893,0 € y de LA-180 en Dúplex es de 627.232,0 €.

Resumiendo con la configuración de LA-280 en disposición Dúplex se eliminan las pérdidas por efecto corona y se reducen las pérdidas por efecto Joule, siendo esta configuración la más óptima en la instalación tanto económicamente como desde un punto de vista técnico.

2. CÁLCULO DE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

2.1 Características mecánicas de conductores y del cable de tierra

Las características mecánicas principales del conductor y del cable de tierra se muestran a continuación en las Tablas 2.4 y 2.5.

Tabla 2.4 Características mecánicas del conductor.

Parámetros	Dato o Referencias
Conductor	LA-280 (242-AL1/39-ST1A)
Sección total (mm ²)	281,1
Sección de aluminio (mm ²)	241,7
Sección de acero (mm ²)	39,4
Composición (Al/Ac)	26+7
Diámetro aparente (mm)	21,8
Peso (Kg/m)	0,977
Carga de rotura (Kg)	8620
Módulo elástico (Kg/mm ²)	7700
Coefficiente de dilatación (°C)	1,89·10 ⁻⁵

Tabla 2.5 Características mecánicas del cable de tierra.

Parámetros	Dato o Referencias
Conductor	OPGW-48
Sección total (mm ²)	180
Composición (Al/Ac)	12+6+1
Diámetro aparente (mm)	17
Peso (Kg/m)	0,624
Carga de rotura (Kg)	8000
Módulo elástico (Kg/mm ²)	12000
Coefficiente de dilatación (°C)	1,5·10 ⁻⁵

2.2 Cargas y sobrecargas a considerar

Según el artículo 3.1 de la ITC-LAT-07, las cargas y sobrecargas a considerar se distinguen según:

- Cargas permanentes.
- Sobrecarga debida a la acción del viento.
- Sobrecarga debida al hielo.

Además de esto se calculará la carga total (sobrecarga debida a la acción del peso y viento), y la sobrecarga debida a la acción de viento y hielo.

2.2.1 Cargas permanentes

Se considerará la carga vertical debida al peso del propio conductor, que se calcula tal y como sigue a continuación:

- Conductor LA-280.

Para obtener el valor en daN/m se realiza la siguiente conversión de unidades:

$$P_c = 0,977 \frac{Kg}{m} \cdot 0,98 \frac{daN}{Kg} = 0,957 \frac{daN}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48.

$$P_c = 0,624 \frac{Kg}{m} \cdot 0,98 \frac{daN}{Kg} = 0,6115 \frac{daN}{m}$$

2.2.2 Cargas debidas a la acción del viento

Según el artículo 3.1.2.1 del Reglamento, la presión producida por el viento sobre el conductor o cable de tierra viene dada por la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d \quad (2.31)$$

Donde:

P_v : Presión del viento en daN/m.

d : Diámetro del conductor en metros.

k : Presión de viento, se calcula mediante una de las siguientes expresiones:

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 \Rightarrow d \geq 16mm \quad (2.31)$$

Donde:

V_v : Velocidad del viento en km/h y para línea de categoría especial se toma 140 km/h como mínimo.

- Conductor LA-280:

Se calculará mediante la segunda expresión:

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 = 50 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 = 68,055 \frac{daN}{m^2}$$

Con lo que se puede calcular la presión producida por el viento:

$$P_v = q \cdot d = 68,055 \cdot 0,0218 = 1,4836 \frac{daN}{m} = 1,512 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48.

Se calculará mediante la segunda expresión:

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2 = 50 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 = 68,055 \frac{daN}{m^2}$$

Con lo que se puede calcular la presión producida por el viento:

$$P_v = q \cdot d = 68,055 \cdot 0,017 = 1,1569 \frac{daN}{m} = 1,179 \frac{Kg}{m}$$

Para calcular la carga total, deben componerse vectorialmente el peso y la fuerza del viento.

2.2.3 Peso aparente por sobrecarga de viento

La carga total se obtiene mediante la suma vectorial del peso y la presión del viento. La composición se puede observar en la Figura 2.4.

$$P_T = \sqrt{P_v^2 + P_c^2} \quad (2.32)$$

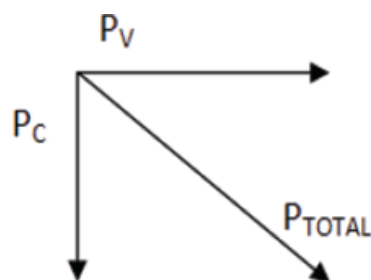


Figura 2.4 Sobrecarga de viento

- Conductor LA-280:

$$P_T = \sqrt{P_v^2 + P_c^2} = \sqrt{1,4836^2 + 0,957^2} = 1,765 \frac{daN}{m} = 1,80 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48:

$$P_T = \sqrt{P_v^2 + P_c^2} = \sqrt{1,1569^2 + 0,6115^2} = 1,308 \frac{daN}{m} = 1,334 \frac{Kg}{m}$$

2.2.4 Sobrecarga debida al hielo

Las sobrecargas producidas por el hielo, se calculan según la zona en la que se encuentre la línea. Al estar la línea situada en la Zonas A y zona B, solamente se calcula para Zona B ya que según apartado 3.1.3 de la ITC-LAT-07 en la Zona A no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo. De este modo para Zona B calculamos mediante expresión:

$$P_H = 0,18 \cdot \sqrt{d} \quad (2.32)$$

Donde:

P_H : Peso del hielo en daN/m.

d : Diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

Por lo que se obtiene:

- Conductor LA-280:

$$P_H = 0,18 \cdot \sqrt{21,8} = 0,8404 \frac{daN}{m} = 0,858 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48:

$$P_H = 0,18 \cdot \sqrt{17} = 0,7421 \frac{daN}{m} = 0,757 \frac{Kg}{m}$$

2.2.5 Peso aparente por sobrecarga de hielo

Para calcular la sobrecarga debida al peso y al hielo, basta con realizar la suma de ambos de la siguiente manera:

$$P_{C+H} = P_C + P_H \quad (2.33)$$

Donde:

P_{C+H} : Carga del peso más el hielo en Kg/m.

P_C : Peso del conductor en Kg/m.

P_H : Carga debida al peso del manguito de hielo en Kg/m.

- Conductor LA-280:

$$P_{C+H} = 0,977 + 0,858 = 1,834 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48

$$P_{C+H} = 0,624 + 0,757 = 1,381 \frac{Kg}{m}$$

2.2.6 Peso aparente por sobrecarga de viento y hielo

En la sobrecarga producida por viento y hielo también se tiene que considerar el peso del propio conductor. Para ello se realiza una suma vectorial tal y como se representa en la Figura 2.5.

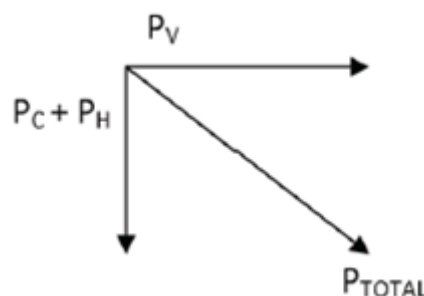


Figura 2.5 Sobrecarga de viento y hielo

Al formarse un manguito de hielo alrededor del conductor, el diámetro que se tiene en cuenta al calcular la hipótesis de viento cambia.

Por lo tanto lo primero que se calcula es la sección del manguito de hielo, que tiene un peso específico de 750 Kg/m³.

$$S_H = \frac{P_H}{p_e} \quad (2.34)$$

Donde:

S_H : Sección del manguito de hielo.

P_H : Carga debida al peso del manguito de hielo en Kg/m.

p_e : Peso específico del hielo.

Si se sustituye en la ecuación se obtiene:

- Conductor LA-280:

$$S_H = \frac{0,858}{750} = 1,143 \cdot 10^{-3} m^2 = 1143 mm^2$$

El diámetro del manguito de hielo, considerando que tiene forma de corona circular, es:

$$d_H = \sqrt{\frac{S_H}{\pi} + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \cdot 2 = \sqrt{\frac{1143}{\pi} + \left(\frac{21,8}{2}\right)^2} \cdot 2 = 43,938 mm$$

Con este valor se puede calcular el valor del peso del viento, si se considera una velocidad de viento de 60 km/h, mediante la siguiente expresión:

$$P_v = q \cdot d_H = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d_H = 50 \cdot \left(\frac{60}{120}\right)^2 \cdot 0,0439 = 0,549 \frac{daN}{m} = 0,56 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-48:

$$S_H = \frac{0,757}{750} = 1,0093 \cdot 10^{-3} m^2 = 1009,3 mm^2$$

El diámetro del manguito de hielo, considerando que tiene forma de corona circular, es:

$$d_H = \sqrt{\frac{S_H}{\pi} + \left(\frac{d}{2}\right)^2} \cdot 2 = \sqrt{\frac{1009,3}{\pi} + \left(\frac{17}{2}\right)^2} \cdot 2 = 39,674 mm$$

Con este valor se puede calcular el valor del peso del viento, si se considera una velocidad de viento de 60 km/h, mediante:

$$P_v = q \cdot d_H = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d_H = 50 \cdot \left(\frac{60}{120}\right)^2 \cdot 0,03967 = 0,4958 \frac{daN}{m} = 0,50 \frac{Kg}{m}$$

Por lo tanto, para calcular la acción conjunta de hielo más viento utilizamos la siguiente expresión:

$$P_T = \sqrt{(P_C + P_H)^2 + P_V^2} \quad (2.35)$$

Donde:

P_T : Carga total en Kg/m.

P_C : Peso del conductor en Kg/m.

P_H : Carga debida al peso del manguito de hielo en Kg/m.

P_V : Carga debida a la acción del viento de 60 km/h en Kg/m.

- Conductor LA-280:

$$P_T = \sqrt{(P_C + P_H)^2 + P_V^2} = \sqrt{(0,977 + 0,858)^2 + 0,56^2} = 1,92 \frac{Kg}{m}$$

- Cable de tierra OPGW-14:

$$P_T = \sqrt{(P_C + P_H)^2 + P_V^2} = \sqrt{(0,624 + 0,757)^2 + 0,50^2} = 1,47 \frac{Kg}{m}$$

2.2.7 Tabla resumen de pesos aparentes

Tabla 2.6 Resumen de pesos aparentes.

Hipótesis	LA-280	OPGW-48
Peso (Kg/m)	0,977	0,624
Hielo (Kg/m)	0,858	0,757
Viento (Kg/m)	1,512	1,179
Peso + Hielo (Kg/m)	1,834	1,381
Peso + Viento (Kg/m)	1,8	1,334
Peso + Viento + Hielo (Kg/m)	1,92	1,47

2.3 Ecuación de cambio de condiciones

Los conductores e hilos de tierra de las líneas eléctricas aéreas están sujetos a la influencia de:

- Variaciones de temperatura.
- La acción del viento.
- La formación de hielo.

Estas magnitudes son de origen climatológico y cada uno de estos factores afecta a la tensión mecánica, a la longitud del conductor y a la flecha. Es por ello que se hace necesario relacionar estas variables, y esto se realiza mediante la “ecuación de cambio de condiciones”.

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 \cdot (T + A) = B \quad (2.36)$$

$$A = \alpha \cdot (\theta - \theta_0) \cdot S \cdot E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} \cdot \frac{P_0^2}{T_0^2} \cdot S \cdot E \quad (2.37)$$

$$B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E \quad (2.38)$$

a_r : Longitud proyectada del vano de regulación (m).

T_0 : Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).

θ_0 : Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

P_0 : Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).

T : Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).

θ : Temperatura en las condiciones finales (°C).

P : Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).

S : Sección del conductor (mm²).

E : Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm²).

α : Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{cond} + Sobrecarga_{hielo/viento}$$

2.4 Cálculos mecánicos a considerar

Según el artículo 3.2 de la ITC-LAT-07 se realizarán para la Zona A y B siguientes cálculos mecánicos:

- Tracción máxima admisible.
- Comprobación de los fenómenos vibratorios.
- Flechas máximas de los conductores y cables de tierra.

2.4.1 Tracción máxima admisible

El Reglamento establece que la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra no resultará superior a su carga de rotura, dividida por un coeficiente como mínimo de 2,5 (en el presente estudio se utilizará un coeficiente de seguridad de valor igual a 3), considerándose sometidos a la hipótesis de sobrecarga que se presentan en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 Condiciones de la hipótesis que limitan la tracción máxima.

ZONA A			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga Hielo
Tracción máxima viento	-5	140 km/h	No se aplica
ZONA B			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga Hielo
Tracción máxima viento	-10	140 km/h	No se aplica
Tracción máxima hielo	-15	No se aplica	Calculada en.....
Tracción máxima hielo + viento	-15	60 km/h	Calculada en.....

Al ser la hipótesis de tracción máxima de hielo más viento la más restrictiva en caso de Zona B, es la que se empleará para los siguientes cálculos.

La tracción máxima admisible se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_{\max.adm} = \frac{Q_r}{C_s} \quad (2.37)$$

Donde:

$T_{\max.adm}$: Tracción máxima admisible en Kg.

Q_r : Carga de rotura en Kg.

C_s : Coeficiente de seguridad, que es igual a 3.

- Conductor LA-280:

$$T_{\max.adm} = \frac{8620}{3} = 2874Kg$$

- Cable de tierra OPGW-48:

$$T_{\max.adm} = \frac{8000}{3} = 2667Kg$$

La tensión unitaria máxima ($t_{\max.adm}$) se calcula como el cociente entre la tracción máxima admisible y la sección del conductor.

$$t_{\max.adm} = \frac{T_{\max.adm}}{S_{conductor}} \quad (2.38)$$

- Conductor LA-280:

$$t_{\max.adm} = \frac{T_{\max.adm}}{S_{conductor}} = \frac{2874}{281,1} = 10,227 \frac{Kg}{mm^2}$$

- Cable de tierra OPGW-48:

$$t_{\max.adm} = \frac{T_{\max.adm}}{S_{conductor}} = \frac{2667}{180} = 14,81 \frac{Kg}{mm^2}$$

2.4.2 Comprobación de los fenómenos vibratorios

A la hora de determinar las tracciones mecánicas de los conductores y cables de tierra, deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios que pueden, no sólo acortar la vida útil de los mismos, sino también dar lugar a desgaste y fallos en herrajes, aisladores y accesorios, e incluso en elementos de los apoyos. Estos fenómenos son producidos por la vibración eólica y en el caso de conductores en haz, además, la vibración del subvano (entre separadores).

La elección de una tracción adecuada a la temperatura ambiente y el uso de amortiguadores y separadores debidamente posicionados ayudan a prevenir estos fenómenos.

En general, se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o bien que no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

También se recomienda la instalación de grapas de suspensión con varillas de protección.

Una práctica habitual en el cálculo de líneas es la de considerar las siguientes hipótesis, ambas sin hielo ni viento:

- Tensión de Cada Día (TCD): la tensión a 15°C no debe exceder el 22% de la carga de rotura.
- Tensión en Horas Frías (THF): la tensión a -5°C no debe exceder el 23% de la carga de rotura.

2.4.2.1 Cálculo de TCD y THF

Según lo dispuesto en el apartado anterior, la TCD a 15 °C no puede exceder el 22% y la THF a -5 °C, no puede exceder el 23% de la carga de rotura. Aplicando la ecuación de cambio de condiciones obtenemos valores de TCD y THF para todos los vanos tanto para conductores de fase como cable de tierra, que se representa en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Tabla de TCD y THF para conductores de fase y cable de tierra.

Vano	Zona	Longitud de vano	LA-280		OPGW-48	
			TCD (%)	THF (%)	TCD (%)	THF (%)
1-2	A	324	17,21	18,84	13	14,21
2-3	A	349	17,12	18,52	12,9	13,93
3-4	A	415	16,97	17,94	12,73	13,43
4-5	A	300	17,35	19,39	13,17	14,71
5-6	A	321	17,35	19,39	13,17	14,71

Tabla 2.8 Tabla de TCD y THF para conductores de fase y cable de tierra.

Vano	Zona	Longitud de vano	LA-280		OPGW-48	
			TCD (%)	THF (%)	TCD (%)	THF (%)
6-7	A	245	17,35	19,39	13,17	14,71
7-8	A	276	17,35	19,39	13,17	14,71
8-9	A	203	17,97	21,87	13,94	17,14
9-10	A	203	17,97	21,87	13,94	17,14
10-11	A	317	17,27	19,07	13,07	14,42
11-12	A	318	17,27	19,07	13,07	14,42
12-13	A	284	17,27	19,07	13,07	14,42
13-14	A	270	17,13	18,56	12,92	13,96
14-15	A	390	17,13	18,56	12,92	13,96
15-16	A	274	17,49	19,97	13,35	15,25
16-17	A	249	17,49	19,97	13,35	15,25
17-18	A	163	17,6	20,4	13,48	15,66
18-19	A	283	17,6	20,4	13,48	15,66
19-20	A	355	17,11	18,45	12,88	13,87
20-21	A	299	17,29	19,15	13,1	14,49
21-22	A	337	17,29	19,15	13,1	14,49
22-23	A	257	17,29	19,15	13,1	14,49
23-24	A	297	17,3	19,19	13,11	14,53
24-25	A	276	17,3	19,19	13,11	14,53
25-26	A	292	17,3	19,19	13,11	14,53
26-27	A	331	17,3	19,19	13,11	14,53
27-28	A	256	17,3	19,19	13,11	14,53
28-29	A	329	17,3	19,19	13,11	14,53
29-30	A	309	17,27	19,08	13,07	14,42
30-31	A	261	17,27	19,08	13,07	14,42
31-32	A	272	17,27	19,08	13,07	14,42
32-33	A	328	17,27	19,08	13,07	14,42
33-34	A	342	17,27	19,08	13,07	14,42
34-35	A	218	17,97	21,89	13,95	17,15
35-36	A	183	17,97	21,89	13,95	17,15
36-37	A	309	17,14	18,58	12,92	13,98
37-38	A	339	17,14	18,58	12,92	13,98
38-39	A	374	17,14	18,58	12,92	13,98
39-40	A	335	17,21	18,85	13,01	14,22
40-41	A	350	17,21	18,85	13,01	14,22
41-42	A	348	17,21	18,85	13,01	14,22
42-43	A	280	17,21	18,85	13,01	14,22
43-44	A	272	17,21	18,85	13,01	14,22
44-45	A	250	17,77	21,09	13,69	16,34
45-46	A	183	17,77	21,09	13,69	16,34
46-47	A	293	17,14	18,6	12,93	14
47-48	A	297	17,14	18,6	12,93	14
48-49	A	334	17,14	18,6	12,93	14
49-50	A	406	17,14	18,6	12,93	14
50-51	A	184	18,19	22,74	14,23	18,04
51-52	A	329	17,19	18,76	12,98	14,14
52-53	A	305	17,41	19,62	13,24	14,92
53-54	A	239	17,41	19,62	13,24	14,92
54-55	A	269	17,38	19,52	13,21	14,83
55-56	A	295	17,38	19,52	13,21	14,83
56-57	A	182	18,21	22,84	14,27	18,14
57-58	A	340	17,13	18,53	12,91	13,93
58-59	A	356	17,13	18,53	12,91	13,93
59-60	A	321	17,25	19	13,05	14,36
60-61	A	279	17,25	19	13,05	14,36
61-62	A	288	17,25	19	13,05	14,36
62-63	A	347	17,25	19	13,05	14,36
63-64	A	355	17,27	19,09	13,08	14,43
64-65	A	233	17,27	19,09	13,08	14,43
65-66	A	342	17,27	19,09	13,08	14,43
66-67	A	224	17,27	19,09	13,08	14,43
67-68	A	351	17,26	19,05	13,06	14,4
68-69	A	231	17,26	19,05	13,06	14,4

Tabla 2.8 Tabla de TCD y THF para conductores de fase y cable de tierra.

Vano	Zona	Longitud de vano	LA-280		OPGW-48	
			TCD (%)	THF (%)	TCD (%)	THF (%)
69-70	A	231	17,59	20,36	13,46	15,62
70-71	A	286	17,59	20,36	13,46	15,62
71-72	A	202	17,59	20,36	13,46	15,62
72-73	A	316	17,23	18,94	13,03	14,3
73-74	A	308	17,21	18,86	13,01	14,23
74-75	A	296	17,21	18,86	13,01	14,23
75-76	A	353	17,21	18,86	13,01	14,23
76-77	A	210	17,12	18,51	12,9	13,92
77-78	A	399	17,12	18,51	12,9	13,92
78-79	A	357	17,12	18,51	12,9	13,92
79-80	B	270	17,95	19,75	12,54	13,65
80-81	B	183	18,73	22,18	13,39	15,83
81-82	A	430	16,94	17,85	12,7	13,34
82-83	A	178	17,97	21,88	13,95	17,15
83-84	A	221	17,97	21,88	13,95	17,15
84-85	A	282	17,39	19,54	13,21	14,85
85-86	A	253	17,55	20,2	13,42	15,48
86-87	A	359	17,23	18,93	13,03	14,29
87-88	A	240	17,23	18,93	13,03	14,29
88-89	A	174	17,44	19,74	13,27	15,03
89-90	A	286	17,44	19,74	13,27	15,03
90-91	A	239	17,44	19,74	13,27	15,03
91-92	A	268	17,44	19,74	13,27	15,03
92-93	A	325	17,44	19,74	13,27	15,03
93-94	A	389	17,13	18,53	12,91	13,94
94-95	A	354	17,13	18,53	12,91	13,94
95-96	A	266	17,13	18,53	12,91	13,94
96-97	A	223	17,78	21,12	13,7	16,37
97-98	A	217	17,83	21,32	13,77	16,58
98-99	A	396	17,16	18,65	12,94	14,04
99-100	A	301	17,16	18,65	12,94	14,04
100-101	A	304	17,16	18,65	12,94	14,04
101-102	A	324	17,16	18,65	12,94	14,04
102-103	A	253	17,33	19,31	13,15	14,64
103-104	A	213	17,33	19,31	13,15	14,64
104-105	A	365	17,33	19,31	13,15	14,64
105-106	A	276	17,33	19,31	13,15	14,64
106-107	A	317	17,34	19,35	13,16	14,67
107-108	A	256	17,34	19,35	13,16	14,67
108-109	A	312	17,45	19,78	13,29	15,07
109-110	A	144	17,45	19,78	13,29	15,07
110-111	A	266	17,47	19,88	13,32	15,16
111-112	A	303	17,29	19,14	13,09	14,48
112-113	A	222	18,04	22,15	14,03	17,42
113-114	A	152	18,04	22,15	14,03	17,42
114-115	A	397	17,18	18,75	12,97	14,13
115-116	A	193	17,18	18,75	12,97	14,13
116-117	A	301	17,18	18,75	12,97	14,13
117-118	A	336	17,08	18,36	12,85	13,78
118-119	A	375	17,08	18,36	12,85	13,78
119-120	A	378	17,08	18,36	12,85	13,78
120-121	A	341	17,15	18,62	12,93	14,01
121-122	A	211	17,89	21,57	13,84	16,83

2.4.3 Flecha máxima de conductores y cables de tierra

La flecha es la distancia en vertical entre el punto más bajo del conductor y el punto de sujeción del mismo.

De acuerdo con la clasificación de las zonas de sobrecarga definidas en el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT-07, se determinará la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis que establecen en el apartado 3.2.3 de esta misma instrucción técnica, que son las siguientes:

En las zonas A, B y C:

- Hipótesis de viento. Sometidos a la acción de su peso propio y una sobrecarga de viento, según el apartado 3.1.2 de la ITC-LAT-07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de 15 °C.
- Hipótesis de temperatura. Sometidos a la acción de su propio peso, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a +85°C para los conductores de fase inferior a +50 °C para los cables de tierra.
- Hipótesis de hielo. Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona (en nuestro caso Zona B, que corresponde a vanos comprendidos entre apoyos 80 y 82), a la temperatura de 0 °C.

2.4.3.1 Cálculo de flecha

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2} \right) \quad (2.39)$$

a : Longitud proyectada del vano (m).

b : Longitud real del vano (m)

$$b = \sqrt{a^2 + h^2} \quad (2.40)$$

h : Desnivel (m).

T : Componente horizontal de la tensión (kg).

p : Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

En las tablas 2.9 y 2.10 se representa la flecha máxima para cada hipótesis descrita en el punto 2.4.3, las flechas máximas se han calculado con el programa de cálculos de Imedexsa:

Tabla 2.9 Tabla de flecha máxima para conductores de fase LA-280.

Vano	Longitud de vano	Tensión (85°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1165	11	2095	9,25	-	-
2-3	349	1191	12,54	2103	10,75	-	-
3-4	415	1244	16,96	2117	15,09	-	-
4-5	300	1123	9,77	2083	7,97	-	-
5-6	321	1123	11,21	2083	9,15	-	-
6-7	245	1123	6,52	2083	5,33	-	-
7-8	276	1123	8,29	2083	6,76	-	-
8-9	203	971	5,21	2035	3,77	-	-
9-10	203	971	5,17	2035	3,73	-	-

Tabla 2.9 Tabla de flecha máxima para conductores de fase LA-280.

Vano	Longitud de vano	Tensión (85°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)
10-11	317	1147	10,72	2090	8,9	-	-
11-12	318	1147	10,83	2090	8,99	-	-
12-13	284	1147	8,66	2090	7,2	-	-
13-14	270	1188	7,5	2102	6,42	-	-
14-15	390	1188	15,66	2102	13,4	-	-
15-16	274	1084	8,47	2071	6,71	-	-
16-17	249	1084	7,1	2071	5,63	-	-
17-18	163	1056	3,09	2062	2,39	-	-
18-19	283	1056	9,35	2062	7,25	-	-
19-20	355	1197	12,89	2104	11,09	-	-
20-21	299	1141	9,6	2088	7,93	-	-
21-22	337	1141	12,16	2088	10,05	-	-
22-23	257	1141	7,07	2088	5,85	-	-
23-24	297	1138	9,5	2087	7,84	-	-
24-25	276	1138	8,18	2087	6,75	-	-
25-26	292	1138	9,17	2087	7,57	-	-
26-27	331	1138	11,79	2087	9,73	-	-
27-28	256	1138	7,06	2087	5,83	-	-
28-29	329	1138	11,66	2087	9,62	-	-
29-30	309	1146	10,21	2090	8,48	-	-
30-31	261	1146	7,25	2090	6,02	-	-
31-32	272	1146	7,93	2090	6,58	-	-
32-33	328	1146	11,49	2090	9,54	-	-
33-34	342	1146	12,52	2090	10,39	-	-
34-35	218	970	6,13	2035	4,42	-	-
35-36	183	970	4,21	2035	3,04	-	-
36-37	309	1186	9,87	2101	8,44	-	-
37-38	339	1186	11,87	2101	10,14	-	-
38-39	374	1186	14,42	2101	12,32	-	-
39-40	335	1163	11,81	2095	9,93	-	-
40-41	350	1163	12,85	2095	10,81	-	-
41-42	348	1163	12,74	2095	10,71	-	-
42-43	280	1163	8,22	2095	6,91	-	-
43-44	272	1163	7,78	2095	6,54	-	-
44-45	250	1015	7,53	2049	5,65	-	-
45-46	183	1015	4,05	2049	3,04	-	-
46-47	293	1184	8,9	2101	7,59	-	-
47-48	297	1184	9,11	2101	7,78	-	-
48-49	334	1184	11,59	2101	9,89	-	-
49-50	406	1184	17,06	2101	14,55	-	-
50-51	184	924	4,51	2019	3,12	-	-
51-52	329	1171	11,39	2097	9,63	-	-
52-53	305	1107	10,3	2078	8,3	-	-
53-54	239	1107	6,4	2078	5,16	-	-
54-55	269	1114	7,99	2080	6,48	-	-
55-56	295	1114	9,52	2080	7,72	-	-
56-57	182	919	4,43	2017	3,06	-	-
57-58	340	1190	11,89	2102	10,19	-	-
58-59	356	1190	13,02	2102	11,16	-	-
59-60	321	1152	10,96	2091	9,14	-	-
60-61	279	1152	8,26	2091	6,89	-	-
61-62	288	1152	8,8	2091	7,34	-	-
62-63	347	1152	12,77	2091	10,64	-	-
63-64	355	1145	13,48	2090	11,18	-	-
64-65	233	1145	5,79	2090	4,8	-	-
65-66	342	1145	12,5	2090	10,37	-	-
66-67	224	1145	5,33	2090	4,42	-	-
67-68	351	1148	13,17	2090	10,95	-	-
68-69	231	1148	5,67	2090	4,72	-	-
69-70	231	1059	6,17	2063	4,8	-	-
70-71	286	1059	9,46	2063	7,35	-	-
71-72	202	1059	4,69	2063	3,64	-	-
72-73	316	1157	10,63	2093	8,9	-	-

Tabla 2.9 Tabla de flecha máxima para conductores de fase LA-280.

Vano	Longitud de vano	Tensión (85°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)
73-74	308	1163	10,01	2095	8,42	-	-
74-75	296	1163	9,2	2095	7,73	-	-
75-76	353	1163	13,13	2095	11,04	-	-
76-77	210	1192	4,55	2103	3,9	-	-
77-78	399	1192	16,33	2103	14,01	-	-
78-79	357	1192	13,1	2103	11,24	-	-
79-80	270	1095	8,18	2073	6,54	2602	6,46
80-81	183	910	4,51	1983	3,13	2517	3,06
81-82	430	1254	18,08	2120	16,19	-	-
82-83	178	970	4,06	2035	2,93	-	-
83-84	221	970	6,28	2035	4,54	-	-
84-85	282	1113	8,76	2080	7,09	-	-
85-86	253	1069	7,45	2066	5,83	-	-
86-87	359	1157	13,64	2093	11,41	-	-
87-88	240	1157	6,13	2093	5,13	-	-
88-89	174	1099	3,37	2076	2,7	-	-
89-90	286	1099	9,14	2076	7,32	-	-
90-91	239	1099	6,35	2076	5,09	-	-
91-92	268	1099	8,02	2076	6,43	-	-
92-93	325	1099	11,74	2076	9,41	-	-
93-94	389	1190	15,58	2102	13,35	-	-
94-95	354	1190	12,87	2102	11,03	-	-
95-96	266	1190	7,3	2102	6,25	-	-
96-97	223	1014	6,03	2049	4,52	-	-
97-98	217	1002	5,85	2045	4,34	-	-
98-99	396	1180	16,25	2100	13,83	-	-
99-100	301	1180	9,47	2100	8,06	-	-
100-101	304	1180	9,65	2100	8,21	-	-
101-102	324	1180	10,86	2100	9,24	-	-
102-103	253	1129	6,94	2085	5,69	-	-
103-104	213	1129	4,92	2085	4,03	-	-
104-105	365	1129	14,44	2085	11,83	-	-
105-106	276	1129	8,24	2085	6,75	-	-
106-107	317	1126	10,93	2084	8,94	-	-
107-108	256	1126	7,15	2084	5,85	-	-
108-109	312	1096	10,89	2075	8,71	-	-
109-110	144	1096	2,32	2075	1,85	-	-
110-111	266	1090	7,96	2073	6,33	-	-
111-112	303	1141	9,87	2088	8,16	-	-
112-113	222	956	6,38	2030	4,55	-	-
113-114	152	956	2,95	2030	2,11	-	-
114-115	397	1172	16,47	2097	13,93	-	-
115-116	193	1172	3,89	2097	3,29	-	-
116-117	301	1172	9,57	2097	8,1	-	-
117-118	336	1205	11,46	2107	9,93	-	-
118-119	375	1205	14,26	2107	12,35	-	-
119-120	378	1205	14,49	2107	12,55	-	-
120-121	341	1183	12,03	2100	10,26	-	-
121-122	211	988	5,49	2040	4,03	-	-

Tabla 2.10 Tabla de flecha máxima para cable de tierra OPGW-48.

Vano	Longitud de vano	Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	913	8,95	1640	8,53	-	-
2-3	349	921	10,35	1645	9,92	-	-
3-4	415	937	14,38	1654	13,94	-	-
4-5	300	900	7,78	1633	7,34	-	-
5-6	321	900	8,93	1633	8,42	-	-
6-7	245	900	5,2	1633	4,9	-	-
7-8	276	900	6,6	1633	6,23	-	-
8-9	203	845	3,83	1602	3,45	-	-
9-10	203	845	3,79	1602	3,42	-	-

Tabla 2.10 Tabla de flecha máxima para cable de tierra OPGW-48.

Vano	Longitud de vano	Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)
10-11	317	907	8,64	1637	8,2	-	-
11-12	318	907	8,73	1637	8,28	-	-
12-13	284	907	6,99	1637	6,63	-	-
13-14	270	920	6,18	1645	5,92	-	-
14-15	390	920	12,9	1645	12,36	-	-
15-16	274	887	6,61	1625	6,17	-	-
16-17	249	887	5,54	1625	5,17	-	-
17-18	163	877	2,37	1620	2,2	-	-
18-19	283	877	7,19	1620	6,66	-	-
19-20	355	923	10,67	1646	10,23	-	-
20-21	299	906	7,72	1636	7,31	-	-
21-22	337	906	9,78	1636	9,26	-	-
22-23	257	906	5,69	1636	5,39	-	-
23-24	297	905	7,63	1635	7,22	-	-
24-25	276	905	6,57	1635	6,22	-	-
25-26	292	905	7,36	1635	6,97	-	-
26-27	331	905	9,47	1635	8,96	-	-
27-28	256	905	5,67	1635	5,37	-	-
28-29	329	905	9,36	1635	8,86	-	-
29-30	309	907	8,23	1637	7,81	-	-
30-31	261	907	5,85	1637	5,55	-	-
31-32	272	907	6,39	1637	6,06	-	-
32-33	328	907	9,27	1637	8,79	-	-
33-34	342	907	10,09	1637	9,57	-	-
34-35	218	844	4,49	1602	4,05	-	-
35-36	183	844	3,09	1602	2,79	-	-
36-37	309	920	8,13	1644	7,78	-	-
37-38	339	920	9,77	1644	9,35	-	-
38-39	374	920	11,87	1644	11,36	-	-
39-40	335	913	9,61	1640	9,15	-	-
40-41	350	913	10,46	1640	9,96	-	-
41-42	348	913	10,36	1640	9,87	-	-
42-43	280	913	6,69	1640	6,37	-	-
43-44	272	913	6,33	1640	6,03	-	-
44-45	250	862	5,66	1611	5,18	-	-
45-46	183	862	3,05	1611	2,79	-	-
46-47	293	919	7,32	1644	7	-	-
47-48	297	919	7,5	1644	7,17	-	-
48-49	334	919	9,53	1644	9,12	-	-
49-50	406	919	14,03	1644	13,42	-	-
50-51	184	826	3,22	1592	2,86	-	-
51-52	329	915	9,31	1641	8,88	-	-
52-53	305	894	8,13	1630	7,64	-	-
53-54	239	894	5,06	1630	4,75	-	-
54-55	269	897	6,34	1631	5,96	-	-
55-56	295	897	7,55	1631	7,1	-	-
56-57	182	824	3,16	1591	2,8	-	-
57-58	340	921	9,81	1645	9,4	-	-
58-59	356	921	10,74	1645	10,29	-	-
59-60	321	909	8,87	1638	8,42	-	-
60-61	279	909	6,68	1638	6,35	-	-
61-62	288	909	7,12	1638	6,76	-	-
62-63	347	909	10,32	1638	9,8	-	-
63-64	355	907	10,87	1637	10,3	-	-
64-65	233	907	4,67	1637	4,43	-	-
65-66	342	907	10,07	1637	9,55	-	-
66-67	224	907	4,3	1637	4,08	-	-
67-68	351	908	10,63	1637	10,08	-	-
68-69	231	908	4,58	1637	4,35	-	-
69-70	231	878	4,75	1620	4,41	-	-
70-71	286	878	7,29	1620	6,75	-	-
71-72	202	878	3,61	1620	3,35	-	-
72-73	316	911	8,62	1639	8,2	-	-

Tabla 2.10 Tabla de flecha máxima para cable de tierra OPGW-48.

Vano	Longitud de vano	Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)		Tensión (0°C+H)	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)
73-74	308	913	8,15	1640	7,76	-	-
74-75	296	913	7,49	1640	7,13	-	-
75-76	353	913	10,68	1640	10,17	-	-
76-77	210	922	3,76	1645	3,6	-	-
77-78	399	922	13,48	1645	12,92	-	-
78-79	357	922	10,82	1645	10,37	-	-
79-80	270	835	6,85	1524	6,42	1980	6,39
80-81	183	763	3,43	1471	3,05	1923	3,01
81-82	430	940	15,4	1656	14,96	-	-
82-83	178	845	2,98	1602	2,69	-	-
83-84	221	845	4,61	1602	4,16	-	-
84-85	282	896	6,94	1631	6,53	-	-
85-86	253	881	5,77	1622	5,36	-	-
86-87	359	911	11,06	1639	10,52	-	-
87-88	240	911	4,97	1639	4,73	-	-
88-89	174	892	2,65	1628	2,48	-	-
89-90	286	892	7,19	1628	6,74	-	-
90-91	239	892	5	1628	4,68	-	-
91-92	268	892	6,31	1628	5,91	-	-
92-93	325	892	9,24	1628	8,66	-	-
93-94	389	921	12,85	1645	12,31	-	-
94-95	354	921	10,61	1645	10,17	-	-
95-96	266	921	6,02	1645	5,77	-	-
96-97	223	861	4,53	1611	4,15	-	-
97-98	217	857	4,37	1609	3,98	-	-
98-99	396	918	13,34	1643	12,75	-	-
99-100	301	918	7,77	1643	7,43	-	-
100-101	304	918	7,92	1643	7,57	-	-
101-102	324	918	8,92	1643	8,52	-	-
102-103	253	902	5,55	1634	5,24	-	-
103-104	213	902	3,93	1634	3,71	-	-
104-105	365	902	11,54	1634	10,89	-	-
105-106	276	902	6,58	1634	6,22	-	-
106-107	317	901	8,72	1633	8,23	-	-
107-108	256	901	5,71	1633	5,39	-	-
108-109	312	891	8,55	1628	8,01	-	-
109-110	144	891	1,82	1628	1,71	-	-
110-111	266	889	6,23	1626	5,82	-	-
111-112	303	906	7,94	1636	7,52	-	-
112-113	222	839	4,64	1599	4,17	-	-
113-114	152	839	2,15	1599	1,93	-	-
114-115	397	915	13,46	1642	12,84	-	-
115-116	193	915	3,18	1642	3,03	-	-
116-117	301	915	7,82	1642	7,47	-	-
117-118	336	926	9,53	1648	9,16	-	-
118-119	375	926	11,85	1648	11,39	-	-
119-120	378	926	12,05	1648	11,58	-	-
120-121	341	919	9,89	1644	9,46	-	-
121-122	211	851	4,07	1606	3,69	-	-

2.5 Tabla de tendido

Para tender el conductor, es útil disponer de una tabla que proporcione la tensión mecánica y la flecha a distintas temperaturas.

Esta tabla se calcula sin considerar efectos de hielo ni de viento, ya que no se realizará el tendido bajo esas condiciones, por lo que sólo se tendrá en cuenta el peso del conductor.

El tensado de los cables de cada tramo de línea comprendido entre dos apoyos deberá hacerse en función de la longitud del vano correspondiente.

Las temperaturas a considerar van desde -5 °C hasta 85 °C para conductores de fase y desde -5 °C hasta 50 °C para cable de tierra, con incrementos de 5°C. Las tablas de tendido se han obtenido con el programa de Imedexsa.

Las Tablas 2.11, 2.12 y 2.13 corresponden al conductor LA-280 y Tablas 2.14, 2.15 y 2.16 corresponden al cable de tierra OPGW-48.

Tabla 2.11Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1624	7,88	1585	8,07	1549	8,26	1515	8,45
2-3	349	1596	9,35	1564	9,54	1533	9,73	1504	9,92
3-4	415	1547	13,64	1525	13,84	1503	14,03	1482	14,23
4-5	300	1671	6,56	1623	6,76	1578	6,95	1535	7,14
5-6	321	1671	7,53	1623	7,75	1578	7,97	1535	8,19
6-7	245	1671	4,38	1623	4,51	1578	4,64	1535	4,77
7-8	276	1671	5,56	1623	5,73	1578	5,89	1535	6,06
8-9	203	1886	2,68	1790	2,83	1703	2,97	1622	3,12
9-10	203	1886	2,66	1790	2,8	1703	2,95	1622	3,09
10-11	317	1644	7,47	1602	7,67	1562	7,86	1524	8,06
11-12	318	1644	7,55	1602	7,75	1562	7,94	1524	8,14
12-13	284	1644	6,04	1602	6,2	1562	6,36	1524	6,52
13-14	270	1600	5,57	1567	5,68	1535	5,8	1505	5,92
14-15	390	1600	11,62	1567	11,87	1535	12,11	1505	12,35
15-16	274	1721	5,33	1662	5,52	1607	5,71	1556	5,89
16-17	249	1721	4,47	1662	4,63	1607	4,79	1556	4,95
17-18	163	1758	1,85	1691	1,93	1628	2	1571	2,08
18-19	283	1758	5,61	1691	5,84	1628	6,06	1571	6,28
19-20	355	1591	9,69	1560	9,88	1530	10,07	1502	10,26
20-21	299	1651	6,63	1607	6,81	1566	6,99	1527	7,16
21-22	337	1651	8,39	1607	8,62	1566	8,85	1527	9,08
22-23	257	1651	4,88	1607	5,02	1566	5,15	1527	5,28
23-24	297	1654	6,53	1609	6,71	1567	6,89	1528	7,07
24-25	276	1654	5,62	1609	5,78	1567	5,93	1528	6,09
25-26	292	1654	6,3	1609	6,48	1567	6,65	1528	6,82
26-27	331	1654	8,11	1609	8,33	1567	8,55	1528	8,77
27-28	256	1654	4,86	1609	4,99	1567	5,12	1528	5,26
28-29	329	1654	8,01	1609	8,23	1567	8,45	1528	8,67
29-30	309	1644	7,11	1602	7,3	1562	7,49	1524	7,67
30-31	261	1644	5,05	1602	5,19	1562	5,32	1524	5,45
31-32	272	1644	5,52	1602	5,67	1562	5,81	1524	5,96
32-33	328	1644	8	1602	8,21	1562	8,43	1524	8,63
33-34	342	1644	8,72	1602	8,95	1562	9,18	1524	9,41
34-35	218	1887	3,15	1791	3,32	1703	3,49	1623	3,66
35-36	183	1887	2,16	1791	2,28	1703	2,4	1623	2,52
36-37	309	1602	7,31	1568	7,46	1536	7,62	1506	7,77
37-38	339	1602	8,78	1568	8,97	1536	9,16	1506	9,34
38-39	374	1602	10,67	1568	10,89	1536	11,12	1506	11,34
39-40	335	1625	8,45	1587	8,65	1550	8,85	1516	9,05
40-41	350	1625	9,19	1587	9,42	1550	9,64	1516	9,86
41-42	348	1625	9,11	1587	9,33	1550	9,55	1516	9,77
42-43	280	1625	5,88	1587	6,02	1550	6,16	1516	6,3
43-44	272	1625	5,57	1587	5,7	1550	5,84	1516	5,97
44-45	250	1818	4,2	1737	4,4	1663	4,59	1595	4,79
45-46	183	1818	2,26	1737	2,37	1663	2,47	1595	2,58
46-47	293	1603	6,57	1569	6,71	1537	6,85	1507	6,99
47-48	297	1603	6,73	1569	6,87	1537	7,02	1507	7,16
48-49	334	1603	8,56	1569	8,74	1537	8,93	1507	9,11
49-50	406	1603	12,59	1569	12,86	1537	13,13	1507	13,4
50-51	184	1961	2,12	1849	2,25	1747	2,38	1653	2,52
51-52	329	1617	8,24	1581	8,43	1546	8,62	1513	8,81
52-53	305	1691	6,73	1638	6,95	1589	7,17	1543	7,38
53-54	239	1691	4,19	1638	4,32	1589	4,45	1543	4,59

Tabla 2.11 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
54-55	269	1683	5,29	1632	5,45	1584	5,61	1540	5,78
55-56	295	1683	6,3	1632	6,5	1584	6,69	1540	6,88
56-57	182	1969	2,07	1856	2,19	1752	2,32	1657	2,46
57-58	340	1597	8,86	1565	9,04	1534	9,23	1504	9,41
58-59	356	1597	9,7	1565	9,9	1534	10,1	1504	10,3
59-60	321	1638	7,7	1597	7,9	1558	8,1	1521	8,29
60-61	279	1638	5,81	1597	5,96	1558	6,1	1521	6,25
61-62	288	1638	6,19	1597	6,35	1558	6,51	1521	6,66
62-63	347	1638	8,97	1597	9,2	1558	9,43	1521	9,66
63-64	355	1645	9,38	1603	9,63	1562	9,87	1525	10,12
64-65	233	1645	4,03	1603	4,14	1562	4,24	1525	4,35
65-66	342	1645	8,69	1603	8,93	1562	9,16	1525	9,38
66-67	224	1645	3,71	1603	3,81	1562	3,91	1525	4
67-68	351	1642	9,2	1600	9,44	1560	9,68	1523	9,92
68-69	231	1642	3,97	1600	4,07	1560	4,17	1523	4,27
69-70	231	1755	3,72	1688	3,87	1626	4,02	1569	4,16
70-71	286	1755	5,7	1688	5,93	1626	6,16	1569	6,38
71-72	202	1755	2,83	1688	2,94	1626	3,05	1569	3,16
72-73	316	1632	7,53	1592	7,72	1555	7,91	1519	8,09
73-74	308	1626	7,16	1587	7,33	1551	7,51	1516	7,68
74-75	296	1626	6,58	1587	6,74	1551	6,9	1516	7,05
75-76	353	1626	9,39	1587	9,61	1551	9,84	1516	10,06
76-77	210	1596	3,4	1563	3,47	1533	3,54	1504	3,61
77-78	399	1596	12,18	1563	12,43	1533	12,68	1504	12,93
78-79	357	1596	9,78	1563	9,98	1533	10,18	1504	10,38
79-80	270	1703	5,25	1647	5,43	1595	5,61	1547	5,78
80-81	183	1912	2,15	1804	2,27	1705	2,41	1614	2,54
81-82	430	1538	14,73	1518	14,93	1498	15,13	1479	15,32
82-83	178	1886	2,09	1791	2,2	1703	2,31	1623	2,43
83-84	221	1886	3,23	1791	3,4	1703	3,58	1623	3,75
84-85	282	1684	5,78	1633	5,97	1585	6,15	1541	6,32
85-86	253	1742	4,57	1678	4,74	1619	4,92	1564	5,09
86-87	359	1632	9,66	1592	9,9	1554	10,14	1519	10,38
87-88	240	1632	4,35	1592	4,46	1554	4,56	1519	4,67
88-89	174	1701	2,17	1646	2,25	1595	2,32	1548	2,39
89-90	286	1701	5,9	1646	6,1	1595	6,29	1548	6,49
90-91	239	1701	4,1	1646	4,24	1595	4,37	1548	4,51
91-92	268	1701	5,18	1646	5,35	1595	5,52	1548	5,69
92-93	325	1701	7,58	1646	7,83	1595	8,08	1548	8,33
93-94	389	1597	11,59	1565	11,84	1534	12,08	1504	12,31
94-95	354	1597	9,58	1565	9,78	1534	9,98	1504	10,17
95-96	266	1597	5,43	1565	5,55	1534	5,66	1504	5,77
96-97	223	1820	3,36	1739	3,51	1664	3,67	1596	3,83
97-98	217	1838	3,19	1753	3,34	1675	3,5	1603	3,65
98-99	396	1607	11,92	1573	12,18	1540	12,45	1509	12,7
99-100	301	1607	6,95	1573	7,1	1540	7,25	1509	7,4
100-101	304	1607	7,08	1573	7,24	1540	7,4	1509	7,55
101-102	324	1607	7,97	1573	8,15	1540	8,32	1509	8,49
102-103	253	1665	4,71	1618	4,84	1574	4,98	1532	5,11
103-104	213	1665	3,33	1618	3,43	1574	3,53	1532	3,62
104-105	365	1665	9,78	1618	10,07	1574	10,35	1532	10,63
105-106	276	1665	5,58	1618	5,74	1574	5,91	1532	6,06
106-107	317	1668	7,37	1620	7,59	1576	7,81	1534	8,02
107-108	256	1668	4,83	1620	4,97	1576	5,11	1534	5,25
108-109	312	1705	6,99	1649	7,23	1597	7,46	1549	7,7
109-110	144	1705	1,49	1649	1,54	1597	1,59	1549	1,64
110-111	266	1713	5,06	1656	5,23	1602	5,41	1552	5,58
111-112	303	1650	6,82	1606	7,01	1565	7,19	1526	7,37
112-113	222	1909	3,19	1809	3,37	1716	3,55	1632	3,74
113-114	152	1909	1,48	1809	1,56	1716	1,65	1632	1,73
114-115	397	1616	11,94	1579	12,21	1545	12,49	1512	12,76
115-116	193	1616	2,82	1579	2,88	1545	2,95	1512	3,01

Tabla 2.11 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
116-117	301	1616	6,94	1579	7,1	1545	7,26	1512	7,42
117-118	336	1582	8,72	1553	8,89	1525	9,05	1498	9,22
118-119	375	1582	10,85	1553	11,05	1525	11,26	1498	11,46
119-120	378	1582	11,03	1553	11,24	1525	11,45	1498	11,65
120-121	341	1605	8,86	1571	9,06	1538	9,25	1507	9,44
121-122	211	1859	2,92	1770	3,06	1687	3,21	1612	3,37

Tabla 2.12 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1483	8,63	1453	8,81	1424	8,99	1396	9,17
2-3	349	1476	10,11	1450	10,3	1424	10,48	1400	10,66
3-4	415	1463	14,42	1443	14,62	1425	14,81	1407	14,99
4-5	300	1496	7,33	1458	7,52	1423	7,71	1390	7,89
5-6	321	1496	8,41	1458	8,63	1423	8,84	1390	9,05
6-7	245	1496	4,9	1458	5,02	1423	5,15	1390	5,27
7-8	276	1496	6,22	1458	6,38	1423	6,54	1390	6,69
8-9	203	1549	3,27	1482	3,41	1420	3,56	1364	3,71
9-10	203	1549	3,24	1482	3,39	1420	3,53	1364	3,68
10-11	317	1489	8,25	1455	8,44	1423	8,63	1394	8,81
11-12	318	1489	8,34	1455	8,53	1423	8,72	1394	8,9
12-13	284	1489	6,67	1455	6,82	1423	6,98	1394	7,13
13-14	270	1477	6,03	1450	6,14	1424	6,25	1400	6,36
14-15	390	1477	12,59	1450	12,82	1424	13,06	1400	13,29
15-16	274	1508	6,08	1464	6,27	1422	6,45	1384	6,63
16-17	249	1508	5,1	1464	5,26	1422	5,41	1384	5,56
17-18	163	1517	2,15	1468	2,22	1422	2,29	1379	2,36
18-19	283	1517	6,51	1468	6,73	1422	6,94	1379	7,16
19-20	355	1475	10,45	1449	10,64	1424	10,82	1401	11
20-21	299	1490	7,34	1456	7,51	1423	7,69	1393	7,86
21-22	337	1490	9,3	1456	9,52	1423	9,74	1393	9,95
22-23	257	1490	5,41	1456	5,54	1423	5,66	1393	5,79
23-24	297	1491	7,25	1456	7,42	1423	7,59	1392	7,76
24-25	276	1491	6,24	1456	6,39	1423	6,54	1392	6,68
25-26	292	1491	6,99	1456	7,16	1423	7,33	1392	7,49
26-27	331	1491	8,99	1456	9,21	1423	9,42	1392	9,63
27-28	256	1491	5,39	1456	5,52	1423	5,64	1392	5,77
28-29	329	1491	8,89	1456	9,1	1423	9,31	1392	9,52
29-30	309	1489	7,86	1455	8,04	1423	8,22	1393	8,39
30-31	261	1489	5,58	1455	5,71	1423	5,84	1393	5,96
31-32	272	1489	6,1	1455	6,24	1423	6,38	1393	6,52
32-33	328	1489	8,84	1455	9,04	1423	9,25	1393	9,45
33-34	342	1489	9,63	1455	9,85	1423	10,07	1393	10,29
34-35	218	1549	3,84	1482	4,01	1420	4,18	1364	4,36
35-36	183	1549	2,64	1482	2,76	1420	2,88	1364	3
36-37	309	1477	7,92	1450	8,07	1424	8,22	1399	8,37
37-38	339	1477	9,52	1450	9,7	1424	9,88	1399	10,06
38-39	374	1477	11,56	1450	11,78	1424	12	1399	12,21
39-40	335	1484	9,25	1453	9,45	1424	9,64	1396	9,84
40-41	350	1484	10,07	1453	10,29	1424	10,5	1396	10,71
41-42	348	1484	9,98	1453	10,19	1424	10,4	1396	10,61
42-43	280	1484	6,44	1453	6,58	1424	6,71	1396	6,84
43-44	272	1484	6,1	1453	6,23	1424	6,36	1396	6,48
44-45	250	1532	4,99	1474	5,18	1421	5,38	1372	5,57
45-46	183	1532	2,69	1474	2,79	1421	2,9	1372	3
46-47	293	1478	7,13	1450	7,26	1424	7,4	1399	7,53
47-48	297	1478	7,3	1450	7,44	1424	7,58	1399	7,71
48-49	334	1478	9,29	1450	9,46	1424	9,64	1399	9,81
49-50	406	1478	13,66	1450	13,92	1424	14,18	1399	14,43
50-51	184	1568	2,66	1490	2,8	1419	2,94	1355	3,08

Tabla 2.12 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
51-52	329	1482	9	1452	9,18	1424	9,36	1397	9,54
52-53	305	1501	7,59	1460	7,8	1423	8,01	1387	8,21
53-54	239	1501	4,72	1460	4,85	1423	4,98	1387	5,1
54-55	269	1498	5,94	1459	6,1	1423	6,25	1389	6,41
55-56	295	1498	7,08	1459	7,26	1423	7,45	1389	7,64
56-57	182	1570	2,59	1491	2,73	1419	2,87	1354	3,01
57-58	340	1476	9,58	1450	9,76	1424	9,94	1400	10,11
58-59	356	1476	10,49	1450	10,68	1424	10,88	1400	11,06
59-60	321	1487	8,49	1454	8,68	1424	8,87	1394	9,05
60-61	279	1487	6,4	1454	6,54	1424	6,68	1394	6,82
61-62	288	1487	6,82	1454	6,97	1424	7,12	1394	7,27
62-63	347	1487	9,88	1454	10,1	1424	10,32	1394	10,54
63-64	355	1489	10,36	1455	10,6	1423	10,84	1393	11,08
64-65	233	1489	4,45	1455	4,55	1423	4,66	1393	4,76
65-66	342	1489	9,61	1455	9,83	1423	10,05	1393	10,27
66-67	224	1489	4,1	1455	4,19	1423	4,29	1393	4,38
67-68	351	1488	10,15	1455	10,39	1423	10,62	1394	10,84
68-69	231	1488	4,38	1455	4,48	1423	4,57	1394	4,67
69-70	231	1516	4,31	1467	4,45	1422	4,59	1380	4,74
70-71	286	1516	6,6	1467	6,82	1422	7,04	1380	7,26
71-72	202	1516	3,27	1467	3,38	1422	3,49	1380	3,6
72-73	316	1486	8,27	1454	8,46	1424	8,63	1395	8,81
73-74	308	1484	7,84	1453	8,01	1424	8,18	1396	8,34
74-75	296	1484	7,21	1453	7,36	1424	7,51	1396	7,66
75-76	353	1484	10,29	1453	10,5	1424	10,72	1396	10,93
76-77	210	1476	3,67	1449	3,74	1424	3,81	1400	3,87
77-78	399	1476	13,17	1449	13,42	1424	13,65	1400	13,89
78-79	357	1476	10,57	1449	10,77	1424	10,96	1400	11,15
79-80	270	1502	5,96	1460	6,13	1421	6,3	1384	6,47
80-81	183	1532	2,68	1457	2,82	1388	2,95	1326	3,09
81-82	430	1460	15,52	1442	15,71	1425	15,9	1408	16,09
82-83	178	1549	2,54	1482	2,66	1420	2,77	1364	2,89
83-84	221	1549	3,93	1482	4,11	1420	4,29	1364	4,47
84-85	282	1499	6,5	1460	6,67	1423	6,85	1388	7,02
85-86	253	1513	5,26	1466	5,43	1422	5,6	1381	5,76
86-87	359	1485	10,62	1454	10,85	1424	11,08	1395	11,31
87-88	240	1485	4,78	1454	4,88	1424	4,98	1395	5,08
88-89	174	1503	2,46	1462	2,53	1423	2,6	1386	2,67
89-90	286	1503	6,68	1462	6,87	1423	7,06	1386	7,24
90-91	239	1503	4,64	1462	4,77	1423	4,9	1386	5,03
91-92	268	1503	5,86	1462	6,03	1423	6,19	1386	6,36
92-93	325	1503	8,58	1462	8,83	1423	9,07	1386	9,31
93-94	389	1476	12,55	1450	12,78	1424	13,01	1400	13,24
94-95	354	1476	10,37	1450	10,56	1424	10,75	1400	10,94
95-96	266	1476	5,88	1450	5,99	1424	6,1	1400	6,2
96-97	223	1533	3,99	1474	4,15	1421	4,3	1372	4,46
97-98	217	1537	3,81	1476	3,97	1421	4,12	1370	4,28
98-99	396	1479	12,96	1451	13,21	1424	13,46	1398	13,71
99-100	301	1479	7,55	1451	7,7	1424	7,84	1398	7,99
100-101	304	1479	7,7	1451	7,85	1424	8	1398	8,14
101-102	324	1479	8,66	1451	8,83	1424	9	1398	9,16
102-103	253	1494	5,24	1457	5,37	1423	5,5	1391	5,63
103-104	213	1494	3,72	1457	3,81	1423	3,9	1391	3,99
104-105	365	1494	10,9	1457	11,17	1423	11,44	1391	11,71
105-106	276	1494	6,22	1457	6,38	1423	6,53	1391	6,68
106-107	317	1495	8,23	1458	8,44	1423	8,64	1390	8,85
107-108	256	1495	5,39	1458	5,52	1423	5,66	1390	5,79
108-109	312	1504	7,93	1462	8,16	1423	8,38	1386	8,61
109-110	144	1504	1,69	1462	1,74	1423	1,79	1386	1,83
110-111	266	1506	5,76	1463	5,93	1422	6,09	1385	6,26
111-112	303	1490	7,55	1456	7,73	1423	7,91	1393	8,08
112-113	222	1555	3,92	1484	4,11	1420	4,29	1361	4,48

Tabla 2.12 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
113-114	152	1555	1,82	1484	1,9	1420	1,99	1361	2,08
114-115	397	1481	13,02	1452	13,29	1424	13,55	1397	13,81
115-116	193	1481	3,07	1452	3,14	1424	3,2	1397	3,26
116-117	301	1481	7,57	1452	7,72	1424	7,88	1397	8,03
117-118	336	1472	9,38	1448	9,54	1424	9,69	1402	9,85
118-119	375	1472	11,66	1448	11,86	1424	12,06	1402	12,25
119-120	378	1472	11,86	1448	12,06	1424	12,26	1402	12,45
120-121	341	1478	9,62	1450	9,81	1424	9,99	1399	10,17
121-122	211	1542	3,52	1479	3,67	1420	3,82	1367	3,97

Tabla 2.13 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 35°C y 85°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		85°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1370	9,35	1345	9,52	1321	9,69	1165	11
2-3	349	1377	10,84	1355	11,02	1333	11,2	1191	12,54
3-4	415	1390	15,18	1373	15,37	1357	15,55	1244	16,96
4-5	300	1359	8,07	1329	8,25	1301	8,43	1123	9,77
5-6	321	1359	9,26	1329	9,47	1301	9,67	1123	11,21
6-7	245	1359	5,39	1329	5,51	1301	5,63	1123	6,52
7-8	276	1359	6,85	1329	7	1301	7,15	1123	8,29
8-9	203	1312	3,86	1265	4	1221	4,14	971	5,21
9-10	203	1312	3,82	1265	3,97	1221	4,11	971	5,17
10-11	317	1365	9	1338	9,18	1313	9,36	1147	10,72
11-12	318	1365	9,09	1338	9,27	1313	9,45	1147	10,83
12-13	284	1365	7,27	1338	7,42	1313	7,57	1147	8,66
13-14	270	1376	6,47	1354	6,58	1332	6,69	1188	7,5
14-15	390	1376	13,52	1354	13,74	1332	13,96	1188	15,66
15-16	274	1348	6,81	1314	6,98	1282	7,16	1084	8,47
16-17	249	1348	5,71	1314	5,86	1282	6	1084	7,1
17-18	163	1339	2,43	1302	2,5	1268	2,57	1056	3,09
18-19	283	1339	7,37	1302	7,58	1268	7,79	1056	9,35
19-20	355	1378	11,18	1357	11,36	1336	11,54	1197	12,89
20-21	299	1364	8,02	1336	8,19	1310	8,35	1141	9,6
21-22	337	1364	10,17	1336	10,38	1310	10,59	1141	12,16
22-23	257	1364	5,91	1336	6,03	1310	6,16	1141	7,07
23-24	297	1363	7,93	1335	8,09	1309	8,26	1138	9,5
24-25	276	1363	6,83	1335	6,97	1309	7,11	1138	8,18
25-26	292	1363	7,65	1335	7,81	1309	7,97	1138	9,17
26-27	331	1363	9,84	1335	10,05	1309	10,25	1138	11,79
27-28	256	1363	5,9	1335	6,02	1309	6,14	1138	7,06
28-29	329	1363	9,73	1335	9,93	1309	10,13	1138	11,66
29-30	309	1365	8,57	1338	8,74	1312	8,91	1146	10,21
30-31	261	1365	6,09	1338	6,21	1312	6,33	1146	7,25
31-32	272	1365	6,65	1338	6,79	1312	6,92	1146	7,93
32-33	328	1365	9,64	1338	9,84	1312	10,03	1146	11,49
33-34	342	1365	10,5	1338	10,72	1312	10,93	1146	12,52
34-35	218	1312	4,53	1264	4,7	1221	4,87	970	6,13
35-36	183	1312	3,11	1264	3,23	1221	3,35	970	4,21
36-37	309	1376	8,51	1353	8,65	1331	8,8	1186	9,87
37-38	339	1376	10,23	1353	10,4	1331	10,57	1186	11,87
38-39	374	1376	12,42	1353	12,63	1331	12,84	1186	14,42
39-40	335	1370	10,02	1345	10,21	1321	10,4	1163	11,81
40-41	350	1370	10,91	1345	11,12	1321	11,32	1163	12,85
41-42	348	1370	10,81	1345	11,01	1321	11,21	1163	12,74
42-43	280	1370	6,98	1345	7,11	1321	7,24	1163	8,22
43-44	272	1370	6,61	1345	6,73	1321	6,85	1163	7,78
44-45	250	1327	5,76	1285	5,95	1246	6,13	1015	7,53
45-46	183	1327	3,1	1285	3,2	1246	3,3	1015	4,05
46-47	293	1375	7,66	1352	7,79	1330	7,92	1184	8,9
47-48	297	1375	7,85	1352	7,98	1330	8,11	1184	9,11

Tabla 2.13 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 35°C y 85°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		85°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
48-49	334	1375	9,98	1352	10,15	1330	10,32	1184	11,59
49-50	406	1375	14,68	1352	14,93	1330	15,18	1184	17,06
50-51	184	1296	3,21	1243	3,35	1194	3,49	924	4,51
51-52	329	1372	9,72	1347	9,9	1324	10,07	1171	11,39
52-53	305	1354	8,41	1323	8,61	1293	8,81	1107	10,3
53-54	239	1354	5,23	1323	5,35	1293	5,47	1107	6,4
54-55	269	1356	6,56	1326	6,71	1297	6,86	1114	7,99
55-56	295	1356	7,82	1326	8	1297	8,18	1114	9,52
56-57	182	1294	3,15	1240	3,28	1191	3,42	919	4,43
57-58	340	1377	10,28	1354	10,45	1333	10,62	1190	11,89
58-59	356	1377	11,25	1354	11,44	1333	11,62	1190	13,02
59-60	321	1367	9,24	1340	9,42	1315	9,6	1152	10,96
60-61	279	1367	6,96	1340	7,1	1315	7,23	1152	8,26
61-62	288	1367	7,42	1340	7,56	1315	7,71	1152	8,8
62-63	347	1367	10,76	1340	10,97	1315	11,18	1152	12,77
63-64	355	1365	11,31	1338	11,54	1312	11,76	1145	13,48
64-65	233	1365	4,86	1338	4,95	1312	5,05	1145	5,79
65-66	342	1365	10,48	1338	10,7	1312	10,91	1145	12,5
66-67	224	1365	4,47	1338	4,56	1312	4,65	1145	5,33
67-68	351	1366	11,07	1339	11,29	1314	11,51	1148	13,17
68-69	231	1366	4,77	1339	4,86	1314	4,96	1148	5,67
69-70	231	1340	4,87	1303	5,01	1269	5,15	1059	6,17
70-71	286	1340	7,47	1303	7,68	1269	7,89	1059	9,46
71-72	202	1340	3,71	1303	3,81	1269	3,91	1059	4,69
72-73	316	1368	8,99	1342	9,16	1318	9,33	1157	10,63
73-74	308	1370	8,5	1344	8,66	1320	8,82	1163	10,01
74-75	296	1370	7,81	1344	7,96	1320	8,1	1163	9,2
75-76	353	1370	11,15	1344	11,36	1320	11,56	1163	13,13
76-77	210	1377	3,94	1355	4	1334	4,06	1192	4,55
77-78	399	1377	14,12	1355	14,35	1334	14,58	1192	16,33
78-79	357	1377	11,34	1355	11,52	1334	11,7	1192	13,1
79-80	270	1350	6,63	1317	6,79	1287	6,96	1095	8,18
80-81	183	1270	3,23	1219	3,37	1172	3,5	910	4,51
81-82	430	1392	16,28	1376	16,47	1361	16,65	1254	18,08
82-83	178	1312	3	1265	3,11	1221	3,23	970	4,06
83-84	221	1312	4,64	1265	4,82	1221	4,99	970	6,28
84-85	282	1356	7,19	1325	7,35	1296	7,52	1113	8,76
85-86	253	1343	5,93	1307	6,09	1274	6,25	1069	7,45
86-87	359	1368	11,53	1342	11,75	1318	11,97	1157	13,64
87-88	240	1368	5,19	1342	5,28	1318	5,38	1157	6,13
88-89	174	1352	2,74	1320	2,8	1289	2,87	1099	3,37
89-90	286	1352	7,43	1320	7,61	1289	7,79	1099	9,14
90-91	239	1352	5,16	1320	5,29	1289	5,41	1099	6,35
91-92	268	1352	6,52	1320	6,68	1289	6,83	1099	8,02
92-93	325	1352	9,54	1320	9,78	1289	10,01	1099	11,74
93-94	389	1377	13,46	1354	13,68	1333	13,9	1190	15,58
94-95	354	1377	11,12	1354	11,3	1333	11,49	1190	12,87
95-96	266	1377	6,31	1354	6,41	1333	6,51	1190	7,3
96-97	223	1326	4,61	1284	4,76	1245	4,91	1014	6,03
97-98	217	1322	4,43	1279	4,58	1238	4,73	1002	5,85
98-99	396	1374	13,95	1351	14,19	1328	14,43	1180	16,25
99-100	301	1374	8,13	1351	8,27	1328	8,41	1180	9,47
100-101	304	1374	8,29	1351	8,43	1328	8,57	1180	9,65
101-102	324	1374	9,33	1351	9,49	1328	9,65	1180	10,86
102-103	253	1360	5,76	1332	5,88	1304	6,01	1129	6,94
103-104	213	1360	4,08	1332	4,17	1304	4,26	1129	4,92
104-105	365	1360	11,97	1332	12,23	1304	12,49	1129	14,44
105-106	276	1360	6,83	1332	6,98	1304	7,13	1129	8,24
106-107	317	1360	9,05	1330	9,25	1303	9,44	1126	10,93
107-108	256	1360	5,92	1330	6,05	1303	6,18	1126	7,15
108-109	312	1351	8,83	1319	9,05	1288	9,26	1096	10,89
109-110	144	1351	1,88	1319	1,93	1288	1,97	1096	2,32

Tabla 2.13 Tabla de tendido de conductor LA-280 para temperaturas entre 35°C y 85°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		85°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
110-111	266	1349	6,43	1316	6,59	1285	6,75	1090	7,96
111-112	303	1364	8,26	1336	8,43	1310	8,59	1141	9,87
112-113	222	1307	4,66	1258	4,85	1213	5,03	956	6,38
113-114	152	1307	2,16	1258	2,24	1213	2,33	956	2,95
114-115	397	1372	14,07	1348	14,32	1325	14,57	1172	16,47
115-116	193	1372	3,32	1348	3,38	1325	3,44	1172	3,89
116-117	301	1372	8,18	1348	8,32	1325	8,47	1172	9,57
117-118	336	1380	10	1360	10,16	1340	10,31	1205	11,46
118-119	375	1380	12,44	1360	12,63	1340	12,82	1205	14,26
119-120	378	1380	12,65	1360	12,84	1340	13,03	1205	14,49
120-121	341	1375	10,35	1352	10,53	1330	10,7	1183	12,03
121-122	211	1318	4,12	1273	4,26	1231	4,41	988	5,49

Tabla 2.14 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1137	7,19	1110	7,36	1086	7,53	1062	7,7
2-3	349	1114	8,55	1092	8,73	1071	8,9	1051	9,07
3-4	415	1074	12,54	1059	12,72	1045	12,89	1031	13,06
4-5	300	1177	5,95	1143	6,13	1111	6,3	1081	6,48
5-6	321	1177	6,83	1143	7,03	1111	7,23	1081	7,43
6-7	245	1177	3,97	1143	4,09	1111	4,21	1081	4,33
7-8	276	1177	5,05	1143	5,2	1111	5,35	1081	5,49
8-9	203	1371	2,36	1298	2,49	1231	2,62	1171	2,76
9-10	203	1371	2,34	1298	2,47	1231	2,6	1171	2,74
10-11	317	1154	6,8	1124	6,97	1096	7,15	1070	7,33
11-12	318	1154	6,87	1124	7,05	1096	7,23	1070	7,4
12-13	284	1154	5,5	1124	5,64	1096	5,78	1070	5,92
13-14	270	1117	5,09	1094	5,2	1073	5,3	1053	5,4
14-15	390	1117	10,63	1094	10,85	1073	11,07	1053	11,28
15-16	274	1220	4,8	1177	4,97	1138	5,15	1101	5,32
16-17	249	1220	4,03	1177	4,17	1138	4,32	1101	4,46
17-18	163	1253	1,66	1204	1,73	1158	1,8	1117	1,86
18-19	283	1253	5,03	1204	5,24	1158	5,44	1117	5,65
19-20	355	1109	8,87	1088	9,04	1068	9,21	1049	9,38
20-21	299	1159	6,02	1129	6,19	1100	6,35	1073	6,51
21-22	337	1159	7,63	1129	7,84	1100	8,05	1073	8,25
22-23	257	1159	4,44	1129	4,56	1100	4,68	1073	4,8
23-24	297	1162	5,94	1131	6,1	1102	6,26	1074	6,42
24-25	276	1162	5,11	1131	5,25	1102	5,39	1074	5,53
25-26	292	1162	5,73	1131	5,89	1102	6,04	1074	6,2
26-27	331	1162	7,37	1131	7,57	1102	7,77	1074	7,97
27-28	256	1162	4,41	1131	4,54	1102	4,66	1074	4,77
28-29	329	1162	7,28	1131	7,48	1102	7,68	1074	7,88
29-30	309	1154	6,47	1124	6,64	1097	6,81	1071	6,98
30-31	261	1154	4,6	1124	4,72	1097	4,84	1071	4,96
31-32	272	1154	5,02	1124	5,16	1097	5,29	1071	5,42
32-33	328	1154	7,28	1124	7,47	1097	7,66	1071	7,85
33-34	342	1154	7,93	1124	8,14	1097	8,35	1071	8,55
34-35	218	1372	2,77	1299	2,92	1232	3,08	1171	3,24
35-36	183	1372	1,9	1299	2,01	1232	2,12	1171	2,23
36-37	309	1118	6,68	1095	6,82	1074	6,96	1053	7,1
37-38	339	1118	8,03	1095	8,2	1074	8,37	1053	8,53
38-39	374	1118	9,76	1095	9,96	1074	10,16	1053	10,36
39-40	335	1138	7,7	1111	7,89	1086	8,07	1063	8,25
40-41	350	1138	8,39	1111	8,59	1086	8,78	1063	8,98
41-42	348	1138	8,31	1111	8,51	1086	8,7	1063	8,9
42-43	280	1138	5,36	1111	5,49	1086	5,62	1063	5,74
43-44	272	1138	5,08	1111	5,2	1086	5,32	1063	5,44
44-45	250	1307	3,73	1247	3,91	1192	4,09	1141	4,27

Tabla 2.14 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
45-46	183	1307	2,01	1247	2,11	1192	2,2	1141	2,3
46-47	293	1120	6,01	1097	6,13	1075	6,26	1054	6,38
47-48	297	1120	6,15	1097	6,28	1075	6,41	1054	6,54
48-49	334	1120	7,83	1097	7,99	1075	8,15	1054	8,31
49-50	406	1120	11,51	1097	11,75	1075	11,99	1054	12,23
50-51	184	1443	1,84	1356	1,96	1277	2,08	1204	2,21
51-52	329	1131	7,52	1106	7,7	1082	7,87	1060	8,03
52-53	305	1194	6,09	1156	6,29	1122	6,48	1089	6,68
53-54	239	1194	3,79	1156	3,91	1122	4,03	1089	4,15
54-55	269	1187	4,79	1151	4,94	1117	5,09	1086	5,23
55-56	295	1187	5,71	1151	5,88	1117	6,06	1086	6,23
56-57	182	1451	1,79	1362	1,91	1282	2,03	1208	2,15
57-58	340	1115	8,11	1092	8,27	1071	8,43	1052	8,59
58-59	356	1115	8,87	1092	9,05	1071	9,23	1052	9,4
59-60	321	1149	7,02	1120	7,19	1093	7,37	1068	7,55
60-61	279	1149	5,29	1120	5,42	1093	5,56	1068	5,69
61-62	288	1149	5,64	1120	5,78	1093	5,92	1068	6,06
62-63	347	1149	8,17	1120	8,38	1093	8,58	1068	8,79
63-64	355	1155	8,53	1125	8,76	1097	8,98	1071	9,2
64-65	233	1155	3,67	1125	3,76	1097	3,86	1071	3,95
65-66	342	1155	7,91	1125	8,12	1097	8,33	1071	8,53
66-67	224	1155	3,38	1125	3,47	1097	3,55	1071	3,64
67-68	351	1152	8,38	1123	8,59	1095	8,81	1069	9,02
68-69	231	1152	3,61	1123	3,7	1095	3,8	1069	3,89
69-70	231	1250	3,34	1201	3,47	1156	3,61	1115	3,74
70-71	286	1250	5,11	1201	5,32	1156	5,53	1115	5,73
71-72	202	1250	2,54	1201	2,64	1156	2,74	1115	2,84
72-73	316	1144	6,86	1116	7,03	1090	7,2	1066	7,37
73-74	308	1138	6,53	1112	6,69	1087	6,84	1063	6,99
74-75	296	1138	6	1112	6,14	1087	6,29	1063	6,43
75-76	353	1138	8,56	1112	8,77	1087	8,97	1063	9,17
76-77	210	1113	3,11	1092	3,17	1071	3,23	1051	3,29
77-78	399	1113	11,15	1092	11,37	1071	11,59	1051	11,81
78-79	357	1113	8,95	1092	9,13	1071	9,31	1051	9,48
79-80	270	1092	5,23	1060	5,39	1031	5,54	1003	5,7
80-81	183	1267	2,07	1195	2,19	1130	2,32	1071	2,45
81-82	430	1067	13,55	1054	13,73	1041	13,9	1028	14,08
82-83	178	1372	1,83	1298	1,94	1232	2,04	1171	2,15
83-84	221	1372	2,84	1298	3	1232	3,16	1171	3,32
84-85	282	1188	5,24	1152	5,4	1118	5,57	1086	5,73
85-86	253	1238	4,11	1192	4,26	1149	4,42	1110	4,58
86-87	359	1143	8,81	1116	9,02	1090	9,24	1065	9,45
87-88	240	1143	3,96	1116	4,06	1090	4,16	1065	4,25
88-89	174	1203	1,96	1163	2,03	1127	2,1	1093	2,16
89-90	286	1203	5,33	1163	5,51	1127	5,69	1093	5,86
90-91	239	1203	3,7	1163	3,83	1127	3,95	1093	4,07
91-92	268	1203	4,68	1163	4,84	1127	4,99	1093	5,15
92-93	325	1203	6,85	1163	7,08	1127	7,31	1093	7,53
93-94	389	1115	10,61	1093	10,82	1072	11,04	1052	11,25
94-95	354	1115	8,76	1093	8,94	1072	9,12	1052	9,29
95-96	266	1115	4,97	1093	5,07	1072	5,17	1052	5,27
96-97	223	1310	2,98	1249	3,13	1193	3,27	1142	3,42
97-98	217	1326	2,82	1262	2,96	1203	3,11	1150	3,25
98-99	396	1123	10,9	1099	11,13	1077	11,36	1056	11,59
99-100	301	1123	6,35	1099	6,49	1077	6,62	1056	6,76
100-101	304	1123	6,47	1099	6,61	1077	6,75	1056	6,89
101-102	324	1123	7,29	1099	7,44	1077	7,6	1056	7,75
102-103	253	1171	4,27	1138	4,4	1107	4,52	1079	4,64
103-104	213	1171	3,03	1138	3,12	1107	3,2	1079	3,29
104-105	365	1171	8,88	1138	9,14	1107	9,39	1079	9,64
105-106	276	1171	5,07	1138	5,21	1107	5,36	1079	5,5
106-107	317	1174	6,69	1140	6,89	1109	7,08	1080	7,27

Tabla 2.14 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre -5°C y 10°C.

Vano	Longitud de vano	-5°C		0°C		5°C		10°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
107-108	256	1174	4,38	1140	4,51	1109	4,64	1080	4,76
108-109	312	1206	6,31	1166	6,53	1129	6,74	1095	6,95
109-110	144	1206	1,34	1166	1,39	1129	1,44	1095	1,48
110-111	266	1213	4,56	1172	4,72	1134	4,88	1098	5,04
111-112	303	1159	6,2	1128	6,37	1100	6,54	1073	6,7
112-113	222	1393	2,79	1316	2,96	1245	3,13	1181	3,3
113-114	152	1393	1,29	1316	1,37	1245	1,45	1181	1,53
114-115	397	1130	10,9	1105	11,14	1082	11,39	1059	11,63
115-116	193	1130	2,57	1105	2,63	1082	2,69	1059	2,75
116-117	301	1130	6,34	1105	6,48	1082	6,62	1059	6,76
117-118	336	1103	7,99	1083	8,14	1064	8,29	1046	8,43
118-119	375	1103	9,94	1083	10,12	1064	10,31	1046	10,49
119-120	378	1103	10,11	1083	10,29	1064	10,48	1046	10,66
120-121	341	1121	8,1	1098	8,28	1075	8,45	1055	8,61
121-122	211	1346	2,57	1278	2,71	1216	2,85	1159	2,99

Tabla 2.15 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	1040	7,86	1019	8,02	999	8,18	980	8,34
2-3	349	1032	9,23	1014	9,4	997	9,56	981	9,72
3-4	415	1018	13,23	1005	13,4	993	13,57	981	13,73
4-5	300	1054	6,65	1027	6,82	1003	6,98	980	7,15
5-6	321	1054	7,62	1027	7,82	1003	8,01	980	8,2
6-7	245	1054	4,44	1027	4,55	1003	4,66	980	4,77
7-8	276	1054	5,64	1027	5,78	1003	5,92	980	6,06
8-9	203	1115	2,9	1065	3,03	1020	3,17	978	3,3
9-10	203	1115	2,87	1065	3,01	1020	3,14	978	3,28
10-11	317	1046	7,5	1023	7,67	1001	7,84	980	8
11-12	318	1046	7,58	1023	7,75	1001	7,92	980	8,08
12-13	284	1046	6,06	1023	6,2	1001	6,34	980	6,47
13-14	270	1033	5,5	1015	5,6	997	5,7	980	5,8
14-15	390	1033	11,49	1015	11,7	997	11,91	980	12,11
15-16	274	1068	5,49	1036	5,65	1007	5,82	979	5,98
16-17	249	1068	4,6	1036	4,74	1007	4,88	979	5,02
17-18	163	1078	1,93	1043	2	1010	2,06	979	2,13
18-19	283	1078	5,85	1043	6,05	1010	6,24	979	6,44
19-20	355	1031	9,55	1013	9,71	997	9,88	981	10,04
20-21	299	1048	6,67	1024	6,82	1001	6,98	980	7,13
21-22	337	1048	8,45	1024	8,65	1001	8,84	980	9,03
22-23	257	1048	4,91	1024	5,03	1001	5,14	980	5,25
23-24	297	1049	6,58	1024	6,73	1002	6,89	980	7,04
24-25	276	1049	5,67	1024	5,8	1002	5,93	980	6,06
25-26	292	1049	6,35	1024	6,5	1002	6,65	980	6,8
26-27	331	1049	8,17	1024	8,36	1002	8,55	980	8,74
27-28	256	1049	4,89	1024	5,01	1002	5,12	980	5,24
28-29	329	1049	8,07	1024	8,26	1002	8,45	980	8,64
29-30	309	1046	7,14	1023	7,3	1001	7,46	980	7,62
30-31	261	1046	5,07	1023	5,19	1001	5,3	980	5,42
31-32	272	1046	5,54	1023	5,67	1001	5,79	980	5,92
32-33	328	1046	8,03	1023	8,22	1001	8,4	980	8,58
33-34	342	1046	8,75	1023	8,95	1001	9,15	980	9,34
34-35	218	1116	3,4	1066	3,56	1020	3,72	978	3,88
35-36	183	1116	2,34	1066	2,45	1020	2,56	978	2,67
36-37	309	1034	7,23	1015	7,36	997	7,49	980	7,62
37-38	339	1034	8,69	1015	8,85	997	9,01	980	9,16
38-39	374	1034	10,55	1015	10,75	997	10,94	980	11,13
39-40	335	1041	8,43	1019	8,6	999	8,77	980	8,94
40-41	350	1041	9,17	1019	9,36	999	9,55	980	9,74
41-42	348	1041	9,09	1019	9,28	999	9,46	980	9,65

Tabla 2.15 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
42-43	280	1041	5,86	1019	5,99	999	6,11	980	6,22
43-44	272	1041	5,55	1019	5,67	999	5,78	980	5,9
44-45	250	1095	4,45	1053	4,63	1014	4,81	979	4,99
45-46	183	1095	2,4	1053	2,5	1014	2,59	979	2,68
46-47	293	1034	6,5	1015	6,62	998	6,74	980	6,86
47-48	297	1034	6,66	1015	6,79	998	6,91	980	7,03
48-49	334	1034	8,47	1015	8,63	998	8,79	980	8,94
49-50	406	1034	12,46	1015	12,69	998	12,92	980	13,15
50-51	184	1139	2,34	1079	2,46	1026	2,59	978	2,72
51-52	329	1038	8,2	1018	8,36	999	8,53	980	8,68
52-53	305	1059	6,87	1031	7,06	1005	7,24	980	7,42
53-54	239	1059	4,27	1031	4,39	1005	4,5	980	4,62
54-55	269	1057	5,38	1029	5,52	1004	5,66	980	5,8
55-56	295	1057	6,41	1029	6,58	1004	6,75	980	6,91
56-57	182	1141	2,28	1081	2,41	1027	2,53	977	2,66
57-58	340	1032	8,75	1014	8,91	997	9,06	981	9,22
58-59	356	1032	9,58	1014	9,75	997	9,92	981	10,09
59-60	321	1044	7,72	1022	7,89	1000	8,06	980	8,22
60-61	279	1044	5,82	1022	5,95	1000	6,07	980	6,2
61-62	288	1044	6,2	1022	6,34	1000	6,47	980	6,61
62-63	347	1044	8,99	1022	9,19	1000	9,38	980	9,57
63-64	355	1046	9,42	1023	9,63	1001	9,84	980	10,05
64-65	233	1046	4,05	1023	4,14	1001	4,23	980	4,32
65-66	342	1046	8,73	1023	8,93	1001	9,13	980	9,32
66-67	224	1046	3,73	1023	3,81	1001	3,9	980	3,98
67-68	351	1045	9,23	1022	9,44	1001	9,64	980	9,85
68-69	231	1045	3,98	1022	4,07	1001	4,16	980	4,24
69-70	231	1077	3,87	1042	4	1009	4,13	979	4,26
70-71	286	1077	5,94	1042	6,14	1009	6,33	979	6,53
71-72	202	1077	2,94	1042	3,04	1009	3,14	979	3,24
72-73	316	1043	7,53	1021	7,69	1000	7,85	980	8,01
73-74	308	1041	7,14	1019	7,29	999	7,44	980	7,58
74-75	296	1041	6,56	1019	6,7	999	6,84	980	6,97
75-76	353	1041	9,37	1019	9,56	999	9,75	980	9,94
76-77	210	1032	3,35	1014	3,41	997	3,47	981	3,53
77-78	399	1032	12,03	1014	12,24	997	12,45	981	12,66
78-79	357	1032	9,66	1014	9,83	997	10	981	10,16
79-80	270	977	5,85	953	6	930	6,14	909	6,29
80-81	183	1018	2,57	970	2,7	927	2,83	888	2,95
81-82	430	1016	14,25	1004	14,42	992	14,58	981	14,75
82-83	178	1116	2,25	1065	2,36	1020	2,47	978	2,57
83-84	221	1116	3,49	1065	3,65	1020	3,82	978	3,98
84-85	282	1057	5,89	1030	6,04	1004	6,2	980	6,35
85-86	253	1073	4,74	1040	4,89	1008	5,04	979	5,19
86-87	359	1042	9,66	1021	9,87	1000	10,07	980	10,28
87-88	240	1042	4,35	1021	4,44	1000	4,53	980	4,62
88-89	174	1062	2,22	1033	2,29	1005	2,35	980	2,41
89-90	286	1062	6,04	1033	6,21	1005	6,38	980	6,54
90-91	239	1062	4,19	1033	4,31	1005	4,43	980	4,55
91-92	268	1062	5,3	1033	5,45	1005	5,6	980	5,74
92-93	325	1062	7,76	1033	7,98	1005	8,19	980	8,41
93-94	389	1033	11,46	1014	11,66	997	11,87	981	12,07
94-95	354	1033	9,46	1014	9,63	997	9,8	981	9,97
95-96	266	1033	5,37	1014	5,46	997	5,56	981	5,65
96-97	223	1096	3,56	1053	3,71	1015	3,85	979	3,99
97-98	217	1101	3,4	1057	3,54	1016	3,68	979	3,82
98-99	396	1035	11,82	1016	12,04	998	12,27	980	12,48
99-100	301	1035	6,89	1016	7,02	998	7,15	980	7,28
100-101	304	1035	7,02	1016	7,16	998	7,29	980	7,42
101-102	324	1035	7,9	1016	8,05	998	8,2	980	8,35
102-103	253	1052	4,76	1026	4,87	1002	4,99	980	5,11
103-104	213	1052	3,37	1026	3,45	1002	3,54	980	3,62

Tabla 2.15 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 15°C y 30°C.

Vano	Longitud de vano	15°C		20°C		25°C		30°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
104-105	365	1052	9,89	1026	10,13	1002	10,37	980	10,61
105-106	276	1052	5,64	1026	5,78	1002	5,92	980	6,06
106-107	317	1053	7,46	1027	7,65	1003	7,83	980	8,02
107-108	256	1053	4,89	1027	5,01	1003	5,13	980	5,25
108-109	312	1063	7,16	1033	7,37	1006	7,57	980	7,77
109-110	144	1063	1,53	1033	1,57	1006	1,61	980	1,66
110-111	266	1065	5,2	1035	5,35	1006	5,5	980	5,65
111-112	303	1048	6,86	1024	7,02	1001	7,18	980	7,34
112-113	222	1123	3,47	1070	3,64	1022	3,81	978	3,98
113-114	152	1123	1,61	1070	1,69	1022	1,77	978	1,84
114-115	397	1038	11,87	1018	12,1	999	12,34	980	12,57
115-116	193	1038	2,8	1018	2,86	999	2,91	980	2,97
116-117	301	1038	6,9	1018	7,04	999	7,17	980	7,31
117-118	336	1028	8,57	1012	8,72	996	8,85	981	8,99
118-119	375	1028	10,66	1012	10,84	996	11,01	981	11,18
119-120	378	1028	10,84	1012	11,02	996	11,19	981	11,37
120-121	341	1035	8,78	1016	8,94	998	9,11	980	9,27
121-122	211	1108	3,13	1061	3,27	1018	3,4	978	3,54

Tabla 2.16 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 35°C y 50°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		50°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
1-2	324	962	8,5	945	8,65	929	8,8	913	8,95
2-3	349	965	9,88	950	10,04	935	10,19	921	10,35
3-4	415	969	13,9	958	14,06	947	14,22	937	14,38
4-5	300	958	7,31	938	7,47	918	7,63	900	7,78
5-6	321	958	8,39	938	8,57	918	8,75	900	8,93
6-7	245	958	4,88	938	4,99	918	5,1	900	5,2
7-8	276	958	6,2	938	6,34	918	6,47	900	6,6
8-9	203	940	3,44	906	3,57	874	3,7	845	3,83
9-10	203	940	3,41	906	3,54	874	3,67	845	3,79
10-11	317	961	8,16	942	8,33	924	8,49	907	8,64
11-12	318	961	8,25	942	8,41	924	8,57	907	8,73
12-13	284	961	6,6	942	6,73	924	6,86	907	6,99
13-14	270	964	5,9	949	5,99	934	6,09	920	6,18
14-15	390	964	12,31	949	12,51	934	12,71	920	12,9
15-16	274	954	6,14	930	6,3	908	6,45	887	6,61
16-17	249	954	5,15	930	5,28	908	5,42	887	5,54
17-18	163	951	2,19	924	2,25	900	2,31	877	2,37
18-19	283	951	6,63	924	6,82	900	7,01	877	7,19
19-20	355	965	10,2	951	10,35	937	10,51	923	10,67
20-21	299	960	7,28	941	7,43	923	7,57	906	7,72
21-22	337	960	9,22	941	9,41	923	9,59	906	9,78
22-23	257	960	5,36	941	5,47	923	5,58	906	5,69
23-24	297	960	7,19	940	7,34	922	7,48	905	7,63
24-25	276	960	6,19	940	6,32	922	6,44	905	6,57
25-26	292	960	6,94	940	7,08	922	7,22	905	7,36
26-27	331	960	8,92	940	9,11	922	9,29	905	9,47
27-28	256	960	5,35	940	5,46	922	5,56	905	5,67
28-29	329	960	8,82	940	9	922	9,18	905	9,36
29-30	309	960	7,78	942	7,93	924	8,08	907	8,23
30-31	261	960	5,53	942	5,64	924	5,74	907	5,85
31-32	272	960	6,04	942	6,16	924	6,28	907	6,39
32-33	328	960	8,75	942	8,92	924	9,1	907	9,27
33-34	342	960	9,53	942	9,72	924	9,91	907	10,09
34-35	218	940	4,04	905	4,19	874	4,34	844	4,49
35-36	183	940	2,77	905	2,88	874	2,99	844	3,09
36-37	309	964	7,75	949	7,88	934	8	920	8,13
37-38	339	964	9,32	949	9,47	934	9,62	920	9,77
38-39	374	964	11,32	949	11,5	934	11,68	920	11,87

Tabla 2.16 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 35°C y 50°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		50°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
39-40	335	962	9,11	945	9,28	928	9,44	913	9,61
40-41	350	962	9,92	945	10,1	928	10,28	913	10,46
41-42	348	962	9,83	945	10,01	928	10,19	913	10,36
42-43	280	962	6,34	945	6,46	928	6,57	913	6,69
43-44	272	962	6,01	945	6,12	928	6,23	913	6,33
44-45	250	946	5,16	916	5,33	888	5,5	862	5,66
45-46	183	946	2,78	916	2,87	888	2,96	862	3,05
46-47	293	964	6,98	949	7,09	934	7,2	919	7,32
47-48	297	964	7,15	949	7,26	934	7,38	919	7,5
48-49	334	964	9,09	949	9,24	934	9,39	919	9,53
49-50	406	964	13,37	949	13,59	934	13,81	919	14,03
50-51	184	934	2,85	894	2,98	858	3,1	826	3,22
51-52	329	963	8,84	946	9	930	9,15	915	9,31
52-53	305	956	7,61	935	7,78	914	7,96	894	8,13
53-54	239	956	4,73	935	4,84	914	4,95	894	5,06
54-55	269	957	5,94	936	6,07	916	6,21	897	6,34
55-56	295	957	7,07	936	7,24	916	7,4	897	7,55
56-57	182	933	2,79	893	2,91	857	3,04	824	3,16
57-58	340	965	9,37	950	9,52	935	9,66	921	9,81
58-59	356	965	10,25	950	10,42	935	10,58	921	10,74
59-60	321	961	8,39	943	8,55	926	8,71	909	8,87
60-61	279	961	6,32	943	6,44	926	6,56	909	6,68
61-62	288	961	6,74	943	6,87	926	7	909	7,12
62-63	347	961	9,77	943	9,95	926	10,14	909	10,32
63-64	355	960	10,26	942	10,47	924	10,67	907	10,87
64-65	233	960	4,41	942	4,5	924	4,58	907	4,67
65-66	342	960	9,51	942	9,7	924	9,89	907	10,07
66-67	224	960	4,06	942	4,14	924	4,22	907	4,3
67-68	351	961	10,04	942	10,24	925	10,44	908	10,63
68-69	231	961	4,33	942	4,41	925	4,5	908	4,58
69-70	231	951	4,39	925	4,51	901	4,63	878	4,75
70-71	286	951	6,72	925	6,91	901	7,1	878	7,29
71-72	202	951	3,33	925	3,43	901	3,52	878	3,61
72-73	316	962	8,16	944	8,32	927	8,47	911	8,62
73-74	308	962	7,73	945	7,87	928	8,01	913	8,15
74-75	296	962	7,1	945	7,23	928	7,36	913	7,49
75-76	353	962	10,13	945	10,32	928	10,5	913	10,68
76-77	210	965	3,59	950	3,65	935	3,7	922	3,76
77-78	399	965	12,87	950	13,07	935	13,28	922	13,48
78-79	357	965	10,33	950	10,49	935	10,66	922	10,82
79-80	270	889	6,43	870	6,57	852	6,71	835	6,85
80-81	183	852	3,08	820	3,2	790	3,32	763	3,43
81-82	430	970	14,92	960	15,08	950	15,24	940	15,4
82-83	178	940	2,67	906	2,78	874	2,88	845	2,98
83-84	221	940	4,14	906	4,3	874	4,45	845	4,61
84-85	282	957	6,5	936	6,65	915	6,8	896	6,94
85-86	253	952	5,34	927	5,48	903	5,63	881	5,77
86-87	359	962	10,47	944	10,67	927	10,87	911	11,06
87-88	240	962	4,71	944	4,8	927	4,89	911	4,97
88-89	174	956	2,47	933	2,53	912	2,59	892	2,65
89-90	286	956	6,71	933	6,87	912	7,03	892	7,19
90-91	239	956	4,66	933	4,77	912	4,89	892	5
91-92	268	956	5,89	933	6,03	912	6,17	892	6,31
92-93	325	956	8,62	933	8,83	912	9,04	892	9,24
93-94	389	965	12,27	949	12,46	935	12,66	921	12,85
94-95	354	965	10,13	949	10,3	935	10,46	921	10,61
95-96	266	965	5,75	949	5,84	935	5,93	921	6,02
96-97	223	946	4,13	915	4,27	887	4,4	861	4,53
97-98	217	944	3,96	913	4,1	884	4,23	857	4,37
98-99	396	964	12,7	948	12,91	933	13,13	918	13,34
99-100	301	964	7,4	948	7,53	933	7,65	918	7,77
100-101	304	964	7,55	948	7,67	933	7,8	918	7,92

Tabla 2.16 Tabla de tendido de cable de tierra OPGW-48 para temperaturas entre 35°C y 50°C.

Vano	Longitud de vano	35°C		40°C		45°C		50°C	
		Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)	Tensión (Kg)	Flecha (m)
101-102	324	964	8,49	948	8,64	933	8,78	918	8,92
102-103	253	959	5,22	939	5,33	920	5,44	902	5,55
103-104	213	959	3,7	939	3,78	920	3,86	902	3,93
104-105	365	959	10,85	939	11,08	920	11,31	902	11,54
105-106	276	959	6,19	939	6,32	920	6,45	902	6,58
106-107	317	958	8,2	938	8,37	919	8,55	901	8,72
107-108	256	958	5,37	938	5,48	919	5,6	901	5,71
108-109	312	955	7,97	932	8,17	911	8,36	891	8,55
109-110	144	955	1,7	932	1,74	911	1,78	891	1,82
110-111	266	955	5,8	931	5,95	909	6,09	889	6,23
111-112	303	960	7,49	941	7,64	923	7,79	906	7,94
112-113	222	938	4,15	902	4,32	869	4,48	839	4,64
113-114	152	938	1,92	902	2	869	2,08	839	2,15
114-115	397	963	12,79	946	13,02	931	13,24	915	13,46
115-116	193	963	3,02	946	3,07	931	3,12	915	3,18
116-117	301	963	7,44	946	7,57	931	7,7	915	7,82
117-118	336	966	9,13	952	9,26	939	9,4	926	9,53
118-119	375	966	11,35	952	11,52	939	11,69	926	11,85
119-120	378	966	11,54	952	11,71	939	11,88	926	12,05
120-121	341	964	9,42	948	9,58	933	9,74	919	9,89
121-122	211	942	3,68	910	3,81	879	3,94	851	4,07

2.6 Parábola de distancia mínima al terreno

Según el artículo 5.5 de la ITC-LAT-07, los conductores, en su flecha máxima vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo, deben quedar situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima (en metros) determinada por la siguiente expresión:

$$D_{\min} = 5,3 + D_{el} \quad (2.41)$$

Siendo como mínimo de 6 metros.

Donde:

D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada. Para una línea de tensión más elevada de la red de 245 kV, el valor es de 1,7 m tal y como indica en la tabla 15 de la ITC-LAT-07.

Por lo tanto, se obtiene:

$$D_{\min} = 5,3 + 1,7 = 7m$$

3. CÁLCULO DE CADENA DE AISLADORES

3.1 Características generales

El nivel de aislamiento mínimo que deben cumplir los aisladores, de acuerdo con el artículo 4.4 de la ITC-LAT-07, para la tensión de la línea que nos ocupa se resume en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 Niveles de aislamiento para gama I.

Tensión nominal de red (Un) kV	Tensión más elevada de red (Us) kV	Tensión más elevada para el material (Um) kV	Tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial (Uw) kV	Tensión soportada a los impulsos tipo rayo (Uwk) kV
220	245	245	360	850

3.2 Selección del aislador

A partir del catálogo de fabricante (LA GRANJA) optamos por aisladores de tal manera como para cumplir las características mínimas de aislamiento y a la vez cumplir con el criterio de carga de rotura mínima, por ello se opta por la instalación de aisladores tipo U210BS, y teniendo en cuenta que cadena de suspensión y de amarre estará formada por 16 unidades, ya que se recomienda que la longitud de cadena sea superior a 3 metros (incluidos los herrajes) para este nivel de tensión, entonces las características de aislamiento vienen dadas en la Tabla 2.18.

Tabla 2.18 Niveles de aislamiento para una cadena aisladores.

Nº de aisladores	Tipo de aisladores	Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (Uw) kV	Tensión soportada a los impulsos tipo rayo (Uwk) kV
16	U210BS	610	1410

Se puede comprobar que esta configuración cumple con los datos mínimos exigidos por el reglamento.

3.3 Cálculo eléctrico del aislador

En la ITC-LAT-07 y su correspondiente tabla 14 que trata sobre líneas de fugas recomendadas, nos encontramos con diferentes nivel de contaminación que sufre línea en función de su zona de permanencia, así nuestra línea se encuentra en una zona sin industrias y con baja densidad de viviendas, además se sitúa muy lejana del mar, con lo cual no puede estar dispuesta a vientos proveniente directamente de éste, por todas estas razones nuestra línea se considera con un nivel de contaminación Ligero I, y por ello línea de fuga mínima debe ser de 16,0 mm/kV.

Para comprobar si las cadenas de aisladores seleccionados son válidas, hay que cumplir con dos criterios:

- La línea de fuga total de la cadena de aisladores ha de ser superior a la línea de fuga mínima que marca el Reglamento. Para determinar si línea de fuga de nuestra cadena de aisladores es superior a mínima fijada por RLAT utilizaremos la fórmula de cálculo de grado de aislamiento.

$$G.A. = \frac{N \cdot L_{f.\text{aislador}}}{U_s} \quad (2.42)$$

Donde:

N : Número de aisladores.

$L_{f.\text{aislador}}$: Línea de fuga del aislador seleccionado, para U210BS es 380 mm.

U_s : Tensión más elevada de red, kV.

G.A. : Grado de aislamiento de la cadena de aisladores.

Con lo que se calcula:

$$G.A. = \frac{16 \cdot 380}{245} = 24,81 \frac{mm}{kV}$$

Se puede comprobar que Grado de Aislamiento con esta disposición de aisladores (24,81 mm/kV) es superior que el mínimo fijado por reglamento (16 mm/kV), por tanto se cumple este criterio.

- Por otro lado han de cumplir las solicitaciones de aislamiento establecidas por el Reglamento, por lo tanto se puede consultar valores característicos de las cadenas en la Tabla 2.18.

Finalmente se puede concluir que una cadena de 16 aisladores U210BS cumple con las solicitaciones eléctricas requeridas por el Reglamento.

3.4 Cálculo mecánico de la cadena de suspensión

Según el artículo 3.4 de la ITC-LAT-07 se utilizará un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 para la cadena de aisladores y en el apartado 3.3 se describe que los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Se debe comprobar el cumplimiento de este criterio para cargas normales y cargas anormales.

- Cargas normales:

Para el cálculo de las cargas normales, se considera el peso del conductor, la sobrecarga correspondiente a la zona y el peso de los aisladores. En zona A solo se tiene en cuenta la sobrecarga de viento, en este caso un viento de 140 km/h ya que línea es de categoría especial.

A su vez el peso vertical viene dado por la expresión:

$$P_v = \sqrt{P_p^2 + F_v^2} \quad (2.43)$$

Donde:

P_p : Peso propio del conductor, para LA-280 (242-AL1/39-ST1A) es de 0,977 kg/m.

F_v : Sobrecarga en el conductor debido al viento de 140 Km/h, el cálculo de este dato viene representado en la ITC-LAT-07 Artículo 3.1.2.1., y cuyo valor se ha determinado directamente con el programa de Imedexsa, 1,512 Kg/m.

Así el esfuerzo vertical transmitido por los conductores se obtiene teniendo en cuenta el peso del conductor en cada cadena de suspensión, calculado a partir del peso por unidad de longitud y del vano máximo ($a_{\max} = 397m$):

$$P_v = \sqrt{0,977^2 + 1,512^2} (Kg / m) \cdot 397(m) = 714,6Kg$$

Por otro lado cadena de aisladores en suspensión estará formada por elementos que viene representada en la Tabla 2.19, donde también se representan sus respectivos pesos:

Tabla 2.19 Elementos de cadena de aisladores en suspensión.

Denominación del elemento	Referencia	Peso en Kg.	Carga de rotura daN	Longitud en mm
Grillete Recto	GN-16T-L	0,6	13500	90
Anilla Bola de Protección	AB-20-P	1,5	18000	170
2 Descargadores	DC-37/11	2x1,1	-	-
16 Aisladores	U210BS	16x7,5	21000	16x170
Rotula Horquilla	RH-16	0,78	12500	50
Yugo triangular	Y-16/330-22	4,9	21000	90
2 Raquetas	R-37/22	2x3	-	-
2 Horquillas	HR-16/E	2x1	13500	80
2 Grapas de Suspensión	GS-4T	2x1,3	9000	60

En la Figura 2.6 se representa la configuración de cadena de suspensión sencilla para conductores doble.

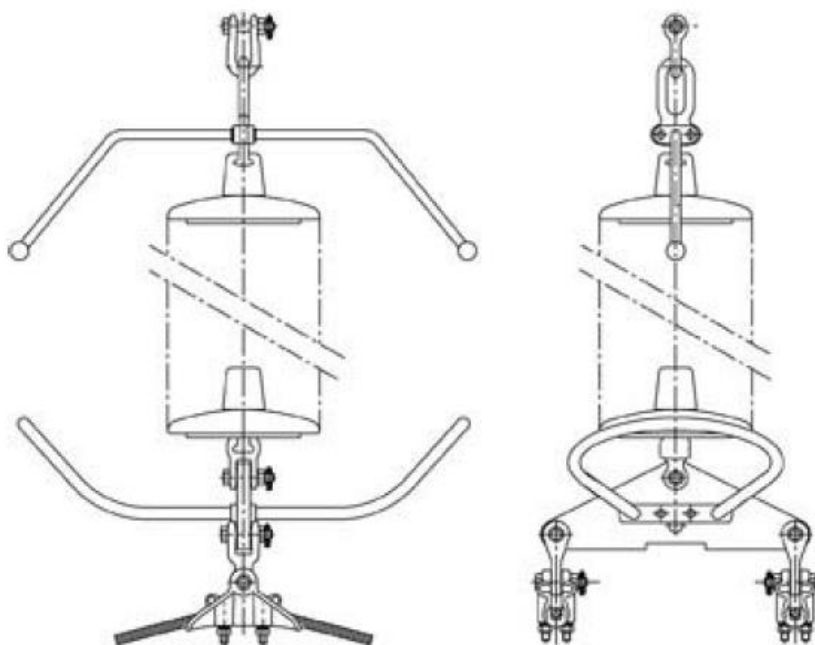


Figura 2.6 Cadena de suspensión sencilla en Dúplex.

Haciendo la suma de pesos de todos los elementos que forman la cadena de suspensión se obtiene el valor de P_{ca} que es:

$$P_{ca} = 0,6 + 1,5 + 2 \cdot 1,1 + 16 \cdot 7,5 + 0,78 + 4,9 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 1,3 = 140,58 \text{Kg}$$

Y longitud de cadena de suspensión es:

$$L_{ca} = 90 + 170 + 16 \cdot 170 + 50 + 90 + 80 + 60 = 3260 \text{mm} = 3,26 \text{m}$$

Al tener que cumplir un coeficiente marcado por el Reglamento de 3, obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{Q_{r.aisl.}}{P_v + P_{ca}} > C_s \quad (2.44)$$

Donde:

$Q_{r.aisl.}$: Carga de rotura del aislador en Kg, que es de 21000 Kg.

C_s : Coeficiente de seguridad, establecido por RLAT, su valor es 3.

$$\frac{21000}{714,6 + 139,91} = 24,57 > 3$$

Se observa del dato obtenido que cumplimos con carga de rotura para cargas normales. Es importante destacar que en caso de líneas de categoría especial, como la que nos ocupa, no se necesita considerar un aumento el 25% de sobrecarga en apoyos que sean de cruzamiento con diferentes accidentes.

- Cargas anormales:

Para el cálculo de las cargas anormales, se considera el 50% de la tensión de un solo conductor roto según el Reglamento en las líneas con dos conductores por fase. Para ello se emplea un coeficiente de seguridad mecánico en el conductor de 3, con que las cargas anormales que actúan sobre el aislador son:

$$T_{\max} = \frac{Q_{r.cond.}}{C_s} \quad (2.45)$$

Donde:

T_{\max} : Tensión mecánica máxima del conductor en Kg.

$Q_{r.cond.}$: Carga de rotura del conductor, que corresponde a 8620 Kg.

Con lo que:

$$T_{\max} = \frac{8620}{3} = 2874Kg$$

Por tanto, el 50% de esta tensión es:

$$0,5 \cdot T_{\max} = 0,5 \cdot 2874 = 1437Kg$$

Y el coeficiente de seguridad mecánica del aislador es:

$$C_s = \frac{Q_{r.aisl.}}{0,5 \cdot T_{\max}} = \frac{21000}{1437} = 14,61 > 3$$

Es importante destacar que en caso de líneas de categoría especial, como la que nos ocupa, no se necesita considerar un aumento el 25% de sobrecarga en apoyos que sean de cruzamiento con otros accidentes.

A partir de los resultados obtenidos concluimos con que la cadena de suspensión diseñada cumple desde el punto de vista eléctrico y mecánico con las exigencias reglamentarias.

3.5 Cálculo mecánico de la cadena de amarre

Para el cálculo de las cargas normales, se considera el peso del conductor, la sobrecarga correspondiente a la zona y el peso de los aisladores.

Cadena de aisladores en amarre estará formada por elementos que viene representada en la Tabla 2.20.

Tabla 2.20 Elementos de cadena de aisladores en amarre.

Denominación del elemento	Referencia	Peso en Kg.	Carga de rotura daN	Longitud en mm
Grillete Recto	GN-16T-L	0,6	13500	90
Anilla Bola de Protección	AB-20-P	1,5	18000	170
Descargador	DC-37/11	1,1	-	-
16 Aisladores	U210BS	16x7,5	21000	16x170
Rotula Horquilla	RH-16	0,78	12500	50
Yugo triangular	Y-16/330-22	4,9	21000	90
Raqueta	R-37/22	3	-	-
2 Horquillas	HR-16/E	2x1	13500	80
2 Grapas de Amarre	GA-4T	2x4,3	13000	245

En la Figura 2.7 se representa la configuración de cadena de suspensión sencilla para conductor doble.

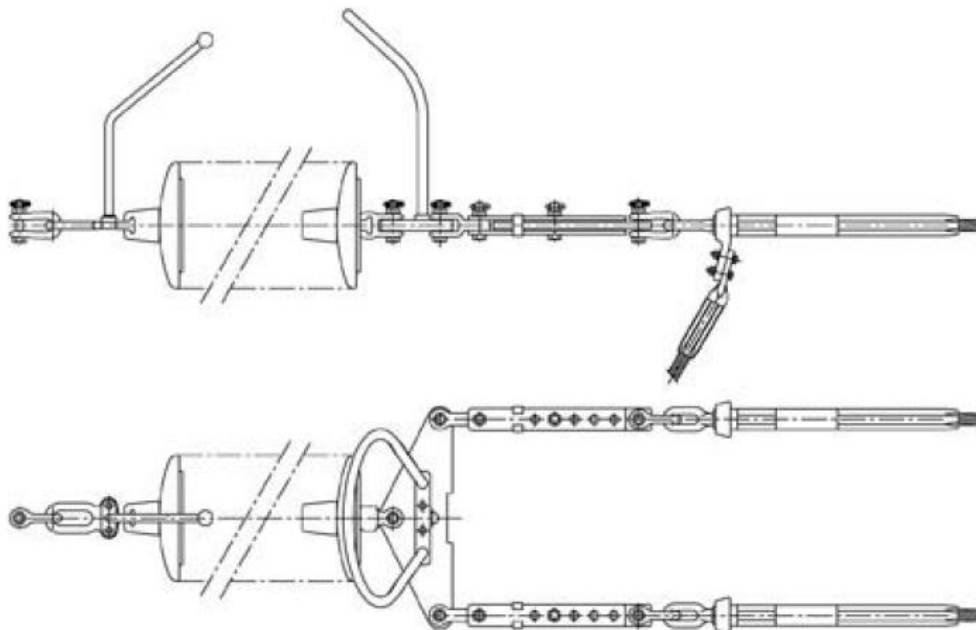


Figura 2.7 Cadena de amarre sencilla en Dúplex.

Haciendo la suma de pesos de todos los elementos que forman la cadena de suspensión se obtiene el valor de P_{ca} que es:

$$P_{ca} = 0,6 + 1,5 + 1,1 + 16 \cdot 7,5 + 0,78 + 4,9 + 3 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 4,3 = 142,48 \text{Kg}$$

Y longitud de cadena de amarre es:

$$L_{ca} = 90 + 170 + 16 \cdot 170 + 50 + 90 + 80 + 245 = 3445 \text{mm} = 3,445 \text{m}$$

Por lo tanto tendremos que verificar la siguiente ecuación.

$$\frac{Q_{r.aisl.}}{P_v + P_{ca}} = \frac{21000}{714,6 + 141,81} = 24,52 > 3$$

Para el cálculo de las cargas anormales, se considera la rotura total de los conductores de un haz de fases, pero supuestos aquellos con una tensión mecánica igual al 50% del haz según el Reglamento.

Conociendo que la tensión máxima del haz es de 5748 Kg, ya que se compone de dos conductores por fase, entonces el 50% de la tensión máxima de éste haz será 2874 Kg.

Por tanto el coeficiente de seguridad mecánica del aislador es:

$$C_s = \frac{Q_{r.aisl.}}{T_{max}} = \frac{21000}{2874} = 7,3 > 3$$

También en caso de grapas de amarre del conductor, éstas deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento. En cuanto es la última restricción recordar que carga de rotura del conductor es de 8620 Kg y la de grapa de amarre es de 13000 Kg con lo cual cumplimos con esta condición.

Finalmente se ha comprobado que cadena de aisladores en amarre seleccionado cumple los requerimientos necesarios en cuanto a resistencia mecánica y eléctrica.

3.6 Características generales del aislador

Las características generales del aislador a utilizar están descritas en la tabla 2.21

Tabla 2.21 Características generales del aislador U210BS.

Denominación del elemento	Dato
Nivel de contaminación de la zona	Ligero I
Modelo	U210BS
Paso (mm)	170
Diámetro (mm)	280
Carga de rotura mecánica (Kg)	21000
Línea de fuga	380
Peso neto por unidad (Kg)	7,5
Tensión soportada a frecuencia industrial en seco (kV)	80
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	120

4. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

En las líneas aéreas es necesario distinguir entre distancias internas y externas.

Las distancias internas son dadas únicamente para diseñar una línea con una aceptable capacidad de resistir las sobretensiones.

Las distancias externas son utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos debajo o en las proximidades de la línea.

El objetivo de las distancias externas es evitar el daño de las descargas eléctricas al público en general, a las personas que trabajan en las cercanías de la línea eléctrica y a las personas que trabajan en su mantenimiento.

Las distancias dadas en los siguientes apartados no son aplicables cuando se realicen trabajos de mantenimiento de la línea aérea, con métodos de trabajo en tensión, para los cuales se deberán aplicar el R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Dichas distancias se refieren a las líneas de transmisión que usan conductores desnudos.

4.1 Distancias de aislamiento para evitar descargas

Según el artículo 5.2 de la ITC-LAT-07, se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un 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.

a_{som} : Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra. En la línea esta distancia es 2,72 m.

Se aplicarán las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

La distancia eléctrica, D_{el} , previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red.

Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.

La distancia eléctrica, D_{pp} , previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.

Es necesario añadir a la distancia externa, D_{el} , una distancia de aislamiento adicional, D_{add} , para que en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc.

se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que D_{el} de la línea eléctrica.

La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna, a_{som} , debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Así, para cadenas de aisladores muy largas, el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna a_{som} que a objetos externos o personas. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a 1,1 veces a_{som} .

Los valores de D_{el} y D_{pp} , en función de la tensión más elevada de la línea U_s , serán los indicados en el artículo 5.2 de la ITC-LAT-07, en la tabla 15 “Distancias mínimas de aislamiento para evitar descargas”, dichas distancias para nuestra línea se resumen en la Tabla 2.22.

Tabla 2.22 Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
245	1,7	2,00

Los valores dados en la Tabla 2.22 están basados en un análisis de los valores usados comúnmente en Europa, los cuales han sido probados suficientemente seguros para el público en general.

Por lo tanto:

$$1,1 \cdot a_{som} = 1,1 \cdot 2,72 = 2,992m$$

$$D_{add} + D_{el} = 3,7m$$

Con lo que:

$$D_{add} + D_{el} > 1,1 \cdot a_{som}$$

Se cumple la indicación marcada por el Reglamento.

4.2 Distancias en el apoyo

Las distancias mínimas de seguridad en el apoyo son distancias utilizadas únicamente para diseñar la línea con una aceptable capacidad de resistir sobretensiones.

4.2.1 Distancias entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \quad (2.46)$$

D : Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

K : Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se ha tomado de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.

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

L : Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L = 0$.

4.2.2 Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el} .

4.2.3 Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-\frac{v}{2}} \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}} \quad (2.47)$$

γ : Ángulo de desviación.

E_c : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).

P_c : Peso de cada cadena (kg).

a_1, a_2 : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).

h_1, h_2 : Desnivel de vano anterior y posterior (m).

$T_{-\frac{v}{2}}$: Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.

d : Diámetro del conductor (m).

P : Peso unitario del conductor (kg/m).

K_v : Presión mitad del viento (kg/m²).

4.2.4 Cúpula del cable de tierra

En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35° para que los cables de fase estén protegidos frente a impactos de rayos.

Así la altura mínima de la cúpula:

$$h_{\min} = \frac{d}{\operatorname{tg}35} \quad (2.48)$$

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión vienen representadas en la Figura 2.8.



Figura 2.8 Distancia de cúpula.

A continuación en las tablas 2.23, 2.24, 2.25 y 2.26 se representan un resumen de las distancias presentes en los apoyos y entre los conductores a lo largo de toda línea y en las Figuras 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12 se representan dichas distancias para cada tipo de apoyo, dichas distancias han sido calculadas con el programa de cálculos Imedexsa.

Tabla 2.23 Distancias en apoyos de Fin de Línea (FL).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
1	5,8	5	6	7,2	3,69	11,22	8,65	3,42	3,15	2,3	2,3	3,03	7,04	-
122	5,8	5	6	7,2	3,11	11,22	8,65	3,42	3,15	2,3	2,3	3,03	7,04	-

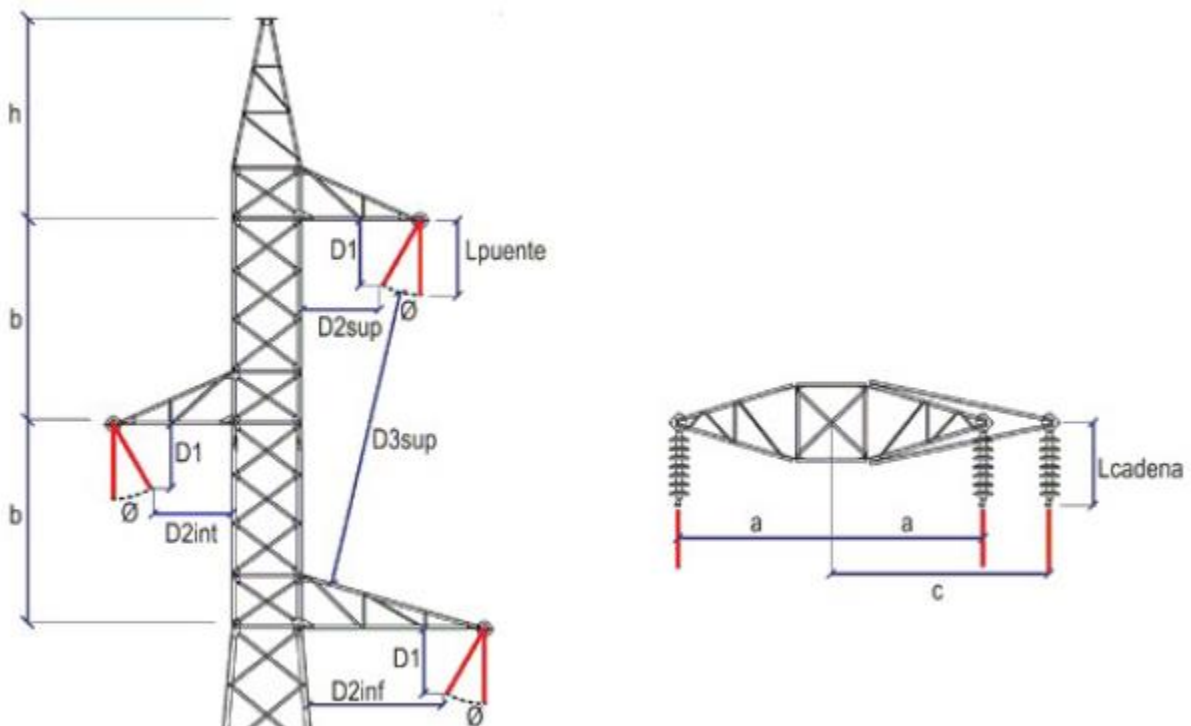


Figura 2.9 Distancias en apoyos de Fin de Línea.

Tabla 2.24 Distancias en apoyos de Suspensión (SU).

Nº de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
5	5,6	5,6	6	6,5	3,99	11,21	11,13	3,23	2,51	2,47	2,47	2,6	7,44	-
6	3,3	4,6	4,9	4,3	3,99	6,61	8,72	3,23	2,77	2,16	2,16	2,25	3,07	-
7	3,3	4,6	4,9	4,3	3,75	6,61	8,72	3,23	2,77	2,07	2,07	2,16	3,07	-
9	3,3	4,3	4,6	4,3	3,44	6,61	8,57	3,23	2,98	2,1	2,1	2,18	3,03	-
11	5,6	5,6	6	6,5	3,97	11,21	11,13	3,23	2,47	2,27	2,27	2,43	7,44	-
12	3,3	4,1	4,3	4,3	3,97	6,6	8,48	3,23	3,03	2,17	2,17	2,14	3,01	-
14	3,3	4,3	4,6	4,3	4,35	6,61	8,57	3,23	2,95	2,11	2,11	2,19	3,03	-
16	5,6	5,6	6	6,5	3,75	11,21	11,13	3,23	2,16	2	2	2,19	7,44	-
18	3,3	4,1	4,3	4,3	3,83	6,6	8,48	3,23	2,99	2,03	2,03	2,01	3,01	-
21	3,3	4,6	4,9	4,3	4,07	6,61	8,72	3,23	2,7	1,98	1,98	2,08	3,07	-
22	5,6	5,6	6	6,5	4,07	11,21	11,13	3,23	2,53	2,45	2,45	2,58	7,44	-
24	5,6	5,6	6	6,5	3,86	11,21	11,13	3,23	2,55	2,59	2,59	2,71	7,44	-
25	3,3	4,6	4,9	4,3	3,84	6,61	8,72	3,23	2,65	1,91	1,91	2,01	3,07	-
26	3,3	4,3	4,6	4,3	4,04	6,61	8,57	3,23	2,82	1,92	1,92	2	3,03	-
27	3,3	4,6	4,9	4,3	4,04	6,61	8,72	3,23	2,74	2,02	2,02	2,12	3,07	-
28	3,3	4,6	4,9	4,3	4,03	6,61	8,72	3,23	2,72	2,06	2,06	2,16	3,07	-
30	3,3	4,3	4,6	4,3	3,92	6,61	8,57	3,23	2,82	1,94	1,94	2,03	3,03	-
31	3,3	4,3	4,6	4,3	3,74	6,61	8,57	3,23	2,94	2,1	2,1	2,18	3,03	-
32	5,6	5,6	6	6,5	4,02	11,21	11,13	3,23	2,55	2,6	2,6	2,72	7,44	-
33	5,6	5,6	6	6,5	4,1	11,21	11,13	3,23	2,3	2,18	2,18	2,34	7,44	-
35	3,3	3,6	3,8	4,3	3,54	6,6	8,26	3,23	3,13	1,97	1,97	1,94	2,94	-
37	5,6	5,6	6	6,5	4,08	11,21	11,13	3,23	2,3	2,16	2,16	2,33	7,44	-
38	3,3	4,6	4,9	4,3	4,26	6,61	8,72	3,23	2,69	1,95	1,95	2,05	3,07	-
40	3,3	4,6	4,9	4,3	4,14	6,61	8,72	3,23	2,72	2,03	2,03	2,12	3,07	-
41	3,3	4,6	4,9	4,3	4,14	6,61	8,72	3,23	2,7	2,06	2,06	2,15	3,07	-
42	3,3	4,6	4,9	4,3	4,13	6,61	8,72	3,23	2,74	2,05	2,05	2,14	3,07	-
43	3,3	4,6	4,9	4,3	3,77	6,61	8,72	3,23	2,79	2,1	2,1	2,19	3,07	-
45	5,6	5,6	6	6,5	3,67	11,21	11,13	3,23	2,65	2,62	2,62	2,74	7,44	-
47	5,6	5,6	6	6,5	3,86	11,21	11,13	3,23	2,47	2,39	2,39	2,53	7,44	-
48	3,3	4,6	4,9	4,3	4,05	6,61	8,72	3,23	2,82	2,21	2,21	2,3	3,07	-
49	5,6	5,6	6	6,5	4,44	11,21	11,13	3,23	2,25	2,23	2,23	2,39	7,44	-
53	5,6	5,6	6	6,5	3,91	11,21	11,13	3,23	2,34	2,08	2,08	2,25	7,44	-
55	5,8	6	6,5	7,2	3,85	11,61	11,93	3,23	2,08	1,95	1,95	2,3	7,56	-
58	3,3	4,6	4,9	4,3	4,17	6,61	8,72	3,23	2,8	2,09	2,09	2,19	3,07	-
60	3,3	4,6	4,9	4,3	3,99	6,61	8,72	3,23	2,72	1,99	1,99	2,09	3,07	-
61	3,3	4,1	4,3	4,3	3,81	6,6	8,48	3,23	2,94	1,95	1,95	1,93	3,01	-
62	5,6	5,6	6	6,5	4,12	11,21	11,13	3,23	1,96	1,95	1,95	2,14	7,44	-
64	3,3	4,6	4,9	4,3	4,17	6,61	8,72	3,23	2,63	1,91	1,91	2,01	3,07	-
65	5,6	5,6	6	6,5	4,1	11,21	11,13	3,23	2,59	2,57	2,57	2,69	7,44	-
66	3,3	4,3	4,6	4,3	4,1	6,61	8,57	3,23	2,95	2,12	2,12	2,2	3,03	-
68	5,6	5,6	6	6,5	4,15	11,21	11,13	3,23	2,34	2	2	2,19	7,44	-
70	3,3	4,3	4,6	4,3	3,84	6,61	8,57	3,23	2,91	2,03	2,03	2,11	3,03	-
71	3,3	4,6	4,9	4,3	3,84	6,61	8,72	3,23	2,82	2,11	2,11	2,2	3,07	-
74	3,3	4,6	4,9	4,3	3,92	6,61	8,72	3,23	2,81	2,2	2,2	2,29	3,07	-
75	5,6	5,6	6	6,5	4,16	11,21	11,13	3,23	2,25	2,25	2,25	2,4	7,44	-
77	5,6	5,6	6	6,5	4,4	11,21	11,13	3,23	2,16	2,1	2,1	2,27	7,44	-
78	5,6	5,6	6	6,5	4,4	11,21	11,13	3,23	2,27	2,19	2,19	2,35	7,44	-
83	3,3	4,3	4,6	4,3	3,55	6,61	8,57	3,23	2,81	1,93	1,93	2,02	3,03	-
87	5,8	6	6,5	7,2	4,19	11,61	11,93	3,23	1,72	1,9	1,9	2,26	7,56	-
89	3,3	3,8	4,1	4,3	3,81	6,61	8,35	3,23	3,11	2,06	2,06	2,12	2,95	-
90	5,6	5,6	6	6,5	3,81	11,21	11,13	3,23	2,13	2,13	2,13	2,29	7,44	-
91	3,3	4,6	4,9	4,3	3,72	6,61	8,72	3,23	2,63	1,98	1,98	2,07	3,07	-
92	5,6	5,6	6	6,5	4,02	11,21	11,13	3,23	2,57	2,57	2,57	2,69	7,44	-
94	3,3	4,6	4,9	4,3	4,35	6,61	8,72	3,23	2,7	2,03	2,03	2,13	3,07	-
95	5,6	5,6	6	6,5	4,15	11,21	11,13	3,23	2,41	2,37	2,37	2,51	7,44	-
99	3,3	4,1	4,3	4,3	4,38	6,6	8,48	3,23	2,98	2,03	2,03	2,01	3,01	-
100	3,3	4,6	4,9	4,3	3,9	6,61	8,72	3,23	2,7	2,04	2,04	2,13	3,07	-
101	5,6	5,6	6	6,5	4	11,21	11,13	3,23	2,36	2,27	2,27	2,42	7,44	-
103	3,3	4,6	4,9	4,3	3,64	6,61	8,72	3,23	2,77	2,07	2,07	2,16	3,07	-

Tabla 2.24 Distancias en apoyos de Suspensión (SU).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	b	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
104	3,3	4,3	4,6	4,3	4,22	6,61	8,57	3,23	2,88	2,04	2,04	2,12	3,03	-
105	3,3	4,6	4,9	4,3	4,22	6,61	8,72	3,23	2,65	1,9	1,9	2	3,07	-
107	5,6	5,6	6	6,5	3,97	11,21	11,13	3,23	2,49	2,33	2,33	2,48	7,44	-
109	3,3	4,1	4,3	4,3	3,95	6,6	8,48	3,23	3	2,15	2,15	2,12	3,01	-
113	5,6	5,6	6	6,5	3,56	11,21	11,13	3,23	2,76	2,29	2,29	2,44	7,44	-
115	3,3	4,3	4,6	4,3	4,39	6,61	8,57	3,23	2,87	1,95	1,95	2,03	3,03	-
116	3,3	4,1	4,3	4,3	3,89	6,6	8,48	3,23	3,03	2,17	2,17	2,14	3,01	-
118	3,3	4,6	4,9	4,3	4,27	6,61	8,72	3,23	2,63	1,93	1,93	2,03	3,07	-
119	3,3	4,6	4,9	4,3	4,28	6,61	8,72	3,23	2,77	2,1	2,1	2,19	3,07	-

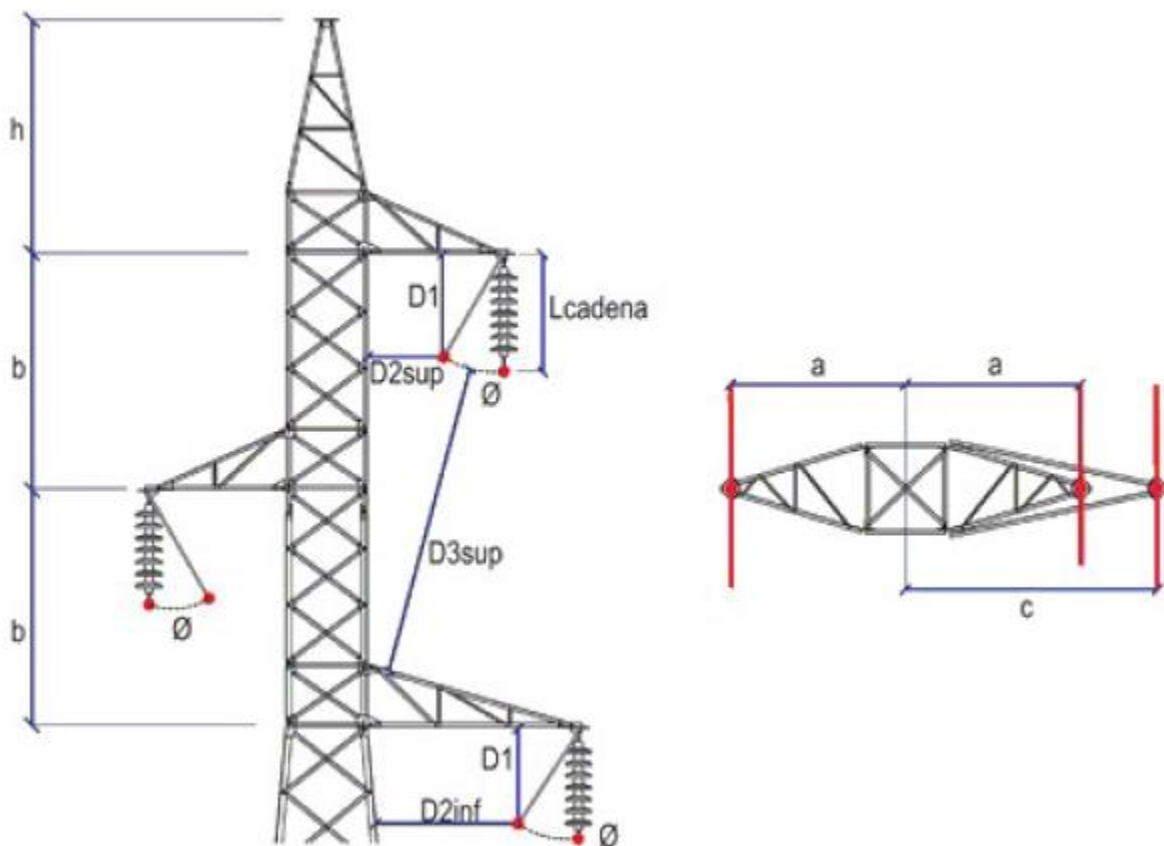


Figura 2.10 Distancias en apoyos de Suspensión.

Tabla 2.25 Distancias en apoyos de Amarre (AM).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
15	3,3	4,3	4,6	6,6	4,08	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
17	3,3	4,3	4,6	6,6	3,3	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
19	3,3	4,3	4,6	6,6	3,86	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
36	3,3	4,3	4,6	6,6	3,59	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
50	3,3	4,3	4,6	6,6	4,18	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
52	3,3	4,3	4,6	6,6	3,73	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
54	3,3	4,3	4,6	6,6	3,4	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-

Tabla 2.25 Distancias en apoyos de Amarre (AM).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
56	3,3	4,3	4,6	6,6	3,55	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
79	3,3	4,3	4,6	6,6	3,88	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
81	3,3	4,3	4,6	6,6	4,32	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
84	3,3	4,3	4,6	6,6	3,48	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
86	3,3	4,3	4,6	6,6	3,92	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
96	3,3	4,3	4,6	6,6	3,33	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
98	3,3	4,3	4,6	6,6	4,12	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-
112	3,3	4,3	4,6	6,6	3,58	6,61	7,77	3,42	3,15	2,13	2,13	2,15	2,83	-

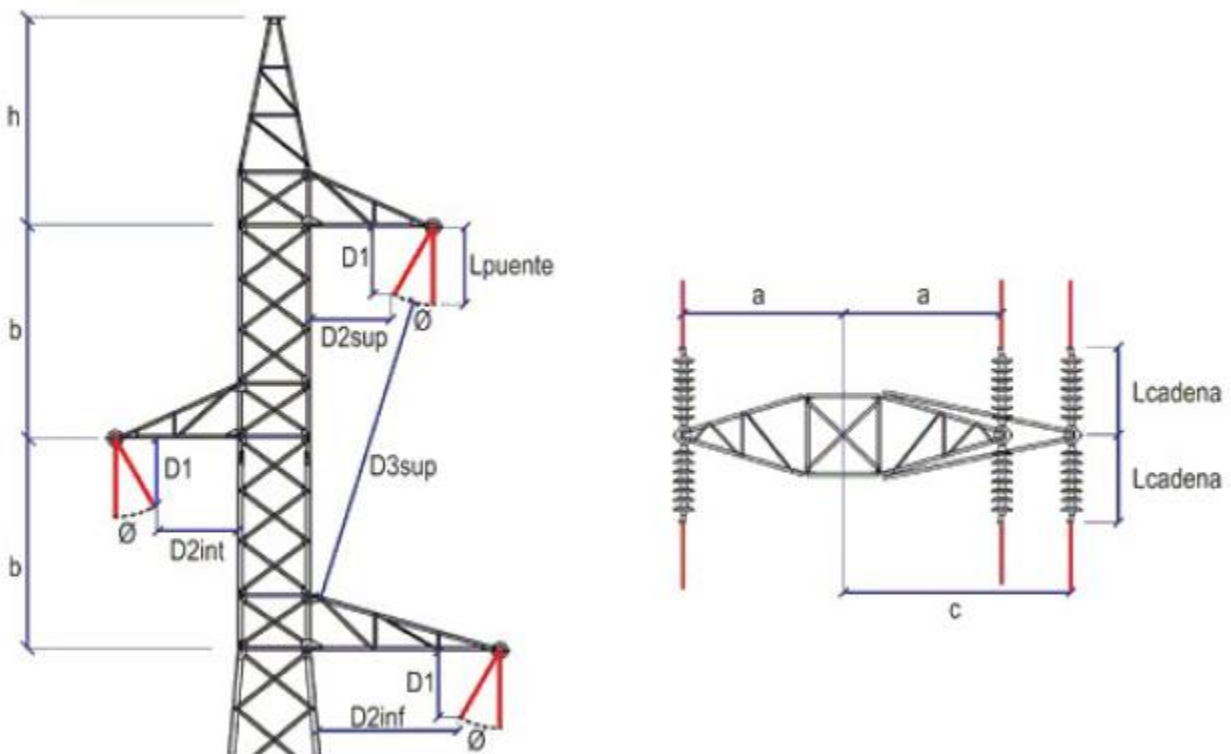


Figura 2.11 Distancias en apoyos de Amarre

Tabla 2.26 Distancias en apoyos de Ángulo (AN).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
2	5,8	6	6,5	8,6	3,83	11,61	10,13	3,42	3,15	1,99	1,99	2,22	6,94	2,55
3	5,6	5,6	6	7,65	4,23	11,21	9,28	3,42	3,15	2,41	2,41	2,48	7,04	2,98
4	5,6	5,6	6	7,65	4,23	11,21	9,3	3,42	3,15	2,5	2,5	2,57	7,06	3,03
8	5,6	5,6	6	7,65	3,43	11,21	9,26	3,42	3,15	2,3	2,3	2,36	7,01	2,92
10	5,6	5,6	6	7,65	3,66	11,21	9,28	3,42	3,15	2,38	2,38	2,45	7,03	2,97
13	5,6	5,6	6	7,65	3,47	11,21	9,31	3,42	3,15	2,53	2,53	2,6	7,07	3,04
20	5,8	6	6,5	8,6	3,86	11,61	10,13	3,42	3,15	1,99	1,99	2,22	6,94	2,55
23	5,8	6	6,5	8,6	3,55	11,61	10,17	3,42	3,15	2,1	2,1	2,33	6,97	2,63
29	5,6	5,6	6	7,65	3,75	11,21	9,28	3,42	3,15	2,41	2,41	2,48	7,04	2,98
34	5,6	5,6	6	7,65	3,82	11,21	9,33	3,42	3,15	2,65	2,65	2,71	7,1	3,09
39	5,6	5,6	6	7,65	3,98	11,21	9,28	3,42	3,15	2,38	2,38	2,45	7,03	2,97

Tabla 2.26 Distancias en apoyos de Ángulo (AN).

N° de apoyo	Características de armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación distancias a masa(m)						
	b	a	c	h	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot.	Lpuente	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int
44	5,6	5,6	6	7,65	3,37	11,21	9,33	3,42	3,15	2,71	2,71	2,77	7,12	3,12
46	5,6	5,6	6	7,65	3,49	11,21	9,31	3,42	3,15	2,53	2,53	2,6	7,07	3,04
51	5,6	5,6	6	7,65	3,73	11,21	9,28	3,42	3,15	2,41	2,41	2,48	7,04	2,98
57	5,6	5,6	6	7,65	3,78	11,21	9,24	3,42	3,15	2,24	2,24	2,31	6,99	2,89
59	5,6	5,6	6	7,65	3,87	11,21	9,24	3,42	3,15	2,21	2,21	2,28	6,98	2,87
63	5,8	6	6,5	8,6	3,9	11,61	10,16	3,42	3,15	2,08	2,08	2,31	6,96	2,61
67	5,6	5,6	6	7,65	3,88	11,21	9,3	3,42	3,15	2,5	2,5	2,57	7,06	3,03
69	5,6	5,6	6	7,65	3,19	11,21	9,27	3,42	3,15	2,33	2,33	2,39	7,01	2,94
72	5,6	5,6	6	7,65	3,66	11,21	9,3	3,42	3,15	2,5	2,5	2,57	7,06	3,03
73	3,3	4,6	4,9	6,6	3,66	6,61	7,91	3,42	3,15	1,99	1,99	2	2,76	3,16
76	5,8	6	6,5	8,6	3,87	11,61	10,17	3,42	3,15	2,1	2,1	2,33	6,97	2,63
80	5,6	5,6	6	7,65	3,42	11,21	9,33	3,42	3,15	2,65	2,65	2,71	7,1	3,09
82	5,6	5,6	6	7,65	4,32	11,21	9,3	3,42	3,15	2,5	2,5	2,57	7,06	3,03
85	5,8	6	6,5	8,6	3,48	11,61	10,16	3,42	3,15	2,08	2,08	2,31	6,96	2,61
88	3,3	4,6	4,9	6,6	3,19	6,61	7,92	3,42	3,15	2,07	2,07	2,09	2,78	3,19
93	5,6	5,6	6	7,65	4,08	11,21	9,3	3,42	3,15	2,5	2,5	2,57	7,06	3,03
97	4,4	4,6	4,9	6,6	3,17	8,81	7,91	3,42	3,15	1,99	1,99	2	4,88	3,16
102	3,3	4,6	4,9	6,6	3,68	6,61	7,93	3,42	3,15	2,28	2,28	2,3	2,84	3,26
106	3,3	4,6	4,9	6,6	3,68	6,61	7,91	3,42	3,15	1,99	1,99	2	2,76	3,16
108	5,8	6	6,5	8,6	3,68	11,61	10,13	3,42	3,15	1,99	1,99	2,22	6,94	2,55
110	5,8	6	6,5	8,6	3,39	11,61	10,14	3,42	3,15	2,02	2,02	2,25	6,95	2,57
111	5,8	6	6,5	8,6	3,58	11,61	10,13	3,42	3,15	1,99	1,99	2,22	6,94	2,55
114	5,6	5,6	6	7,65	4,14	11,21	9,32	3,42	3,15	2,62	2,62	2,68	7,09	3,08
117	5,6	5,6	6	7,65	3,75	11,21	9,19	3,42	3,15	2,04	2,04	2,11	6,94	2,77
120	5,6	5,6	6	7,65	4	11,21	9,24	3,42	3,15	2,21	2,21	2,28	6,98	2,87
121	3,3	4,6	4,9	6,6	3,78	6,61	7,92	3,42	3,15	2,16	2,16	2,18	2,81	3,22

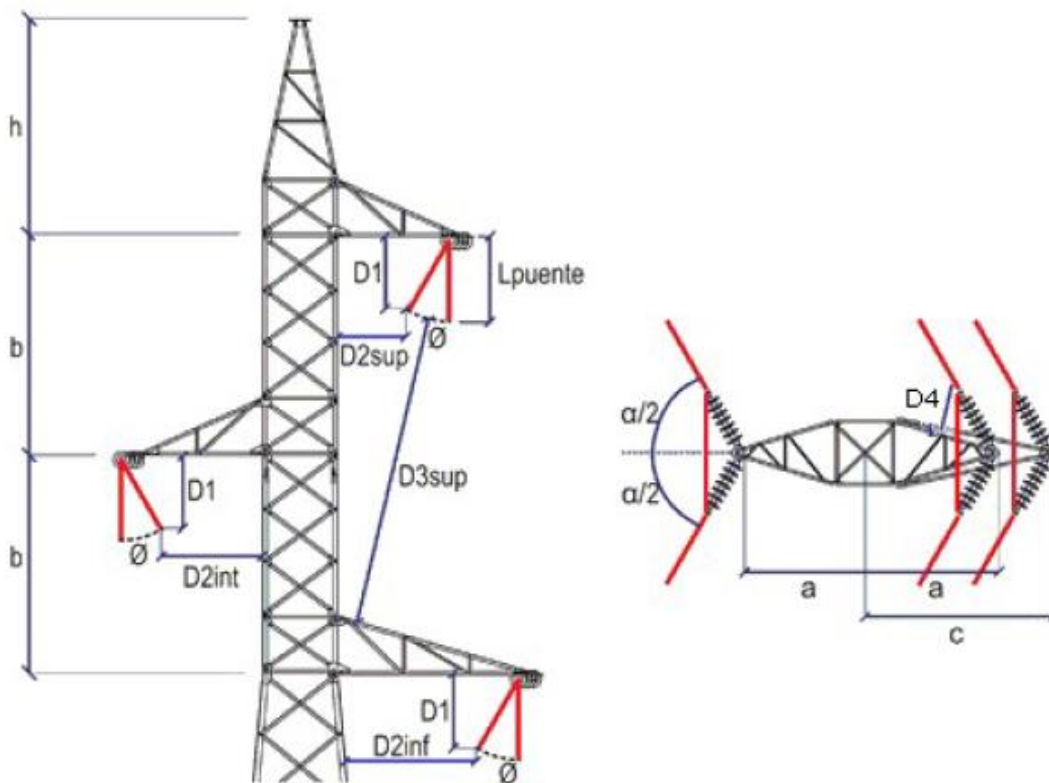


Figura 2.12 Distancias en apoyos de Ángulo

4.3 Distancia al terreno. Caminos, sendas y cursos de agua no navegables

Según el artículo 5.5 de la ITC-LAT-07, la altura de los apoyos será suficiente, para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, vereda o superficie de agua no navegable (Arroyos en caso de nuestro proyecto), a una altura, que se calcula mediante la expresión:

$$D = 5,3 + D_{el}, \text{ con un mínimo de 6 metros} \quad (2.49)$$

Por lo tanto:

$$D = 5,3 + 1,7 = 7m$$

4.4 Distancia a otras líneas eléctricas aéreas

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

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

$$D = 1,5 + D_{el} \quad (2.50)$$

$$D = 1,5 + 1,7 = 3,2m$$

Con un mínimo de:

- metros para líneas de tensión hasta 220kV. Se cumplirá esta distancia para todos los cruzamientos con otras líneas de menor tensión.
- 7 metros para líneas de tensión hasta 400kV. Se cumplirá esta distancia para el caso de cruzamiento con la línea de 400kV.

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

$$D = D_{add} + D_{pp} \quad (2.51)$$

Siendo:

D_{add} : Distancia adicional de aislamiento que viene dada en la tabla 17 de la ITC-LAT-07 y se resume, para el caso de nuestro proyecto en la Tabla X.X.

Tabla 2.27 Distancias de aislamiento adicional a otras líneas eléctricas aéreas.

Tensión Nominal de la Red	Dadd (m)	
	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $\leq 25m$	Para distancias del apoyo de la línea superior al punto de cruce $> 25m$
220	3,5	

Por lo cual, en caso cuando línea superior sea la que nos ocupa (de 220 kV), la distancia mínima es:

$$D = 3,5 + 2 = 5,5m$$

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 eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$$D = 1,5 + D_{el} \quad (2.52)$$

Para el cruzamiento con la línea de 400 kV, esta distancia es:

$$D = 1,5 + 2,8 = 4,3m$$

Hay que destacar que la distancia D_{el} se ha escogido la correspondiente a línea de 400 kV.

4.5 Distancia a carreteras

Para la instalación de apoyos, tanto en caso de cruzamiento, como en el caso de paralelismos para la Red de Carreteras del Estado la instalación de apoyos se realizará a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación de la carretera es la situada a 50 metros en vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la arista exterior de la calzada.

La distancia máxima a la que puede estar situado el conductor sobre el rasante de la carretera, se calcula mediante la expresión que se expone a continuación, según el artículo 5.7.1 de la ITC-LAT-07, siempre manteniendo una distancia mínima de 7 metros.

$$D = D_{add} + D_{el} \quad (2.53)$$

Siendo:

D_{add} : Es igual a 7,5 m para líneas de categoría especial.

Con lo que se obtiene:

$$D = 7,5 + 1,7 = 9,2m$$

4.6 Paso por zonas

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

Las condiciones más desfavorables son considerar a los conductores y a su cadena de aisladores en su posición de máxima desviación, calculada anteriormente.

Las líneas de alta tensión deben cumplir el Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

4.7 Bosques, árboles y masas de arbolado

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la distancia de seguridad indicada a ambos lados de dicha proyección empleando la ecuación indicada a continuación, como indica el artículo 5.12.1 de la ITC-LAT-07.

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

$$D = 1,5 + 1,7 = 3,2m$$

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de RLAT, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudiera comprometer las distancias de seguridad de línea. Además, deberá vigilar que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

4.8 Edificios, construcciones y zonas urbanas

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de septiembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados, dada por la expresión indicada a continuación, siendo como mínimo de 5 metros.

$$D = 3,3 + D_{el} \quad (2.53)$$

$$D = 3,3 + 1,7 = 5m$$

Tampoco se construirá la línea por encima de un edificio o instalación industrial a una distancia inferior a la calculada.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren sobre ella, serán los siguientes:

- Sobre puntos accesibles por personas se aplicará la siguiente ecuación, con una distancia mínima de 6 m.

$$D = 5,5 + D_{el} \quad (2.53)$$

$$D = 5,5 + 1,7 = 7,2m$$

- Sobre puntos no accesibles por personas, la distancia mínima será de 4 m, y se calculará con la expresión:

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

$$D = 3,3 + 1,7 = 5m$$

5. CÁLCULO DE APOYOS

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A o B).

5.1 Acciones consideradas

5.1.1 Cargas verticales

Carga vertical permanente (P_{vp}), en Kg:

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \quad (2.54)$$

Siendo:

a_1, a_2 : Longitudes proyectadas del vano anterior y posterior.

P_{cond} : Peso propio del conductor.

P_{cad} : Peso de la cadena, aisladores más herrajes.

n : Número de conductores.

h_1, h_2 : Desniveles de vanos anterior y posterior (m).

T : Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (Kg).

5.1.2 Sobrecarga por hielo

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n \quad (2.55)$$

P_h : Sobrecarga de hielo. En Zona B es:

$$P_h = 0,18 \cdot \sqrt{d}$$

Siendo d el diámetro del conductor (mm).

5.1.3 Cargas horizontales. Eolovano

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

El eolovano es la semisuma de los vanos contiguos, es decir:

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (2.56)$$

Siendo:

a_v : Valor del eolovano de un apoyo, en metros

Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F), en Kg:

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \quad (2.57)$$

q : Presión del viento sobre el conductor (Kg/m²). Siendo q para conductores y cables con $d > 16$ mm.

$$q = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120} \right)^2$$

5.1.4 Resultante de ángulo (Ra)

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (2.58)$$

α : Ángulo interno que forman los conductores entre sí.

5.1.5 Desequilibrio de tracciones (Dt)

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

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima} \quad (2.59)$$

- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:
Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:
Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de anclaje:
Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.
- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se tendrá en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Desequilibrios muy pronunciados:

Se analizará el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

5.1.6 Rotura de conductores (R_c)

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

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima} \quad (2.60)$$

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

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

El 50% en líneas de 1 o 2 conductores por fase.

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

Rotura de un solo conductor o cable de tierra. Sin reducción alguna en la tensión.

- Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

5.2 Armados

Al tratarse de una línea de circuito simple, se escogerá un armado tipo S, y para saber cuál hay que escoger, se ha verificado que la distancia entre conductores no sea nunca inferior a la mínima especificada en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07.

5.3 Tabla de apoyos

Para optimizar el proyecto tanto apoyos como armados se han calculado con programa de cálculos de Líneas Aéreas de Alta Tensión que ofrece empresa Imedexsa, y la solución adoptada se representa en la Tabla 2.28, en la Figura 2.13 se representan sus parámetros.

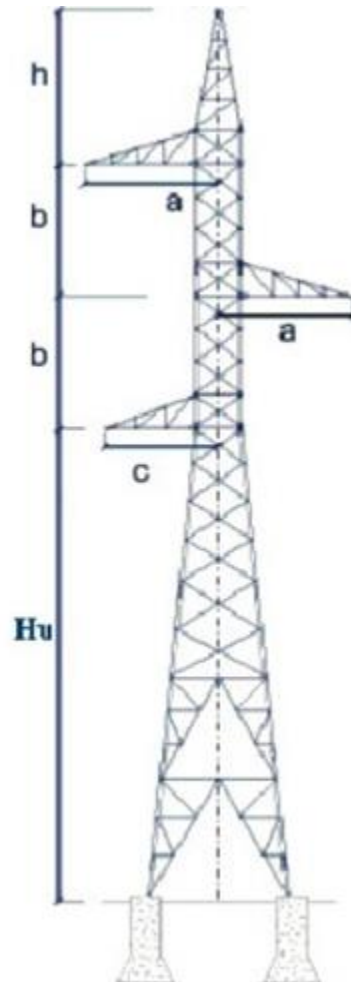


Figura 2.13 Parámetros de apoyos.

Tabla 2.28 Tabla de apoyos.

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Altura útil (m) "Hu"	Armados S			
				Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"
1	FL	IC-55000	15	5,8	5	6	7,2
2	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
3	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
4	AN-AM	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	7,65
5	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
6	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
7	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
8	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
9	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,3	4,6	4,3
10	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
11	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
12	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,1	4,3	4,3
13	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
14	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
15	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6

Tabla 2.28 Tabla de apoyos.

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Altura útil (m) “Hu”	Armados S			
				Cabeza (m) “b”	Cruceta (m) “a”	Cruceta (m) “c”	Cúpula (m) “h”
16	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
17	AL-ANC	CO-9000	18,2	3,3	4,3	4,6	6,6
18	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
19	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
20	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
21	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
22	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
23	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
24	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
25	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
26	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
27	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
28	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
29	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
30	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,3	4,6	4,3
31	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
32	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
33	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
34	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
35	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	3,6	3,8	4,3
36	AL-ANC	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
37	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
38	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
39	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
40	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
41	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
42	AL-SU	CO-5000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
43	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
44	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
45	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
46	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
47	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
48	AL-SU	CO-5000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
49	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
50	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
51	AN-ANC	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
52	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
53	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
54	AL-ANC	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
55	AL-SU	IC-55000	25	5,8	6	6,5	7,2
56	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
57	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
58	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
59	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
60	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
61	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
62	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
63	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
64	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
65	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
66	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
67	AN-ANC	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
68	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
69	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
70	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,3	4,6	4,3
71	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
72	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
73	AN-AM	CO-12000	21,2	3,3	4,6	4,9	6,6
74	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
75	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
76	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
77	AL-SU	GCO-40000	35	5,6	5,6	6	6,5

Tabla 2.28 Tabla de apoyos.

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Altura útil (m) "Hu"	Armados S			
				Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"
78	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
79	AL-AM	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
80	AN-ANC	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
81	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
82	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
83	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
84	AL-AM	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
85	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
86	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
87	AL-SU	IC-55000	25	5,8	6	6,5	7,2
88	AN-AM	CO-9000	18,2	3,3	4,6	4,9	6,6
89	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	3,8	4,1	4,3
90	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
91	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
92	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
93	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
94	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
95	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
96	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
97	AN-AM	CO-9000	21,2	4,4	4,6	4,9	6,6
98	AL-ANC	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
99	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,1	4,3	4,3
100	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
101	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
102	AN-AM	CO-9000	12,2	3,3	4,6	4,9	6,6
103	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
104	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
105	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
106	AN-AM	CO-12000	21,2	3,3	4,6	4,9	6,6
107	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
108	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
109	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
110	AN-AM	IC-55000	15	5,8	6	6,5	8,6
111	AN-AM	IC-55000	15	5,8	6	6,5	8,6
112	AL-ANC	CO-9000	18,2	3,3	4,3	4,6	6,6
113	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
114	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
115	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
116	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
117	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
118	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
119	AL-SU	CO-5000	36,2	3,3	4,6	4,9	4,3
120	AN-AM	GCO-40000	40	5,6	5,6	6	7,65
121	AN-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,6	4,9	6,6
122	FL	IC-55000	15	5,8	5	6	7,2

6. CÁLCULO DE CIMENTACIONES

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

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

$$\frac{(P_c + P_h)}{F_t} \geq 1,5 \quad (2.61)$$

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

$$\frac{(F_c + P_h)}{A} \leq \sigma \quad (2.61)$$

En la Figura 2.14 se indican gráficamente las fuerzas que se tienen en cuenta para el cálculo de las cimentaciones.

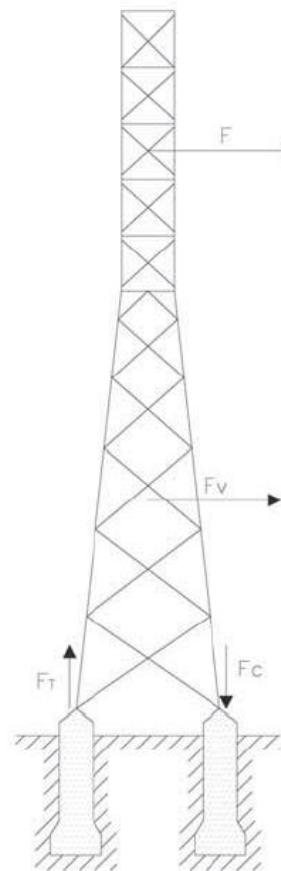


Figura 2.14 Distribución de fuerzas en las torres de cuatro patas.

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, éstos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón u hormigón armado, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. En el caso del presente proyecto, se ha realizado un estudio aproximado del tipo de terreno existente en la zona de donde se conoce que existe arcilla, pizarra arcillosa, gravilla, arenisca y otros materiales con lo cual se llega a la conclusión que el tipo del terreno es Normal. Las cimentaciones se han calculado con el programa de Imedexsa, y se ha optado por la instalación de cimentaciones tetrabloque cuadrada recta y sus características para cada uno de los apoyos serán las indicadas en la Tabla 2.29 y en la Figura 2.15 se representan sus parámetros.

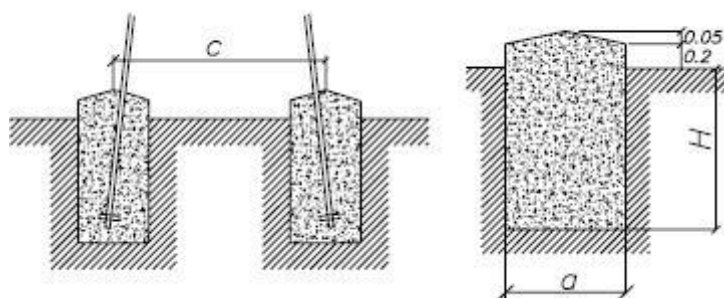


Figura 2.15 Cimentación tetrabloque cuadrada sin cueva.

Tabla 2.29 Cimentaciones de los apoyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
1	FL	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77
2	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
3	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
4	AN-AM	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
5	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
6	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
7	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
8	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
9	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
10	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
11	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
12	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
13	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
14	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
15	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
16	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
17	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
18	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
19	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
20	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
21	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
22	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
23	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
24	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
25	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
26	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
27	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
28	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
29	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
30	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
31	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
32	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
33	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
34	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
35	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
36	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
37	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
38	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
39	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
40	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
41	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
42	AL-SU	0,95	2,35	4,83	8,48	9,27
43	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
44	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
45	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
46	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
47	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57

Tabla 2.29 Cimentaciones de los poyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
48	AL-SU	0,95	2,35	4,83	8,48	9,27
49	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
50	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
51	AN-ANC	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
52	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
53	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
54	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
55	AL-SU	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
56	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
57	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
58	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
59	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
60	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
61	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
62	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
63	AN-AM	2,6	3,95	6,14	106,81	112,66
64	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
65	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
66	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
67	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
68	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
69	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
70	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
71	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
72	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
73	AN-AM	1,3	2,8	5,35	18,92	20,38
74	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
75	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
76	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
77	AL-SU	2,2	3,6	9,37	69,7	73,89
78	AL-SU	2,2	3,6	8,32	69,7	73,89
79	AL-AM	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91
80	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
81	AL-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
82	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
83	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
84	AL-AM	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91
85	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
86	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
87	AL-SU	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
88	AN-AM	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
89	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
90	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
91	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
92	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
93	AN-AM	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
94	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
95	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
96	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
97	AN-AM	1,15	2,55	5,35	13,48	14,63
98	AL-ANC	1,15	2,6	5,92	13,76	14,91
99	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
100	AL-SU	0,9	2,2	5,72	7,12	7,82
101	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
102	AN-AM	1,05	2,45	3,8	10,8	11,76
103	AL-SU	0,9	2,15	4,83	6,96	7,66
104	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
105	AL-SU	0,95	2,35	5,3	8,48	9,26
106	AN-AM	1,3	2,8	5,35	18,92	20,38
107	AL-SU	2,15	3,6	7,3	66,56	70,57
108	AN-AM	2,7	3,95	6,97	115,18	121,5
109	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
110	AN-AM	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77

Tabla 2.29 Cimentaciones de los poyos.

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)			Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c		
111	AN-AM	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77
112	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	12,12	13,17
113	AL-SU	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
114	AN-AM	2,05	3,6	5,27	60,52	64,16
115	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
116	AL-SU	0,9	2,15	5,3	6,96	7,66
117	AN-AM	2,1	3,6	6,28	63,5	67,32
118	AL-SU	1	2,4	5,72	9,6	10,47
119	AL-SU	1,1	2,55	7,06	12,34	13,39
120	AN-AM	2,2	3,65	10,39	70,66	74,86
121	AN-AM	1,1	2,45	4,32	11,84	12,89
122	FL	2,55	3,85	5,3	100,14	105,77

7. CALCULO DE FENÓMENOS VIBRATORIOS

Cuando un conductor instalado en un vano determinado es desplazado de su posición de equilibrio, oscilará a la frecuencia natural, cuya magnitud decaerá debido al amortiguamiento propio de sistema, sin embargo, si este conductor es sometido a una fuerza periódica con una frecuencia igual a la del vano en estudio, este continuará vibrando aumentando la amplitud de las mismas hasta causar daños por fatiga. La fuerza periódica a la cual es sometido el conductor es el viento, razón por la cual estas vibraciones reciben el nombre de eólicas.

Existen diversas formas de disminuir el efecto de las vibraciones en los conductores. Una de ellas y con seguridad comúnmente utilizada en sitios donde se presentan casos críticos de vibraciones es emplear dispositivos especialmente diseñados para amortiguar, que consiste fundamentalmente en pequeñas masas que oscilan con las vibraciones pendientes de resorte, creando de esta manera vibraciones opuestas, que tienden a contrarrestar las vibraciones que origina el viento sobre los conductores. Estos dispositivos se conocen como amortiguadores de vibración llamados comúnmente “STOCKBRIDGE”.

El amortiguador tipo stockbridge es la mejor opción técnica y económica para el control de la vibración en conductores. El stockbridge se compone de 4 elementos, una grapa de amarre a conductor, un cable trenzado de acero galvanizado y dos masas de diferente peso que atenúan la vibración del conductor cuando se excitan.

Debido a que en los conductores de fase LA-280 los fenómenos vibratorios son superiores a las indicadas en el Reglamento es preciso que se coloquen dispositivos amortiguadores en todos vanos, en caso del cable de tierra el valor de TCD no sobrepasa el 15 % de tensión por fenómenos vibratorios, con lo cual no es necesario montar amortiguadores.

7.1 Cálculo de la ubicación del amortiguador

Para que los amortiguadores sean efectivos, deben ser localizados en forma tal, que el movimiento del conductor origine el movimiento del contrapeso y flexión de las guías del amortiguador, de esta manera se evita que las vibraciones resonantes alcancen amplitudes de niveles perjudiciales.

Tomaremos siguientes referencias para instalación de amortiguadores:

- Para vanos con longitud menor o igual a 450 metros se instalará un amortiguador por vano.
- Para vanos con longitud mayor a 450 metros se instalará dos amortiguadores por vano.

En nuestro caso, no hay ningún vano que supere 450 metros de longitud, con lo cual se instalará un solo amortiguador por cada conductor y vano.

La distancia del amortiguador a la grapa (S) viene dada por la siguiente expresión:

$$S = 0,8 \cdot 0,00126 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{w}} \quad (2.61)$$

Donde:

D : Diámetro del conductor (21,8mm).

P : Tensión inicial del cable para la hipótesis de vibración en Kg.

w : Peso del conductor por unidad de longitud.

$$w = 0,977 \frac{Kg}{m}$$

Conociendo los valores de TCD calculados para condiciones indicadas en el artículo 3.2.2 de la ITC-LAT-07, que se han calculado con el programa Imedexsa, y valor de tensión que se produce en cable en las condiciones de viento a 15 °C, se determina la colocación del amortiguador en el punto óptimo para cada vano, la distancias de instalación de amortiguadores se detallan en la Tabla 2.30.

Tabla 2.30 Distancias para instalación de amortiguadores (S).

Vano	Longitud de vano	TCD (%)	P (Kg)	S (m)
1-2	324	17,21	2095	1,02
2-3	349	17,12	2103	1,02
3-4	415	16,97	2117	1,02
4-5	300	17,35	2083	1,01
5-6	321	17,35	2083	1,01
6-7	245	17,35	2083	1,01
7-8	276	17,35	2083	1,01
8-9	203	17,97	2035	1,00
9-10	203	17,97	2035	1,00
10-11	317	17,27	2090	1,02
11-12	318	17,27	2090	1,02
12-13	284	17,27	2090	1,02
13-14	270	17,13	2102	1,02
14-15	390	17,13	2102	1,02
15-16	274	17,49	2071	1,01
16-17	249	17,49	2071	1,01
17-18	163	17,6	2062	1,01
18-19	283	17,6	2062	1,01
19-20	355	17,11	2104	1,02
20-21	299	17,29	2088	1,02
21-22	337	17,29	2088	1,02
22-23	257	17,29	2088	1,02
23-24	297	17,3	2087	1,02
24-25	276	17,3	2087	1,02

Tabla 2.30 Distancias para instalación de amortiguadores (S).

Vano	Longitud de vano	TCD (%)	P (Kg)	S (m)
25-26	292	17,3	2087	1,02
26-27	331	17,3	2087	1,02
27-28	256	17,3	2087	1,02
28-29	329	17,3	2087	1,02
29-30	309	17,27	2090	1,02
30-31	261	17,27	2090	1,02
31-32	272	17,27	2090	1,02
32-33	328	17,27	2090	1,02
33-34	342	17,27	2090	1,02
34-35	218	17,97	2035	1,00
35-36	183	17,97	2035	1,00
36-37	309	17,14	2101	1,02
37-38	339	17,14	2101	1,02
38-39	374	17,14	2101	1,02
39-40	335	17,21	2095	1,02
40-41	350	17,21	2095	1,02
41-42	348	17,21	2095	1,02
42-43	280	17,21	2095	1,02
43-44	272	17,21	2095	1,02
44-45	250	17,77	2049	1,01
45-46	183	17,77	2049	1,01
46-47	293	17,14	2101	1,02
47-48	297	17,14	2101	1,02
48-49	334	17,14	2101	1,02
49-50	406	17,14	2101	1,02
50-51	184	18,19	2019	1,00
51-52	329	17,19	2097	1,02
52-53	305	17,41	2078	1,01
53-54	239	17,41	2078	1,01
54-55	269	17,38	2080	1,01
55-56	295	17,38	2080	1,01
56-57	182	18,21	2017	1,00
57-58	340	17,13	2102	1,02
58-59	356	17,13	2102	1,02
59-60	321	17,25	2091	1,02
60-61	279	17,25	2091	1,02
61-62	288	17,25	2091	1,02
62-63	347	17,25	2091	1,02
63-64	355	17,27	2090	1,02
64-65	233	17,27	2090	1,02
65-66	342	17,27	2090	1,02
66-67	224	17,27	2090	1,02
67-68	351	17,26	2090	1,02
68-69	231	17,26	2090	1,02
69-70	231	17,59	2063	1,01
70-71	286	17,59	2063	1,01
71-72	202	17,59	2063	1,01
72-73	316	17,23	2093	1,02
73-74	308	17,21	2095	1,02
74-75	296	17,21	2095	1,02
75-76	353	17,21	2095	1,02
76-77	210	17,12	2103	1,02
77-78	399	17,12	2103	1,02
78-79	357	17,12	2103	1,02
79-80	270	17,95	2073	1,01
80-81	183	18,73	1983	0,99
81-82	430	16,94	2120	1,02
82-83	178	17,97	2035	1,00
83-84	221	17,97	2035	1,00
84-85	282	17,39	2080	1,01
85-86	253	17,55	2066	1,01
86-87	359	17,23	2093	1,02
87-88	240	17,23	2093	1,02

Tabla 2.30 Distancias para instalación de amortiguadores (S).

Vano	Longitud de vano	TCD (%)	P (Kg)	S (m)
88-89	174	17,44	2076	1,01
89-90	286	17,44	2076	1,01
90-91	239	17,44	2076	1,01
91-92	268	17,44	2076	1,01
92-93	325	17,44	2076	1,01
93-94	389	17,13	2102	1,02
94-95	354	17,13	2102	1,02
95-96	266	17,13	2102	1,02
96-97	223	17,78	2049	1,01
97-98	217	17,83	2045	1,01
98-99	396	17,16	2100	1,02
99-100	301	17,16	2100	1,02
100-101	304	17,16	2100	1,02
101-102	324	17,16	2100	1,02
102-103	253	17,33	2085	1,02
103-104	213	17,33	2085	1,02
104-105	365	17,33	2085	1,02
105-106	276	17,33	2085	1,02
106-107	317	17,34	2084	1,01
107-108	256	17,34	2084	1,01
108-109	312	17,45	2075	1,01
109-110	144	17,45	2075	1,01
110-111	266	17,47	2073	1,01
111-112	303	17,29	2088	1,02
112-113	222	18,04	2030	1,00
113-114	152	18,04	2030	1,00
114-115	397	17,18	2097	1,02
115-116	193	17,18	2097	1,02
116-117	301	17,18	2097	1,02
117-118	336	17,08	2107	1,02
118-119	375	17,08	2107	1,02
119-120	378	17,08	2107	1,02
120-121	341	17,15	2100	1,02
121-122	211	17,89	2040	1,00

Po último se ha seleccionado un amortiguador tipo STOCKBRIDGE del catálogo del fabricante “Industrias ARRUTI”, correspondiente al conductor LA-280, cuyas características vienen detalladas en la Tabla 2.31.

Tabla 2.31 Características del amortiguador.

Referencia	A (mm)	Contrapeso “menor” (Kg)	Contrapeso “mayor” (Kg)	Peso del Amortiguador (Kg)
AMG-091526	58	0,9	1,5	3,1

En la Figura 2.16 se muestra la vista en perfil y planta del amortiguador.

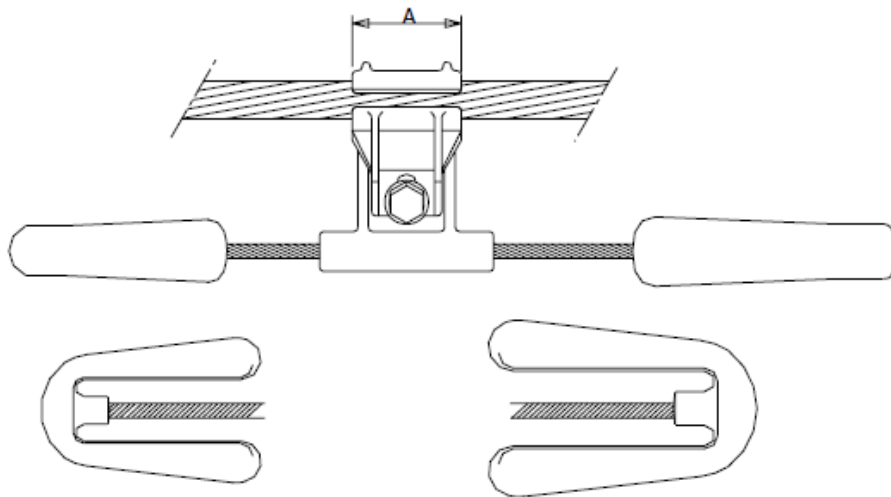


Figura 2.16 Amortiguador tipo Stockbridge.

8. CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

8.1 Cálculo de impedancia de la instalación

La tensión de puesta a tierra en el apoyo en que se produce el defecto dependerá de la intensidad de defecto, I_F , que a su vez depende del punto de la línea donde se haya producido el defecto. Por lo tanto iniciamos el cálculo determinando la intensidad de defecto a tierra a lo largo de línea.

El cálculo de la intensidad de defecto a tierra se realiza conectando en serie las redes de secuencias directa, inversa y homopolar vistas desde el punto de la línea en el que se produce el defecto a tierra, cortocircuitando todas las fuentes de tensión del circuito y aplicando una fuente de tensión en el punto de defecto. Las impedancias de la red de secuencia directa e inversa se consideran idénticas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito a tierra tenemos en cuenta lo referente en la UNE 2144-1-1 “Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: ecuaciones de intensidad máxima admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas”, cuando existen cables de tierra no se consideran las resistencias de puesta a tierra de las subestaciones ni de los apoyos, ya que su influencia es pequeña.

A la largo de vida útil de la línea ésta puede estar conectada en la Subestación de Brovales de diferentes modos, nos planteamos dos posibilidades, la primera es que energía transportada en la Subestación de Brovales llega a las barras y sin transformar su tensión se agrega a la red de 220 kV, y la segunda es que energía transportada por línea llega a Subestación Brovales y se transforma con un transformador de 220/400 kV. Analizando los dos casos es evidente que el segundo es más desfavorable ya que en primero aumentaría impedancia de línea producida por la red adicional (hay que destacar que en instalaciones de Transporte de Energía la conexión del bobinado de transformadores es estrella/triángulo y además se conectan rígidamente a tierra), por tanto para analizar la corriente de defecto a tierra vamos a considerar este segundo caso ya que de este modo la corriente de defecto será mayor y en consecuencia tensión de contacto también lo es.

Esquema de instalación viene representado en la Figura 2.17.



Figura 2.17 Representación de la instalación.

Datos de la Subestación de Brovales se han determinado del BOE num. 274 “17408 Orden ITC/2906/2010, de 8 de noviembre, por la que se aprueba el programa anual de instalaciones y actuaciones de carácter excepcional de las redes de transporte de energía eléctrica y gas natural.”

El primer paso a realizar es el de distinguir las zonas que existen en el sistema. En nuestro caso son tres zonas. Así en adelante, a la zona más a la izquierda del esquema de la Figura 2.17 denominamos como zona 1, a la zona comprendida entre transformadores T1 y T2 como zona 2, y a la zona más a la derecha del esquema anterior como zona 3.

A partir del cálculo eléctrico se han obtenido siguientes valores de línea:

$$Z_L = 2,7518 + j11,7401\Omega$$

Toman siguientes valores de base:

$$U_{BASE} = U_2 = 220kV$$

$$S_{BASE} = 150MVA$$

Las tensiones de base para las zonas 1 y 3 vendrán dadas a partir de la expresión:

$$V_{Bi+1} = V_{Bi} \cdot \frac{V_{Ni+1}}{V_{Ni}} \quad (2.62)$$

Y las impedancias por unidad vienen dadas por la expresión:

$$z = \frac{Z_{REAL}}{Z_B} = \frac{Z_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{(V_{Ni+1})^2}{S_N} \cdot \frac{S_{Ni+1}}{(V_{Bi+1})^2} = \frac{Z_{CC}(\%) \cdot (V_{Ni})^2}{100} \cdot \frac{S_{Ni+1}}{S_N} \cdot \frac{1}{(V_{Bi})^2} \quad (2.63)$$

Siendo sus parámetros las que se representan en la Figura 2.18.

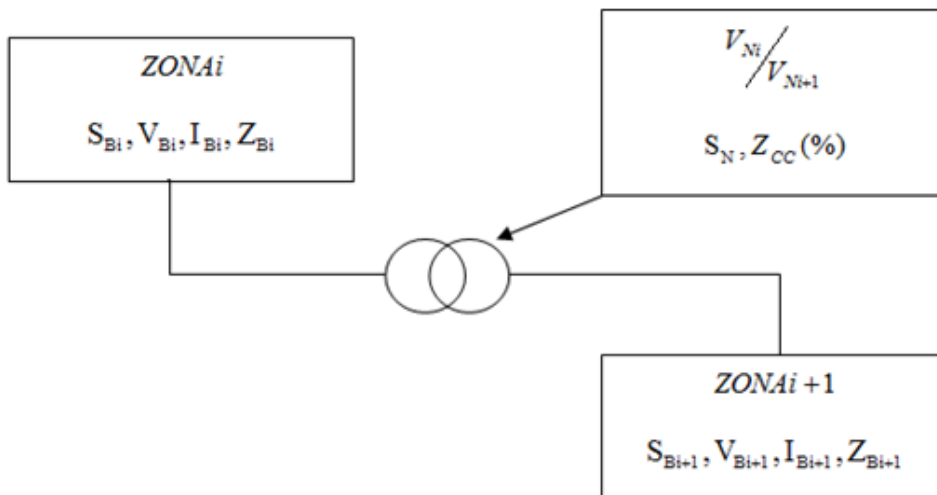


Figura 2.18 Parámetros para cambio de base de redes eléctricas

V_B : Tensión Base.

S_B : Potencia aparente Base.

I_B : Intensidad Base.

Z_B : Impedancia Base.

De este modo obtenemos:

$$V_{B1} = 220 \cdot \frac{20}{220} = 20kV$$

$$V_{B3} = 220 \cdot \frac{400}{220} = 400kV$$

Ya que más adelante se necesitarán valores base de intensidad, procedemos a calcular dichos valores para cada zona por la expresión:

$$I_{Bi} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot V_{Bi}} \quad (2.64)$$

Así se obtiene:

$$I_{B1} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 20} = 4,33kA$$

$$I_{B2} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,2165kA$$

$$I_{B3} = \frac{150}{\sqrt{3} \cdot 400} = 0,3936kA$$

El siguiente paso será expresar las distintas magnitudes en valores unitarias, esto es, en pu.

- Transformador T1

Para determinar la impedancia del transformador se ha estimado el valor conforme a lo indicado en la Figura 2.19.

	Impedancia de cortocircuito (pu)	Relación R/X
Hasta 1.000 kVA (trafos distribución MT)	0,04 ÷ 0,08	0,2 ÷ 0,6
Más de 1.000 kVA (trafos transporte)	0,08 ÷ 0,15	0,02 ÷ 0,08

Figura 2.19 Valores típicos p.u. de impedancias de cortocircuito de transformadores

Hay que tener en cuenta que en los transformadores de grandes potencias la impedancias está comprendida entre 0,12-0,15 p.u. precisamente para que intensidad de defecto sea menor. Por otro lado se observa que relación R/X es muy pequeña, con lo cual el valor de Resistencia vamos a considerar despreciable.

Dicho esto el valor de impedancia que tomamos para el Transformador 1 es:

$$X_{T1}^+ = j0,12$$

Además, transformadores cumplen con el siguiente valor de impedancias directa, inversa y homopolar:

$$X^+ = X^- = X^0 \quad (2.65)$$

Finalmente calculamos impedancia del transformador T1 realizando el cálculo de cambio de base:

$$X_{T1}^+ = j0,12 \cdot \frac{220^2}{150} \cdot \frac{150}{220^2} = j0,12$$

$$X_{T1}^+ = X_{T1}^- = X_{T1}^0 = j0,12$$

- Transformador T2

Para el caso de Transformador T2 consideramos una impedancia de cortocircuito de:

$$X_{T2}^+ = j0,13$$

Y haciendo el cambio de base:

$$X_{T2}^+ = j0,13 \cdot \frac{400^2}{600} \cdot \frac{150}{400^2} = j0,0325$$

$$X_{T2}^+ = X_{T2}^- = X_{T2}^0 = j0,0325$$

- Línea

A partir del cálculo eléctrico de línea se ha obtenido siguiente valor de impedancia:

$$Z = X_L^+ = 0,0786 + j0,3353 \frac{\Omega}{km}$$

En caso de líneas se conoce que estas cumplen con la siguiente relación entre impedancias inversa, directa y homopolar:

$$X^+ = X^- \quad (2.66)$$

$$X^0 = 3X^+ \quad (2.67)$$

De este modo impedancia directa e inversa queda:

$$Z_L^+ = Z_L^- = 0,0786 + j0,3353 \frac{\Omega}{km}$$

Haciendo cambio de base:

$$Z_L^+ = Z_L^- = \frac{0,0786 + j0,3353}{\frac{220^2}{150}} = 0,0002436 + j0,0010391 \frac{pu}{km}$$

Y la impedancia homopolar de línea es:

$$Z_L^0 = 3Z_L^+ = 3 \cdot (0,0002436 + j0,0010391) = 0,0007308 + j0,0031177 \frac{pu}{km}$$

- Red de potencia anterior a la Subestación “La Foresta” (A)

Conocida la tensión existente en la red que se conectan anterior a la subestación “La Foresta” y sabiendo que se trata de un bucle formado por centros de transformación que transforman energía proveniente de la Planta Fotovoltaica, aplicamos en el cálculo valores de potencias de cortocircuito en función de la tensión de red que vienen dados en la tabla extraída de IEC-60076-5, y que se representa en la Figura 2.20.

Highest voltage for equipment, U_m kV	Short-circuit apparent power MVA	
	Current European practice	Current North American practice
7,2; 12; 17,5 and 24	500	500
36	1 000	1 500
52 and 72,5	3 000	5 000
100 and 123	6 000	15 000
145 and 170	10 000	15 000
245	20 000	25 000
300	30 000	30 000
362	35 000	35 000
420	40 000	40 000
525	60 000	60 000
765	83 500	83 500

NOTE If not specified, a value between 1 and 3 should be considered for the ratio of zero-sequence to positive-sequence impedance of the system.

Figura 2.20 Valores típicos de potencias de cortocircuito en función de tensión de red

Ya que en nuestro caso se trata de una red de 20kV, entonces potencia de cortocircuito es de 500MVA.

Por tanto Impedancia de cortocircuito de la red (A) viene expresada por:

$$Z_{cc} = X_{cc} = \frac{U^2}{S_{cc}} \quad (2.68)$$

$$X_A^+ = X_A^- = \frac{20^2}{500} = j0,8$$

Haciendo cambio de base:

$$X_A^+ = X_A^- = \frac{j0,8}{\frac{20^2}{150}} = j0,3$$

No hace falta determinar impedancia homopolar tal y como se demostrará más adelante.

- Red de potencia posterior a la Subestación “Brovaes” (B)

Conocida la tensión de servicio determinamos de la Figura 2.20 que la potencia de cortocircuito es de 40000 MVA.

Impedancia de cortocircuito en pu. es:

$$X_B^+ = X_B^- = \frac{400^2}{40000} = j4$$

Y haciendo cambio de base:

$$X_B^+ = X_B^- = \frac{j4}{\frac{400^2}{150}} = j0,00375$$

Finalmente el circuito a resolver juntando las tres secuencias es el que se representa en la Figura 2.21.

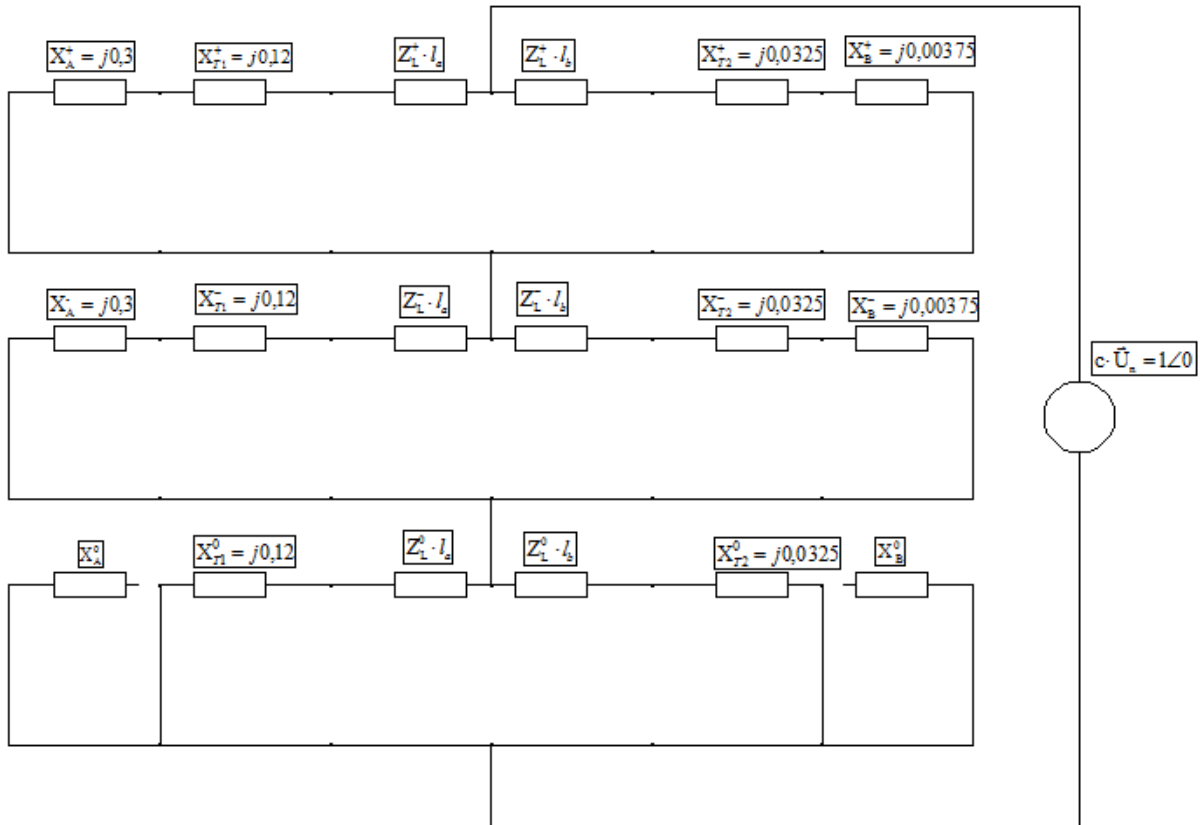


Figura 2.21 Circuito de red de secuencia directa, inversa y homopolar

Donde:

U_n : Tensión nominal de línea.

l_a : Distancia en km. entre la Subestación La Foresta y el punto de defecto a tierra.

l_b : Distancia en km. entre la Subestación Brovales y el punto de defecto a tierra.

c : Factor de tensión para cortocircuitos en alta tensión en régimen normal de funcionamiento en el tiempo y a lo largo de la longitud de la línea.

Conforme a la UNE 2144-1-1:

$$c = 1,1$$

Resolviendo el circuito, impedancia directa e inversa, vienen dadas por la expresión:

$$Z^+ = Z^- = \frac{1}{\frac{1}{X_A^+ + X_{T1}^+ + X_L^+ \cdot l_a} + \frac{1}{X_B^+ + X_{T2}^+ + X_L^+ \cdot l_b}} \quad (2.69)$$

Impedancia homopolar es:

$$Z^0 = \frac{1}{\frac{1}{X_{T1}^0 + X_L^0 \cdot l_a} + \frac{1}{X_{T2}^0 + X_L^0 \cdot l_b}} \quad (2.70)$$

Intensidad de defecto viene dada por la relación:

$$\frac{I_F}{\sqrt{3}} = I^+ = I^- = I^0 \quad (2.71)$$

$$I_F = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{Z^+ + Z^- + Z^0} \quad (2.72)$$

Hay que destacar que la única variable es la distancia, por tanto a continuación en la Tabla 2.32 están representados valores de intensidad de defecto en función de la longitud donde se produce el fallo.

Tabla 2.32 Intensidad de defecto en cada punto de falta.

Nº del Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia desde Subestación LA FORESTA al punto de falta (km)	Distancia desde Subestación BROVALES al punto de falta (km)	Intensidad de defecto a tierra (A) en forma vectorial	Intensidad de defecto a tierra (A) en valor absoluto
1	FL	0,000	35,012	366,77-3922,00j	3939,12
2	AN-AM	0,324	34,689	368,73-3930,31j	3947,58
3	AN-AM	0,673	34,340	370,81-3939,53j	3956,95
4	AN-AM	1,088	33,924	373,27-3950,83j	3968,43
5	AL-SU	1,387	33,625	375,01-3959,22j	3976,95
6	AL-SU	1,708	33,304	376,86-3968,42j	3986,28
7	AL-SU	1,953	33,059	378,26-3975,60j	3993,56
8	AN-AM	2,229	32,784	379,82-3983,85j	4001,92
9	AL-SU	2,432	32,580	380,96-3990,05j	4008,20
10	AN-AM	2,635	32,377	382,09-3996,32j	4014,55
11	AL-SU	2,952	32,061	383,83-4006,31j	4024,66
12	AL-SU	3,270	31,742	385,57-4016,59j	4035,06
13	AN-AM	3,554	31,458	387,10-4025,97j	4044,54
14	AL-SU	3,824	31,188	388,53-4035,06j	4053,72
15	AL-AM	4,214	30,798	390,57-4048,49j	4067,29
16	AL-SU	4,487	30,525	391,99-4058,15j	4077,05
17	AL-ANC	4,737	30,276	393,26-4067,12j	4086,10
18	AL-SU	4,900	30,112	394,09-4073,08j	4092,11
19	AL-AM	5,183	29,830	395,51-4083,56j	4102,68
20	AN-AM	5,538	29,475	397,26-4097,02j	4116,24
21	AL-SU	5,837	29,175	398,72-4108,62j	4127,93
22	AL-SU	6,174	28,839	400,33-4121,97j	4141,37
23	AN-AM	6,430	28,582	401,54-4132,35j	4151,82
24	AL-SU	6,728	28,285	402,92-4144,60j	4164,15
25	AL-SU	7,003	28,009	404,19-4156,20j	4175,81
26	AL-SU	7,295	27,717	405,50-4168,70j	4188,39
27	AL-SU	7,627	27,386	406,96-4183,19j	4202,95
28	AL-SU	7,883	27,129	408,08-4194,63j	4214,44
29	AN-AM	8,212	26,800	409,48-4209,61j	4229,48
30	AL-SU	8,522	26,491	410,77-4223,98j	4243,91

Tabla 2.32 Intensidad de defecto en cada punto de falta.

Nº del Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia desde Subestación LA FORESTA al punto de falta (km)	Distancia desde Subestación BROVALES al punto de falta (km)	Intensidad de defecto a tierra (A) en forma vectorial	Intensidad de defecto a tierra (A) en valor absoluto
31	AL-SU	8,782	26,230	411,84-4236,33j	4256,30
32	AL-SU	9,054	25,958	412,93-4249,44j	4269,46
33	AL-SU	9,382	25,630	414,21-4265,56j	4285,63
34	AN-AM	9,725	25,288	415,52-4282,76j	4302,87
35	AL-SU	9,942	25,070	416,33-4293,91j	4314,05
36	AL-ANC	10,125	24,887	417,00-4303,39j	4323,55
37	AL-SU	10,434	24,578	418,11-4319,66j	4339,86
38	AL-SU	10,774	24,239	419,29-4337,92j	4358,14
39	AN-AM	11,147	23,865	420,54-4358,50j	4378,75
40	AL-SU	11,482	23,530	421,61-4377,39j	4397,65
41	AL-SU	11,832	23,180	422,69-4397,53j	4417,80
42	AL-SU	12,180	22,832	423,71-4418,04j	4438,32
43	AL-SU	12,460	22,553	424,50-4434,86j	4455,13
44	AN-AM	12,732	22,281	425,24-4451,52j	4471,79
45	AL-SU	12,981	22,031	425,88-4467,06j	4487,32
46	AN-AM	13,164	21,848	426,34-4478,62j	4498,87
47	AL-SU	13,457	21,555	427,04-4497,38j	4517,62
48	AL-SU	13,754	21,259	427,70-4516,79j	4537,00
49	AL-SU	14,088	20,924	428,40-4539,10j	4559,27
50	AL-AM	14,494	20,518	429,17-4566,86j	4586,98
51	AN-ANC	14,678	20,334	429,49-4579,64j	4599,74
52	AL-AM	15,007	20,005	430,01-4602,94j	4622,99
53	AL-SU	15,312	19,701	430,45-4624,97j	4644,96
54	AL-ANC	15,551	19,462	430,75-4642,57j	4662,51
55	AL-SU	15,820	19,193	431,04-4662,68j	4682,57
56	AL-AM	16,114	18,898	431,32-4685,13j	4704,95
57	AN-AM	16,296	18,717	431,45-4699,18j	4718,96
58	AL-SU	16,636	18,376	431,66-4725,97j	4745,65
59	AN-AM	16,992	18,021	431,78-4754,65j	4774,22
60	AL-SU	17,313	17,699	431,81-4781,12j	4800,59
61	AL-SU	17,592	17,420	431,77-4804,57j	4823,93
62	AL-SU	17,880	17,133	431,67-4829,21j	4848,47
63	AN-AM	18,226	16,786	431,45-4859,52j	4878,64
64	AL-SU	18,581	16,431	431,12-4891,32j	4910,29
65	AL-SU	18,814	16,198	430,84-4912,59j	4931,45
66	AL-SU	19,156	15,856	430,33-4944,40j	4963,09
67	AN-ANC	19,379	15,633	429,94-4965,61j	4984,19
68	AL-SU	19,731	15,281	429,21-4999,62j	5018,01
69	AN-AM	19,962	15,051	428,67-5022,38j	5040,64
70	AL-SU	20,193	14,820	428,06-5045,55j	5063,68
71	AL-SU	20,479	14,533	427,22-5074,76j	5092,71
72	AN-AM	20,680	14,332	426,57-5095,68j	5113,51
73	AN-AM	20,997	14,015	425,45-5129,11j	5146,73
74	AL-SU	21,305	13,707	424,23-5162,42j	5179,82
75	AL-SU	21,601	13,411	422,93-5195,03j	5212,23
76	AN-AM	21,954	13,058	421,23-5234,81j	5251,74
77	AL-SU	22,164	12,849	420,13-5258,95j	5275,71
78	AL-SU	22,562	12,450	417,84-5305,81j	5322,24
79	AL-AM	22,919	12,093	415,57-5348,91j	5365,04
80	AN-ANC	23,189	11,823	413,70-5382,28j	5398,16
81	AL-AM	23,372	11,640	412,36-5405,20j	5420,91
82	AN-AM	23,802	11,210	408,96-5460,44j	5475,74
83	AL-SU	23,980	11,032	407,44-5483,79j	5498,91
84	AL-AM	24,201	10,811	405,47-5513,19j	5528,09
85	AN-AM	24,483	10,529	402,80-5551,41j	5566,00
86	AL-AM	24,736	10,276	400,25-5586,40j	5600,73
87	AL-SU	25,095	9,917	396,37-5637,23j	5651,15
88	AN-AM	25,335	9,677	393,59-5671,99j	5685,63
89	AL-SU	25,509	9,503	391,50-5697,52j	5710,96
90	AL-SU	25,795	9,218	387,87-5740,25j	5753,34

Tabla 2.32 Intensidad de defecto en cada punto de falta.

Nº del Apoyo	Tipo de Apoyo	Distancia desde Subestación LA FORESTA al punto de falta (km)	Distancia desde Subestación BROVALES al punto de falta (km)	Intensidad de defecto a tierra (A) en forma vectorial	Intensidad de defecto a tierra (A) en valor absoluto
91	AL-SU	26,033	8,979	384,66-5776,69j	5789,49
92	AL-SU	26,302	8,711	380,85-5818,46j	5830,92
93	AN-AM	26,627	8,386	375,95-5870,18j	5882,21
94	AL-SU	27,016	7,997	369,62-5933,89j	5945,40
95	AL-SU	27,370	7,643	363,42-5993,52j	6004,54
96	AL-AM	27,636	7,376	358,45-6039,52j	6050,15
97	AN-AM	27,859	7,153	354,07-6078,80j	6089,10
98	AL-ANC	28,076	6,936	349,62-6117,74j	6127,73
99	AL-SU	28,472	6,540	340,99-6190,49j	6199,88
100	AL-SU	28,773	6,239	333,95-6247,44j	6256,36
101	AL-SU	29,077	5,935	326,41-6306,39j	6314,84
102	AN-AM	29,401	5,611	317,88-6370,77j	6378,71
103	AL-SU	29,654	5,358	310,81-6422,35j	6429,87
104	AL-SU	29,867	5,145	304,59-6466,64j	6473,81
105	AL-SU	30,232	4,780	293,31-6544,38j	6550,95
106	AN-AM	30,508	4,504	284,24-6604,76j	6610,88
107	AL-SU	30,825	4,187	273,19-6676,02j	6681,61
108	AN-AM	31,082	3,931	263,74-6735,09j	6740,26
109	AL-SU	31,393	3,619	251,59-6808,78j	6813,43
110	AN-AM	31,538	3,475	245,72-6843,50j	6847,92
111	AN-AM	31,804	3,209	234,44-6908,84j	6912,82
112	AL-ANC	32,107	2,905	220,85-6985,25j	6988,74
113	AL-SU	32,329	2,683	210,37-7042,56j	7045,71
114	AN-AM	32,481	2,531	202,95-7082,35j	7085,26
115	AL-SU	32,878	2,134	182,45-7189,21j	7191,53
116	AL-SU	33,071	1,941	171,88-7242,62j	7244,67
117	AN-AM	33,372	1,640	154,55-7327,98j	7329,61
118	AL-SU	33,708	1,304	133,97-7426,07j	7427,28
119	AL-SU	34,083	0,929	109,34-7539,23j	7540,03
120	AN-AM	34,461	0,551	82,55-7657,59j	7658,04
121	AN-AM	34,802	0,211	56,58-7768,17j	7768,38
122	FL	35,012	0,000	39,60-7838,44j	7838,54

8.2 Generalidades

Teniendo en cuenta la vida útil de una línea aérea de alta tensión (aproximadamente 40 años) y por motivos preventivos de cambios de resistividad que se pueden producirse en el terreno a lo largo del tiempo se opta por instalar una instalación de puesta a tierra compuesta por cuatro picas unidas entre sí mediante anillo enterrado. Dado que las cimentaciones tiene diferentes medidas en cada apoyo, se ha aptado por una distribución de picas general que sea válida para todos los apoyos, por tanto puesta a tierra estará compuesta por:

- Material de los electrodos: Picas bimetálicas de acero-cobre y cable de cobre de 50 mm² de sección.
- Tipos de electrodos: Pica hincada en el fondo de la excavación y conectada al apoyo con cable de cobre de 0,50 metros de profundidad. Anillo cuadrado cerrado de cable de cobre conectado al apoyo, enterrado en zanja de 0,50 metros de profundidad y 11 metros de lado, el detalle de instalación de tierra se puede ver en la Figura 2.22 y 2.23.
- Resistividad del terreno: Al analizar el tipo de terreno existente en la zona por donde discurre línea se obtiene una resistividad del terreno, en casos más desfavorables, de 200 Ω·m.

8.3 Cálculo de la resistencia de tierra

8.3.1 Resistencia de las picas

El valor de la resistencia de las picas enterradas viene determinado por la expresión:

$$R_{PICA} = \frac{\rho}{2\pi \cdot n \cdot L} \cdot \ln \frac{h \cdot (2a + L)}{a \cdot (2h + L)} + \frac{\rho}{2\pi \cdot n \cdot (L + h)} \cdot \left(\ln \frac{2h + L}{h} + \sum_{i=1}^{n-1} \ln \frac{S_i + h + L}{S_i} \right) \quad (2.72)$$

Siendo:

L : Longitud de pica, 2 metros.

h : Profundidad de enterramiento de la cabeza de pica, en nuestro caso es 0,5 metros.

a : Diámetro de pica, para picas que se instalarán es 0,0073 (m).

ρ : Resistividad del terreno (Ωm).

n : Número de picas, 4 en nuestro caso.

S_i : Distancia entre las picas adyacentes, 11 metros entre las picas 1-2 y 1-4, y 15,55 metros entre las picas 1-3 tal y como se representa la distribución de picas en la figura X.

En las Figuras 2.22 y 2.23 se detallan los parámetros de instalación consideradas.

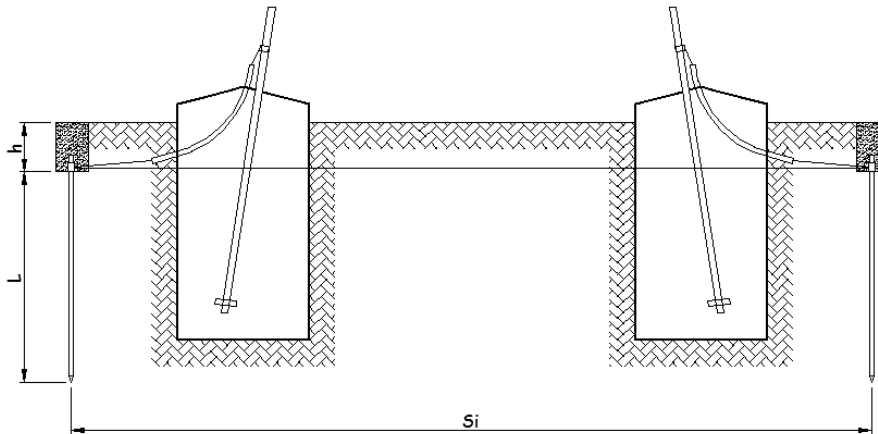


Figura 2.22 Detalle del perfil de instalación de puesta a tierra

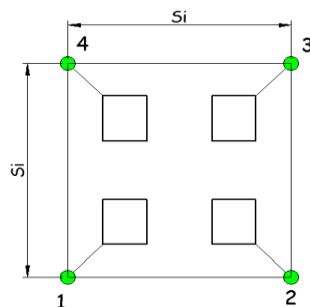


Figura 2.23 Detalle en planta de instalación puesta a tierra

Por lo tanto:

$$R_{PICA} = \frac{200}{2\pi \cdot 4 \cdot 2} \cdot \ln \frac{0,5 \cdot (2 \cdot 0,0073 + 2)}{0,0073 \cdot (2 \cdot 0,5 + 2)} + \frac{200}{2\pi \cdot 4 \cdot (2 + 0,5)} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 0,5 + 2}{0,5} + \ln \frac{11 + 0,5 + 2}{11} \cdot 2 + \ln \frac{15,55 + 0,5 + 2}{15,55} \right)$$

$$R_{PICA} = 25,4511 \Omega$$

8.3.2 Resistencia del cable enterrado

El cable conductor enterrado en forma de anillo tiene una resistencia que se calcula mediante la expresión:

$$R_{CABLE} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{h \cdot (2a + L)}{a \cdot (2h + L)} + \frac{\rho}{\pi \cdot (L + 2h)} \cdot \ln \frac{4h + L}{2h} \quad (2.73)$$

Siendo:

L : Longitud total de los conductores enterrados, 44 metros.

h : Profundidad de enterramiento del cable, en nuestro caso es 0,5 metros.

a : Radio de cable de tierra, para cable instalado es 0,00564 (m).

ρ : Resistividad del terreno (Ωm).

De este modo obtenemos resistencia del terreno con cable enterrado:

$$R_{CABLE} = \frac{200}{2\pi \cdot 44} \cdot \ln \frac{0,5 \cdot (2 \cdot 0,00564 + 44)}{a \cdot (2 \cdot 0,5 + 44)} + \frac{200}{\pi \cdot (44 + 2 \cdot 0,5)} \cdot \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 44}{2 \cdot 0,5}$$

$$R_{CABLE} = 8,6447 \Omega$$

8.3.3 Resistencia total del apoyo

Cada uno de los apoyos, en caso más desfavorable, presenta una resistencia cuyo valor se obtiene mediante la expresión:

$$R_p = \frac{\frac{R_{PICA}}{4} \cdot R_{CABLE}}{\frac{R_{PICA}}{4} + R_{CABLE}} \quad (2.74)$$

$$R_p = \frac{\frac{25,4511}{4} \cdot 8,6447}{\frac{25,4511}{4} + 8,6447} = 3,6651 \Omega$$

Resumiendo, con citada disposición de conductores de tierra se obtiene una resistencia de tierra de 3,66 ohmios.

8.4 Cálculo de tensión de paso y de contacto

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa. La norma UNE-IEC/TS 60479-1 da indicaciones sobre los efectos de la corriente que pasa a través del cuerpo humano en función de su magnitud y duración, estableciendo una relación entre los valores admisibles de la corriente que puede circular a través del cuerpo humano y su duración.

De este modo, en el caso de la puesta a tierra de apoyos de líneas de alta tensión, el RLAT establece que es posible estimar la tensión de contacto como mitad de la tensión de puesta a tierra, lo que supone el considerar que cualquier punto del terreno a un metro del apoyo está a una tensión igual o mayor de la mitad de la tensión total U_E , es decir:

$$U'_c \approx \frac{U_E}{2} \quad (2.75)$$

Al utilizar electrodos normalizados, las máximas tensiones de contacto, U'_c , y de paso, U'_p , presentes en la instalación se pueden calcular mediante unos coeficientes que representan el valor máximo de la tensión de contacto y de paso que aparece en la instalación en cualquier dirección del terreno, por amperio de corriente que circula por el electrodo y por unidad de resistividad del terreno.

$$U'_c = k_c \cdot \rho \cdot I_E \quad (2.76)$$

$$U'_p = k_p \cdot \rho \cdot I_E \quad (2.77)$$

Donde:

k_c : Coeficiente que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación.

k_p : Coeficiente que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación, en cualquier punto del terreno próximo al apoyo puesto a tierra.

I_E : Intensidad de corriente que circula por el electrodo de puesta a tierra.

8.5 Comprobación de las tensiones de paso y de contacto

Hay que comprobar que los valores de las tensiones de paso y contacto, que se calculen para instalación en función de geometría, no superen en las condiciones más desfavorables los valores de tensiones que pueden aparecer en diferentes puntos del terreno al producirse la falta. Por tanto hay que cumplir con siguientes condiciones:

$$U'_c < U_c$$

$$U'_p < U_p$$

$$U'_p < U_{p,acceso}$$

Donde:

U_c : Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales que podría ser resistencia de tierra del punto de contacto, resistencia del calzado o presencia de superficies de material aislante.

U_p : Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando las resistencias adicionales.

$U_{p,acceso}$: Tensión que aparece cuando una persona pisa zonas de diferente resistividad con cada pie, por ejemplo, en el caso de acceso a una plataforma de hormigón alrededor de apoyo.

8.6 Clasificación de apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece en el artículo 7.3.4.2 de la ITC-LAT-07 la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- 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, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego.

En caso de nuestra línea el único apoyo considerado como frecuentado es el Apoyo nº 117.

A su vez, los apoyos frecuentados se clasifican en dos subtipos, “Apoyos frecuentados con calzado” y “Apoyos frecuentados sin calzado”. El apoyo Frecuentado de la línea que nos ocupa pertenece al tipo de “Apoyos frecuentados con calzado”, aunque en el emplazamiento donde se proyecta el apoyo no habrá ningún pavimento adicional en el suelo tales como pavimento de carretera o similar, se conoce la resistividad superficial del suelo. Por otra parte, tal y como se indica en la RLAT se puede emplear el valor de la resistencia del calzado 1000 Ω .

$$R_a = R_{a1} + R_{a2} \quad (2.78)$$

Siendo:

R_a : Resistencia adicional tota.

R_{a1} : Resistencia de un calzado cuya suela sea aislante, 1000 Ω .

R_{a2} : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno.

$$R_{a2} = 3 \cdot \rho_s \quad (2.79)$$

ρ_s : Resistividad de suelo cerca de la superficie, en nuestro caso son 200 Ω m.

El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT-07.

- Apoyos no Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente. Se consideran como tales en nuestra línea todos apoyos excepto el citado como apoyo frecuentado.

8.7 Diseño de puesta a tierra de apoyos no frecuentados

El efecto de los cables de tierra es conectar las puestas a tierra de todos los apoyos en paralelo mediante la propia impedancia de estos cables. Por tal motivo, la resistencia de puesta a tierra del apoyo en el que se produce la falta ya no limita la intensidad de defecto a tierra y se obtienen valores de intensidad de defecto mayores que para línea no equipada con cables de tierra.

Como se demuestra en la Tabla 2.32 en todos los apoyos se produce una intensidad de defecto suficientemente alta como para garantizar una actuación segura de las protecciones existentes en las Subestaciones, en todo caso, antes de poner en funcionamiento la instalación se comprobará que intensidad de defecto es mayor que intensidad de actuación de los relés según se indica en el RLAT y su correspondiente ITC-07 Apdo. 7.3.4.1.

8.8 Diseño de puesta a tierra de apoyos frecuentados

En primer lugar se calcula la tensión de contacto máxima admisible en la instalación, U_c . Hay que destacar que tensión de contacto se define como la fracción de la tensión de puesta a tierra que puede ser puentada por una persona entre la mano y un punto del terreno situado a un metro de separación o entre ambas manos.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la Figura 2.24, obtenida del apartado 7.4.3.1 de la ITC-LAT-07.

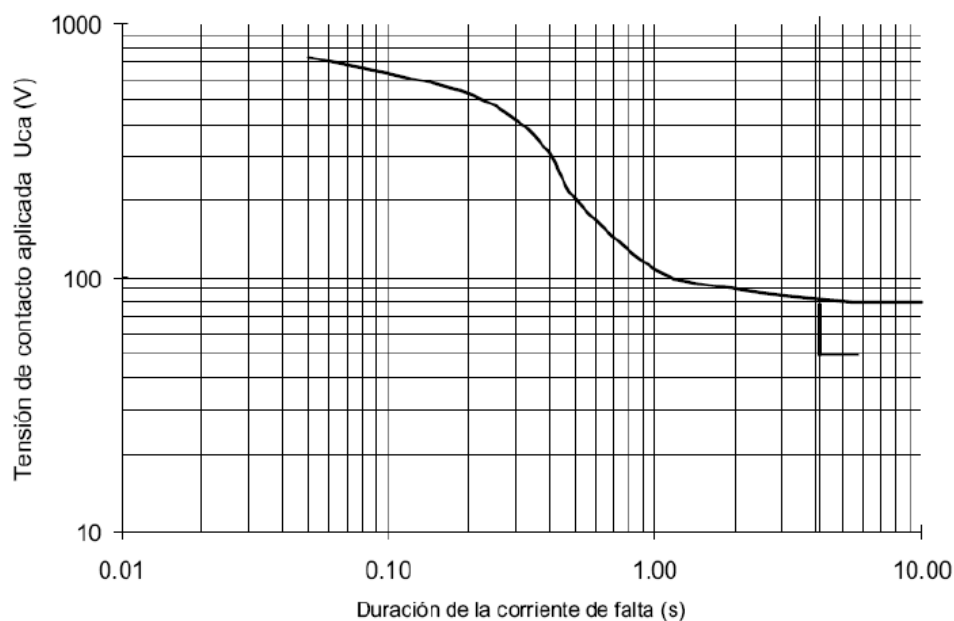


Figura 2.24 Valores admisibles de la tensión de contacto

Teniendo en cuenta que, en peor de los casos, las protecciones actuarán como máximo en 0,5 segundos, tal y como indica en la ITC-07 de RLAT en su correspondiente apartado 7.3.4.1 para

protecciones con reenganche automático rápido, de la Figura 2.24 se obtiene para un valor de 0,5 segundos de falta, una tensión de contacto aplicada de 204 V.

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, se pueden determinar las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación, considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito, tal y como se muestra en la Figura 2.25, que ha sido extraída de ITC-LAT-07:

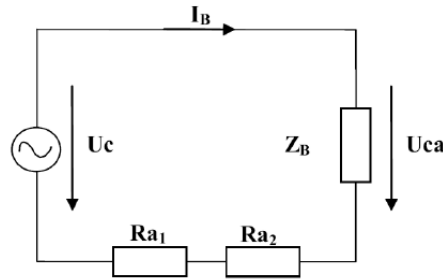


Figura 2.25 Esquema del circuito de contacto

Cuya expresión es:

$$U_c = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{1000}\right) = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) \quad (2.80)$$

Finalmente se obtiene tensión de contacto máxima admisible:

$$U_c = 204 \cdot \left(1 + \frac{1000 + 1,5 \cdot 200}{1000}\right) = 469,2V$$

Procedemos al cálculo de tensión de contacto que puede aparecer en un apoyo (U'_c) se tiene que calcular previamente la tensión de puesta a tierra, que al existir cables de tierra sigue la formula siguiente:

$$U_E = I_E \cdot Z_{TOTAL} \quad (2.81)$$

Donde:

U_E : Tensión de puesta a tierra.

I_E : Intensidad de puesta a tierra.

Por tanto, habrá que calcular tanto la intensidad de puesta a tierra como la impedancia total.

8.8.1 Cálculo de intensidad de puesta a tierra

Viene dada por la expresión:

$$I_E = r \cdot I_F \quad (2.82)$$

Donde:

I_F : Intensidad de defecto, vienen dadas en la Tabla 2.32.

r : Factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra. Viene determinado por la relación entre la corriente que contribuye a la elevación del potencial de instalación de tierra y la suma de las corrientes de secuencia cero del sistema trifásico hacia la falta. Para la distribución de corriente equilibrada de una línea aérea, el factor de reducción de un cable de tierra, puede ser calculado sobre la base de la impedancia propia del cable, Z_{WL} , y la impedancia mutua entre los conductores de fase y el cable de tierra Z_{WwO} .

A su vez el factor de reducción se calcula de con la fórmula:

$$r = 1 - \frac{Z_{WL}}{Z_{WwO}} \quad (2.83)$$

Para calcular r , se necesitan calcular las impedancias por unidad de longitud, Z_{WL} y Z_{WwO} .

Impedancia a secuencia homopolar mutua entre el cable de tierra y los conductores de fase por unidad de longitud, según la expresión:

$$Z_{WL} = \omega \cdot \frac{\mu_0}{8} + j \cdot \omega \cdot \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \frac{\delta}{D_{WL}} \quad (2.84)$$

$$Z_{WwO} = R_w + \omega \cdot \frac{\mu_0}{8} + j \cdot \omega \cdot \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{\delta}{r_{ww}} + \frac{\mu_r}{4} \right) \quad (2.85)$$

A su vez, para calcular Z_{WL} y Z_{WwO} , es necesario calcular previamente:

- Profundidad de terreno de la corriente de tierra por el terreno:

$$\delta = \frac{1,85}{\sqrt{\frac{\omega \cdot \mu_0}{\rho}}} \quad (2.86)$$

δ : Profundidad de retorno de la corriente de tierra por el terreno.

μ_0 : Permeabilidad magnética del vacío ($4\pi \cdot 10^{-7}$).

ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).

$$\delta = \frac{1,85}{\sqrt{\frac{2\pi \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{200}}} = 1316,76m$$

- Distancia media geométrica entre el cable de tierra y los conductores de fase:

$$D_{WL} = \sqrt[3]{D_{A-W} \cdot D_{B-W} \cdot D_{C-W}} \quad (2.87)$$

Donde:

D_{WL} : Distancia media geométrica entre cable de tierra y conductores de fase.

La distancia entre los conductores de cada fase y cable de tierra se calcula según las dimensiones del armado representadas en la Figura 2.26.

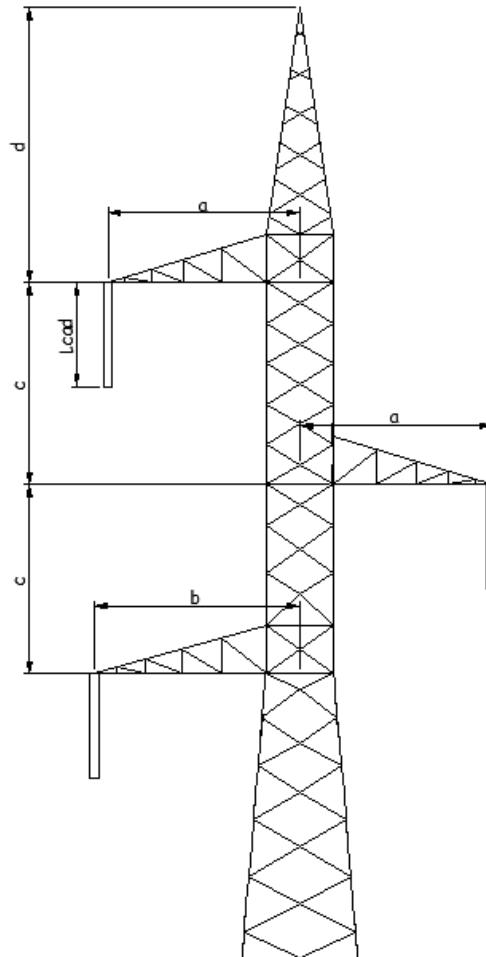


Figura 2.26 Dimensiones de los armados

Hay que destacar que el armado de los apoyos va variando sus dimensiones a lo largo de línea con lo cual para el cálculo se ha elegido el más frecuente entre todos los apoyos, cuyas dimensiones son: $a=5,6$ m; $b=6$ m; $c=5,6$ m; $d=6,5$ m; $L_{cad}=3,06$ m.

$$D_{A-W} = \sqrt{(d + L_{cad})^2 + a^2} = \sqrt{(6,5 + 3,06)^2 + 5,6^2} = 11,079m$$

$$D_{B-W} = \sqrt{(c + d + L_{cad})^2 + a^2} = \sqrt{(5,6 + 6,5 + 3,06)^2 + 5,6^2} = 16,161m$$

$$D_{C-W} = \sqrt{(2 \cdot c + d + L_{cad})^2 + b^2} = \sqrt{(2 \cdot 5,6 + 6,5 + 3,06)^2 + 6^2} = 21,609m$$

Finalmente:

$$D_{WL} = 15,7m$$

- Resistencia por unidad de longitud del cable de tierra. Se obtiene a partir del catálogo de fabricantes, por tanto para cable OPGW 125-AL3/48-A20SA/ST-24 es:

$$R_w = 0,231 \frac{\Omega}{km}$$

- Radio del cable de tierra:

$$r_{ww} = r_w = \frac{17,5mm}{2} = 0,00875m$$

Hay que destacar que el cable OPGW-48 está compuesto por conductores de aluminio y conductores de acero, para el cálculo se considera todo cable como si fuese de aluminio, ya que de este modo estaremos del lado de seguridad.

$$P_{r(Aluminio)} = 1,00023$$

P_r : Permeabilidad relativa del material

Sustituyendo los parámetros calculados que intervienen en las expresiones de las impedancias, se obtiene:

$$Z_{WL} = (0,00004935 + j0,0002783) \frac{\Omega}{km}$$

$$Z_{wwo} = (0,23105 + j0,00076477) \frac{\Omega}{km}$$

Por último se calcula el factor de reducción:

$$r = 1 - \frac{0,00004935 + j0,0002783}{0,23105 + j0,00076477} = 0,99979 + j0,001205$$

8.8.2 Cálculo de la impedancia total

Impedancia total es el paralelo de las dos impedancias de cadena infinita, Z_p y de la resistencia de puesta a tierra del apoyo frecuentado, R_p .

$$Z_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{2}{Z_p}} \quad (2.88)$$

Se conoce con el cálculo previo de resistencia de tierra que $R_p = 3,6651\Omega$.

Y la impedancia de cadena de línea infinita se calcula como:

$$Z_p = \frac{1}{2} \cdot \left(Z_{wwo} + \sqrt{Z_{wwo}^2 (4 \cdot R_p + Z_{wwo})} \right) \quad (2.89)$$

En esta última expresión la impedancia homopolar propia del cable de tierra se debe expresar en ohmios, para lo cual se multiplica su valor en por unidad de longitud del vano medio, $a_m = 0,2852\text{km}$:

$$Z_{wwo}(\Omega) = Z_{wwo} \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) \cdot a_m (\text{km}) = (0,0659 + j0,000218)\Omega$$

$$Z_p = (0,5255 + j0,0009278)\Omega$$

Sustituyendo los valores calculados se obtiene el valor de impedancia total:

$$Z_{TOTAL} = \frac{1}{\frac{1}{R_p} + \frac{2}{Z_p}} = \frac{1}{\frac{1}{3,6651} + \frac{2}{0,5255 + j0,0009278}} = (0,2452 + j0,000404)\Omega$$

8.8.3 Cálculo de la tensión de puesta a tierra

$$U_E = r \cdot I_F \cdot Z_{TOTAL} \quad (2.90)$$

Ahora se calcula valor de tensión de puesta a tierra en el apoyo frecuentado, siendo datos de cálculo:

$$r = 0,99979 + j0,001205$$

$$Z_{TOTAL} = (0,2452 + j0,000404)\Omega$$

$$I_F = 154,55 - 7327,98j \text{ (Apoyo nº 117)}$$

Con lo cual tensión de puesta a tierra es:

$$U_E = (43,3095 - j1794,81)V$$

$$U_E = 1795,337V$$

Según establece la ITC-LAT 07 es posible estimar la tensión de contacto que aparece en un apoyo frecuentado como la mitad de la tensión de puesta a tierra:

$$U'_c \approx \frac{U_E}{2} = \frac{1795,337}{2} = 897,685V$$

Sin embargo, esta tensión es superior a la tensión de contacto límite:

$$U'_c < U_c \Rightarrow 897,685V < 204V \Rightarrow \text{NO_CUMPLE}$$

Ya con otras disposiciones del electrodo tampoco se consigue en disminuir el valor de tensión de puesta a tierra se opta por tomar medidas adicionales de seguridad para asegurar el cumplimiento de las tensiones de contacto en el apoyo frecuentado. Se construirá una superficie equipotencial

bajo el apoyo mediante un mallado electrosoldado embebido en hormigón. De este modo se puede considerarse nula la tensión de contacto al estar pisando, la persona que toca al apoyo, una superficie equipotencial con el apoyo. Al tomar medidas adicionales es necesario comprobar si se cumple la tensión de paso:

$$U'_p < U_p$$

$$U'_p < U_{p,acceso}$$

La tensión de paso admisible aplicado se obtiene como 10 veces la tensión de contacto aplicada admisible, es decir:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} \quad (2.91)$$

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca} = 10 \cdot 204 = 2040V$$

Donde:

U_{pa} : Tensión de paso aplicada admisible que puede soportar el cuerpo humano entre los dos pies.

De este modo máxima tensión de paso admisible en el terreno es:

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right) \quad (2.92)$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000}\right) = 2040 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 1000 + 6 \cdot 200}{1000}\right) = 8568V$$

Tensión de acceso admisible (cuando un pie está en el terreno y otro sobre plataforma de hormigón):

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{1000}\right) \quad (2.93)$$

$$U_{p,acceso} = U_{pa} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s^*}{1000}\right) = 2040 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 1000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 25704V$$

ρ_s^* : Resistividad superficial de la acera equipotencial, se puede considerar un valor típico de la resistividad de hormigón de 3000Ωm.

Cuando los dos pies están pisando el terreno (fuera de la superficie equipotencial), la máxima tensión de paso unitaria encontrada por la superficie del terreno se denomina k_{p1} . Cuando al acceder a la plataforma de hormigón sobre la que se sitúa el apoyo, un pie pisa el terreno y el otro, la superficie equipotencial de la plataforma, la máxima tensión de paso unitaria encontrada se denomina k_{p2} . Y toman siguientes valores:

$$k_{p1} = 0,023 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

$$k_{p2} = 0,065 \frac{V}{A(\Omega \cdot m)}$$

Calculamos máximas tensiones de paso que aparecen en la instalación como:

$$U'_{p1} = k_{p1} \cdot \rho \cdot I_F = 0,023 \cdot 200 \cdot 7323,45 = 33687,87V$$

$$U'_{p2} = k_{p2} \cdot \rho \cdot I_F = 0,065 \cdot 200 \cdot 7323,45 = 95204,85V$$

Se comprueba que No se cumplen las condiciones de tensión de paso:

$$U'_p < U_p$$

$$U'_p < U_{p,acceso}$$

Por tanto para reducir la resistividad del terreno se realizará un Tratamiento Químico del Terreno para el apoyo 117. En caso de este proyecto se ha escogido la opción del tratamiento químico que ofrece empresa GECCAI.

8.9 Tratamiento químico del terreno

El empleo de Tratamiento Químico, agua y sal para el rellenado de las jabalinas de puesta a tierra, permite obtener la humedad, casi constante a nivel molecular, en el terreno y de esa manera aumenta la conductividad y eficacia de la instalación a un costo menor con respecto a los sistemas convencionales.

8.9.1 Electrodo químico clase CHEM-ROD

Los electrodos de puesta a tierra son de gran importancia en la construcción de un empalme de masa, ya que son los encargados de crear el camino para conducir las corrientes de falla, rayo o ruido a masa.

Las barras químicas **GECCAI**, provee una perfecta conexión de baja resistencia a tierra con el acondicionador de suelos circundante. Las sales minerales y acondicionadoras para suelos especialmente preparados, son internamente distribuidas a lo largo de la longitud del electrodo. El acondicionamiento actúa alrededor del electrodo asegurando una resistencia a tierra ultra baja, la cual es más efectiva que los sistemas convencionales. En la Figura 2.27 se detallan las partes que tiene este tipo de electrodo.

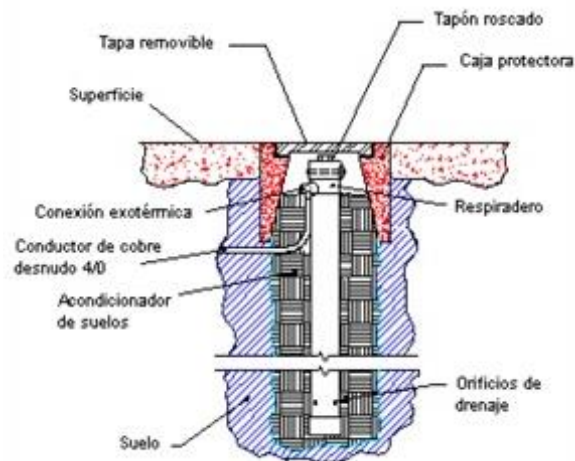


Figura 2.27 Dimensiones de los armados

8.9.2 Principales características del electrodo

Las barras químicas son un sistema de puesta a tierra de ultra baja impedancia diseñado para:

- Sistemas de protección contra descargas atmosféricas.
- Sistemas de disipación de sobre tensiones y corrientes transitorias.
- Prevención de accidentes por corrientes transitorias y cargas estáticas.
- Lograr los requerimientos de seguridad de puesta a tierra de:
 - Torres de telecomunicaciones y antenas de transmisión de microonda. Líneas de transmisión y de distribución. Subestaciones y Generadores de potencia. Salas de computadoras y centros de procesamiento de datos. Refinerías y empresas de manufacturas.
 - Refinerías de crudo y estaciones de bombeo.
 - Mantener una referencia de potencial.

Concluimos con que al realizar tratamiento químico del terreno con barras Geccai y consiguiendo una resistividad del terreno por debajo de $20 \Omega\text{m}$ se cumplirán las condiciones de tensión de paso y acceso.

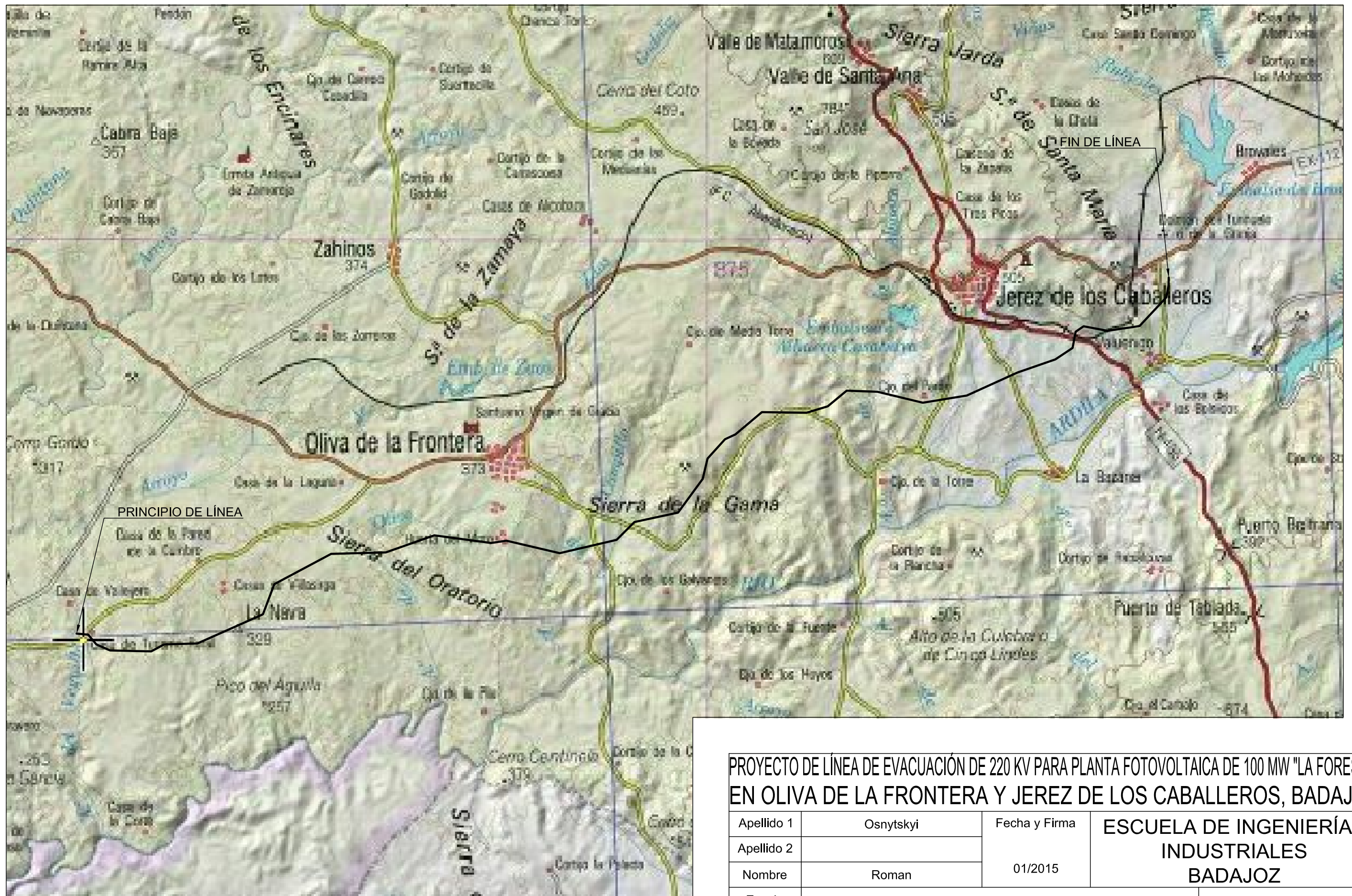
DOCUMENTO 3: PLANOS

En el presente proyecto se adjuntan siguientes planos:

- PLANO DE EMPLAZAMIENTO DE LÍNEA
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 1
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 2
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 3
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 4
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 5
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 6
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 7
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 8
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 9
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 10
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 11
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 12
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 13
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 14
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 15
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 16
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 17
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 18
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 19
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 20
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 21
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 22
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 23
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 24

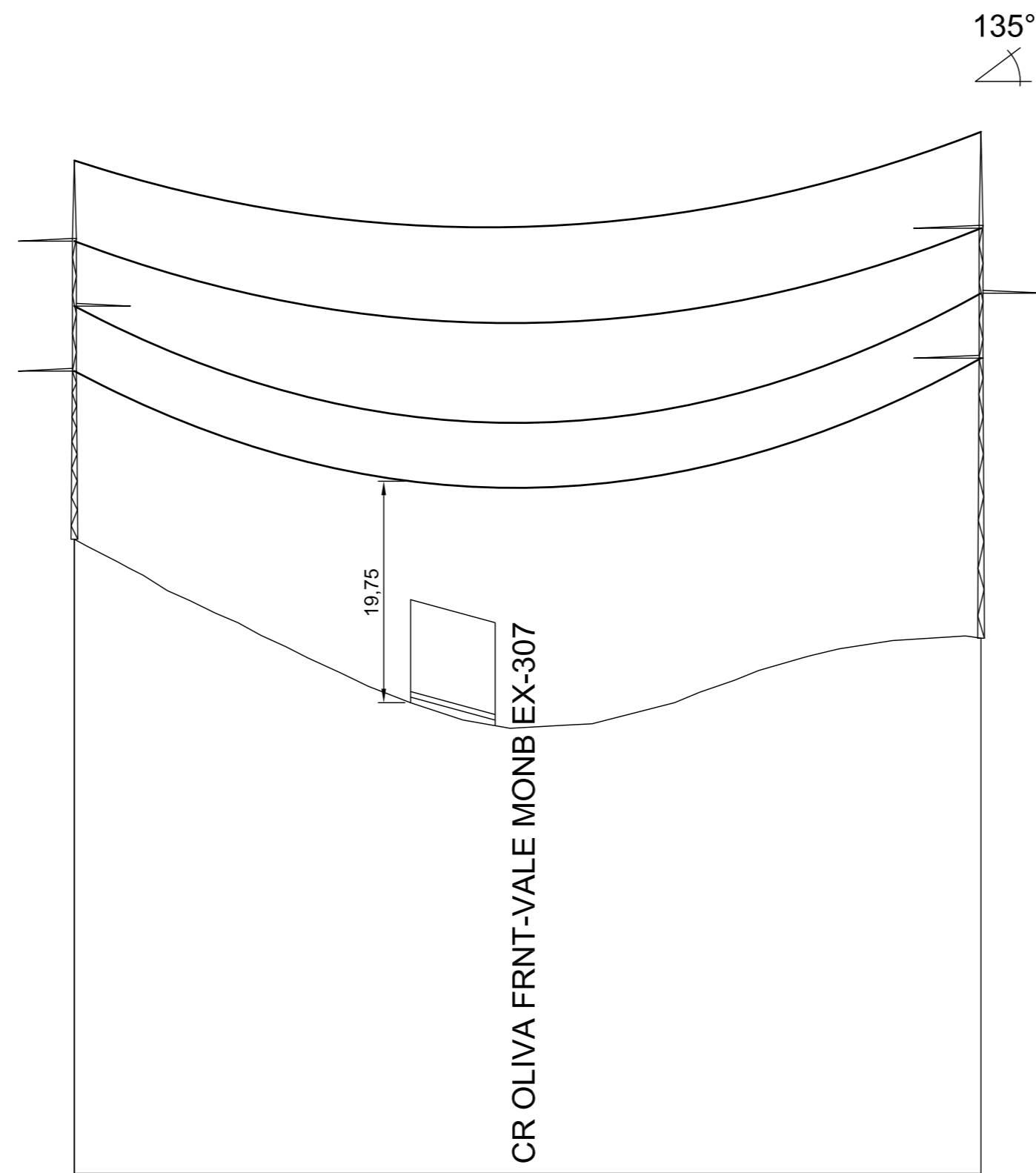
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 25
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 26
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 27
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 28
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 29
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 30
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 31
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 32
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 33
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 34
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 35
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 36
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 37
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 38
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 39
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 40
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 41
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 42
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 43
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 44
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 45
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 46
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 47
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 48
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 49
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 50
- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 51

- PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 52
- DETALLE DE APOYOS
- PUESTA A TIERRA APOYOS NO FRECUENTADOS
- PUESTA A TIERRA APOYOS FRECUENTADOS
- CADENA DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN
- CADENA DE AISLADORES EN AMARRE
- DETALLE DE HERRAJES

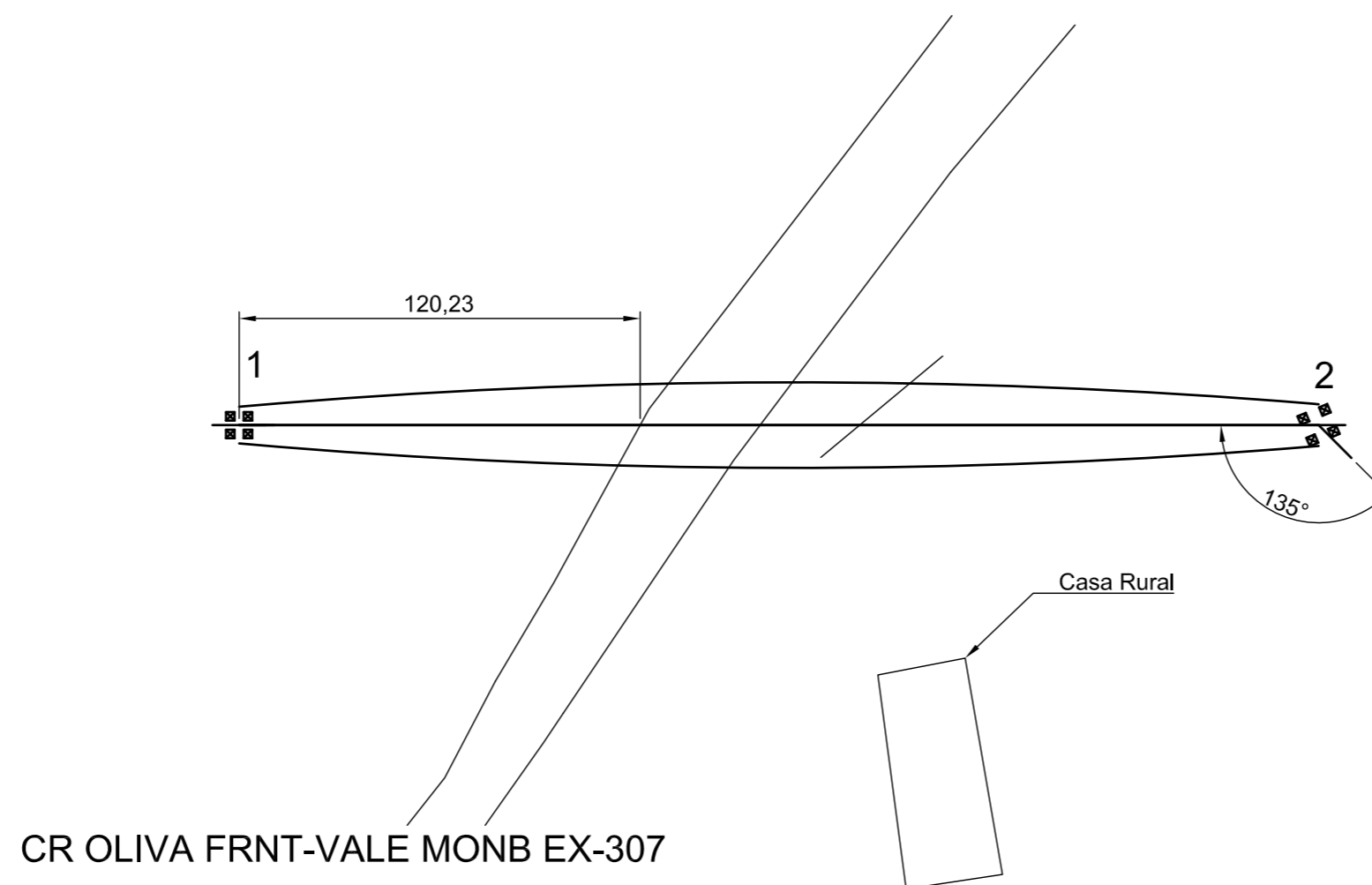


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	1:100000		Nº 01
PLANO DE EMPLAZAMIENTO DE LÍNEA			Sustituye a:
			Sustituido por:

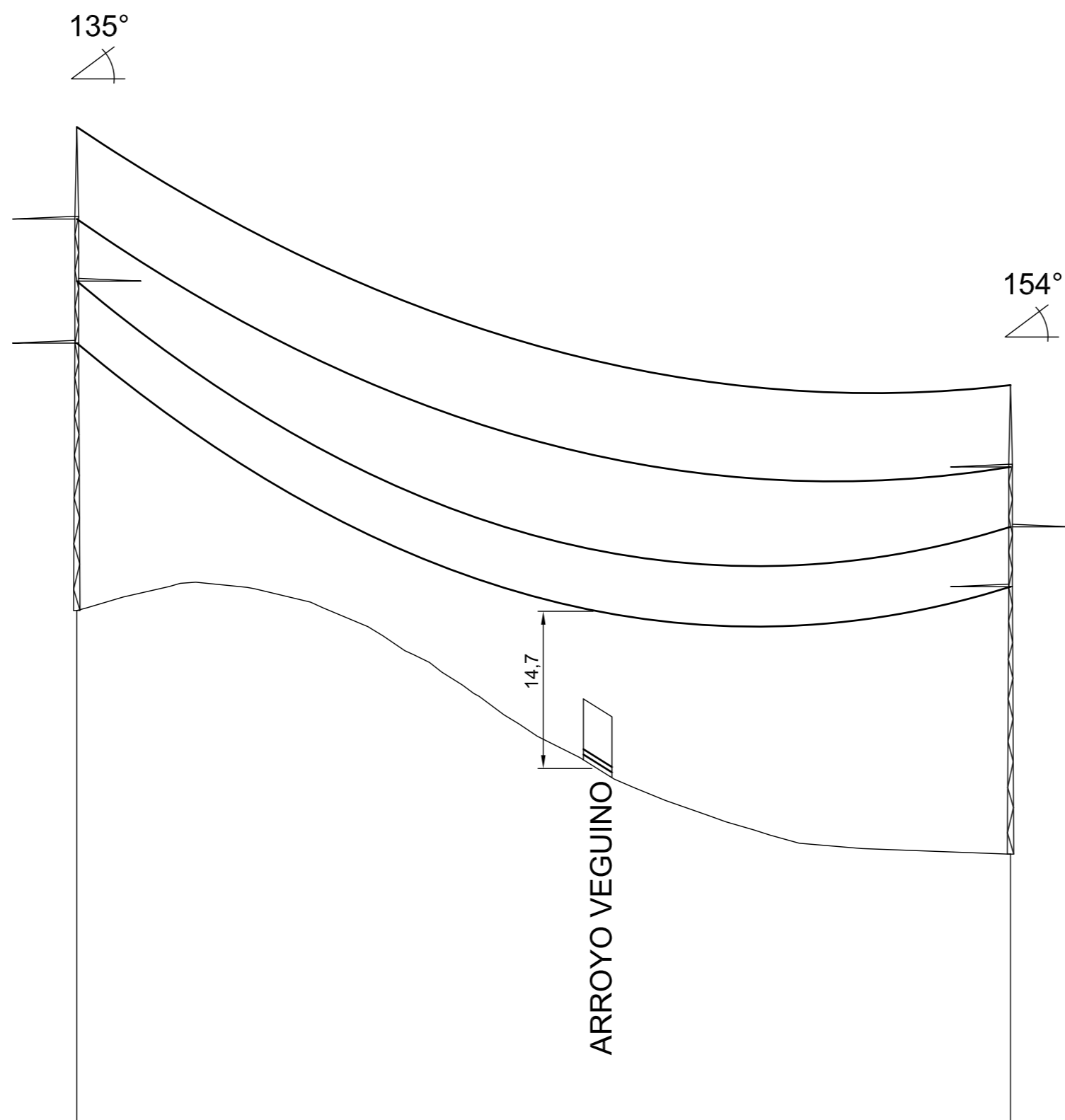


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	1	323.61	2
Cota Terreno (m)	284.60		275.76
Distancia Parcial (m)	0.00		323.61
Distancia Origen (m)	0.00		323.61
Función Apoyo	FL		AN-AM (135°)
Serie Apoyo	IC-55000-15		IC-55000-25

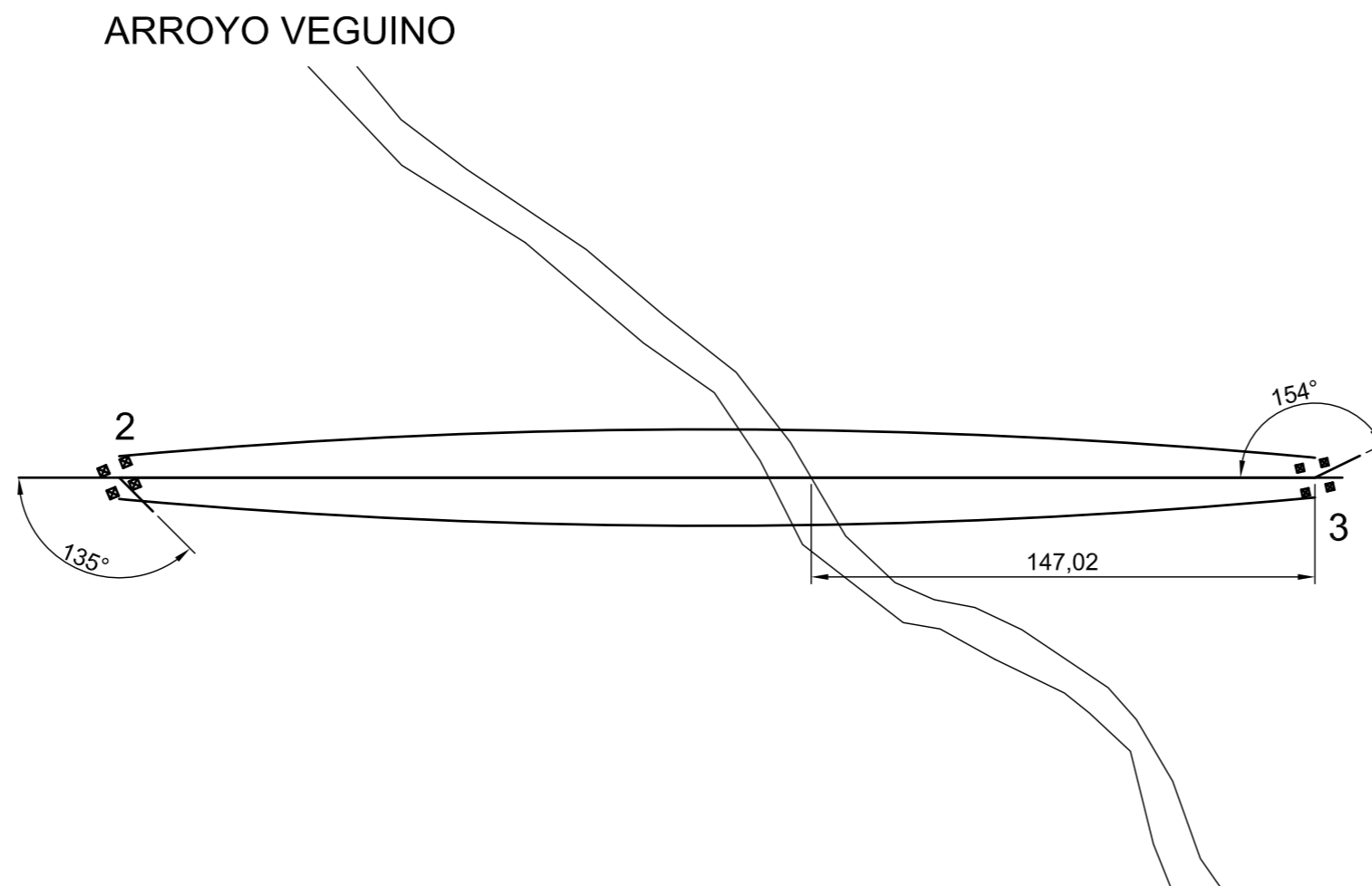


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 1		Nº 02
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

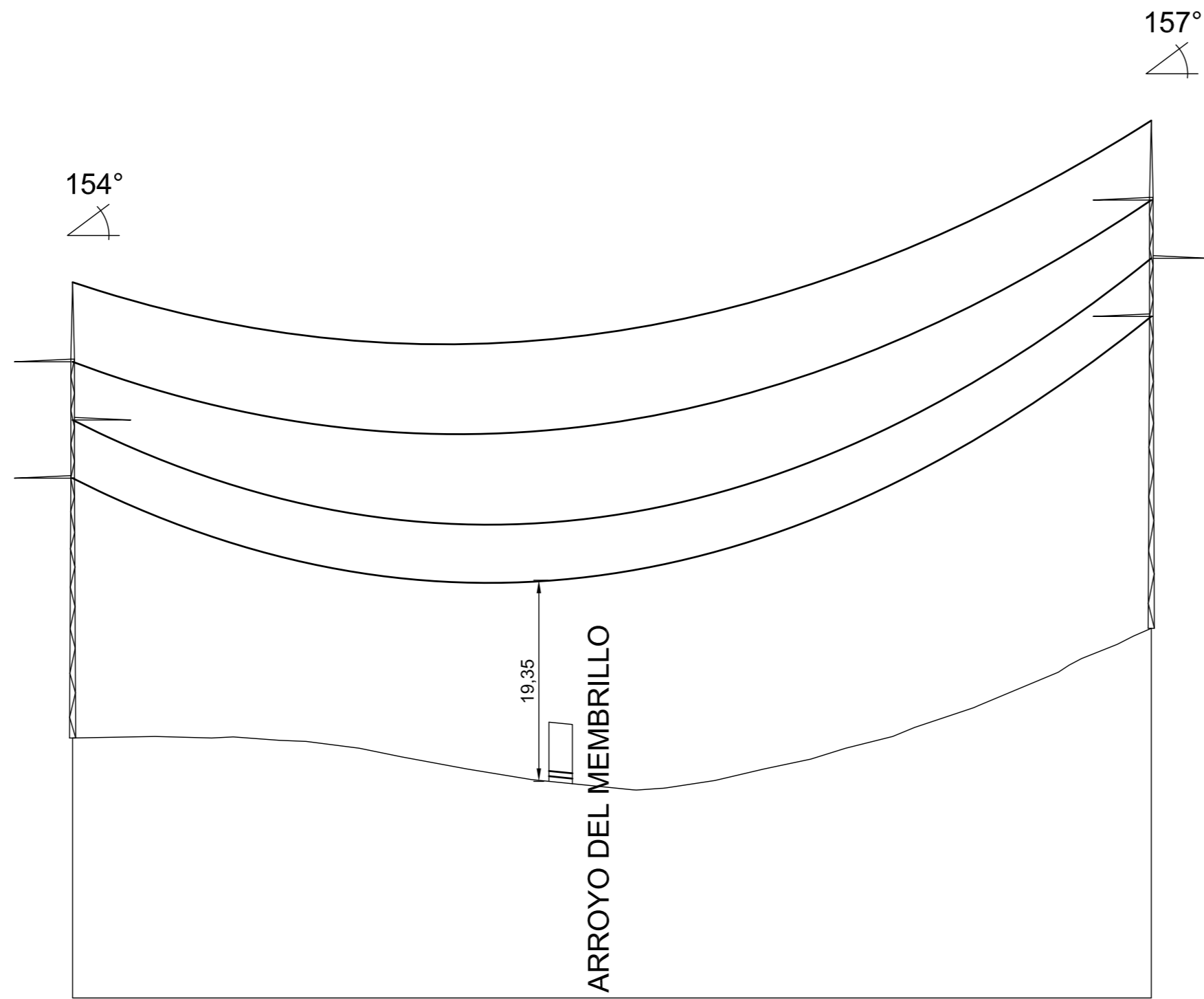


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	2	349.03	349.03	3
Cota Terreno (m)	275.76			252.98
Distancia Parcial (m)	323.61			349.03
Distancia Origen (m)	323.61			672.64
Función Apoyo	AN-AM (135°)			AN-AM (154°)
Serie Apoyo	IC-55000-25			GCO-40000-25

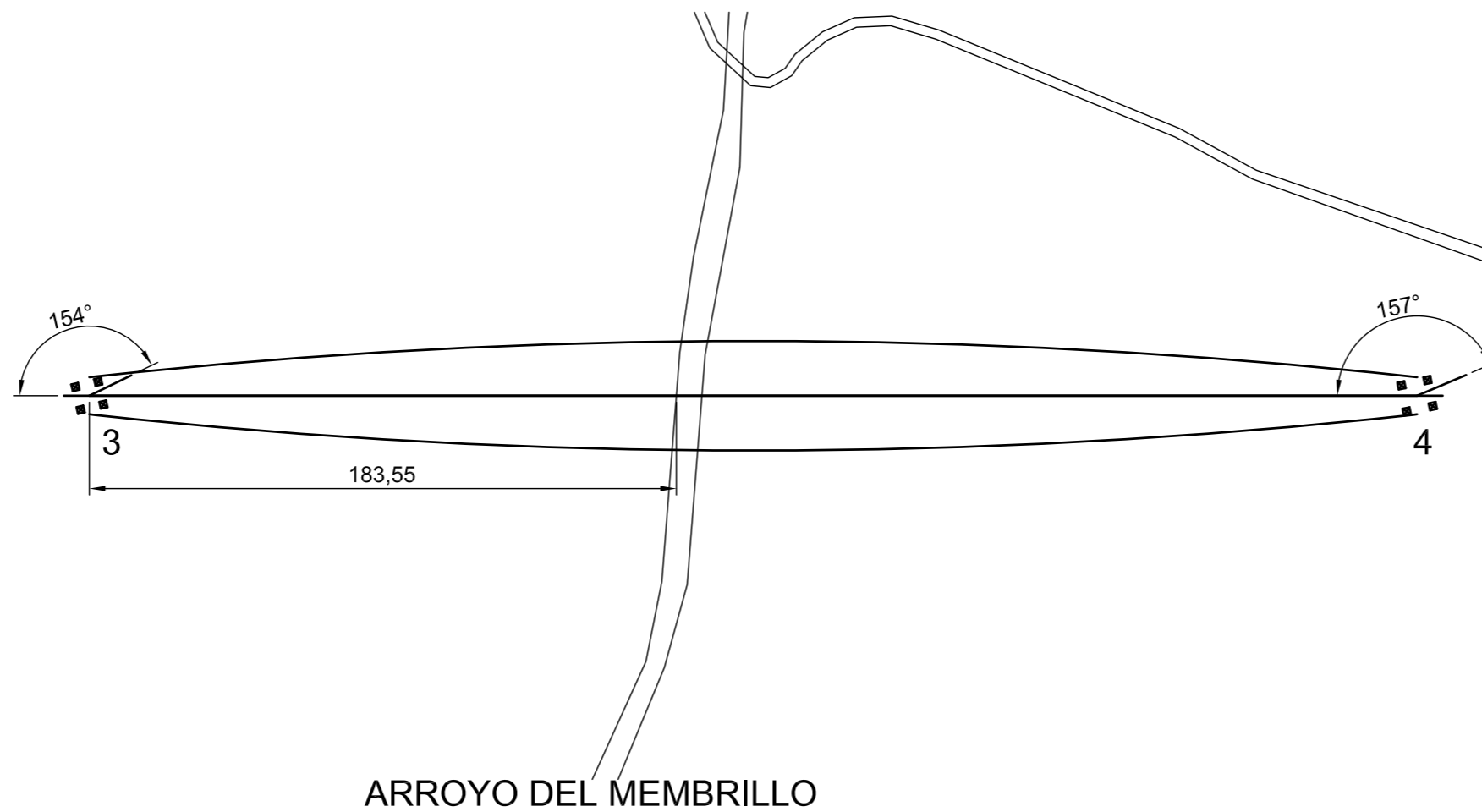


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 2		Nº 03
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

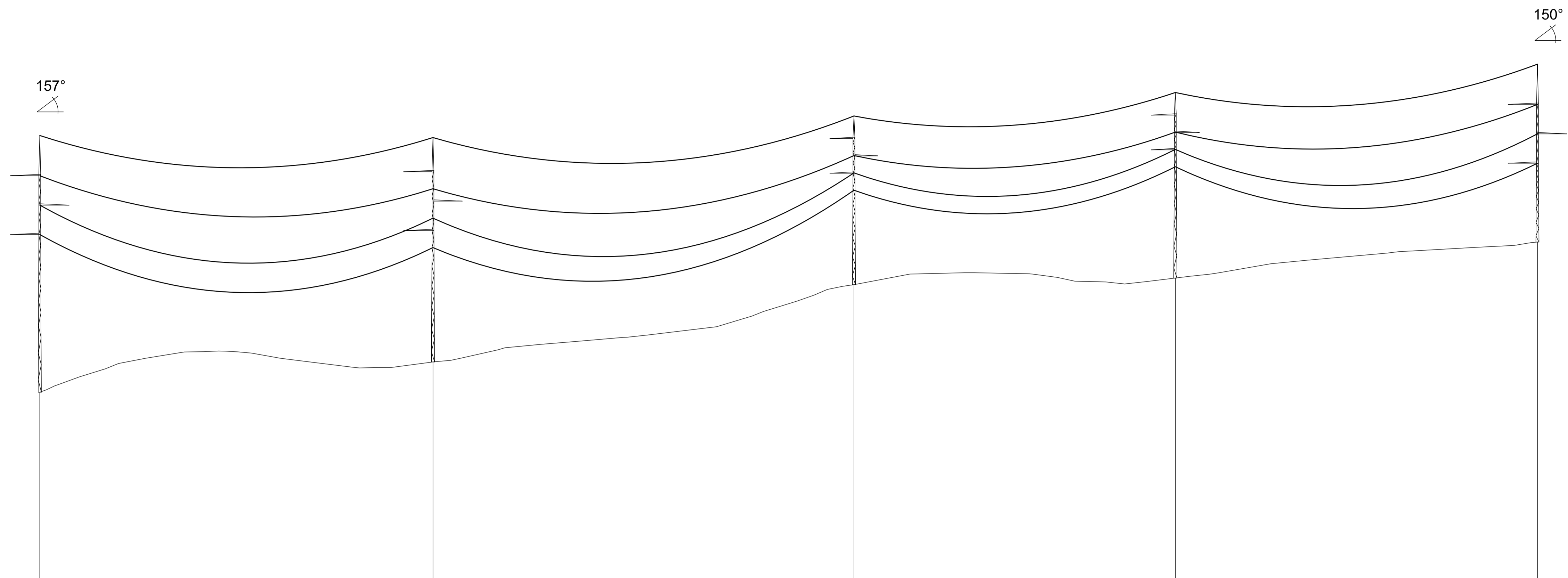


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	3	415.18	4
Cota Terreno (m)	252.98		263.54
Distancia Parcial (m)	349.03		415.18
Distancia Origen (m)	672.64		1087.82
Función Apoyo	AN-AM (154°)		AN-AM (157°)
Serie Apoyo	GCO-40000-25		GCO-40000-30

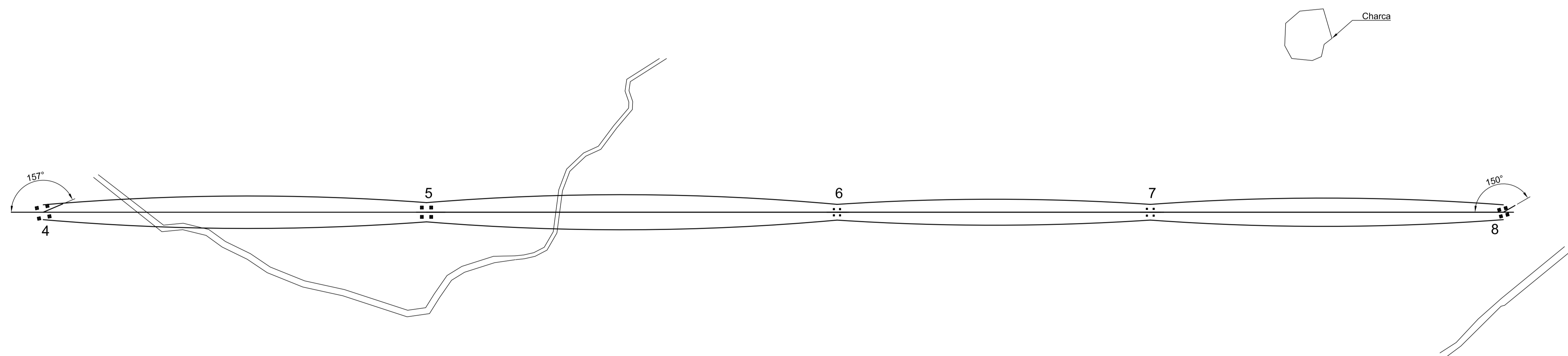


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 3		Nº 04
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

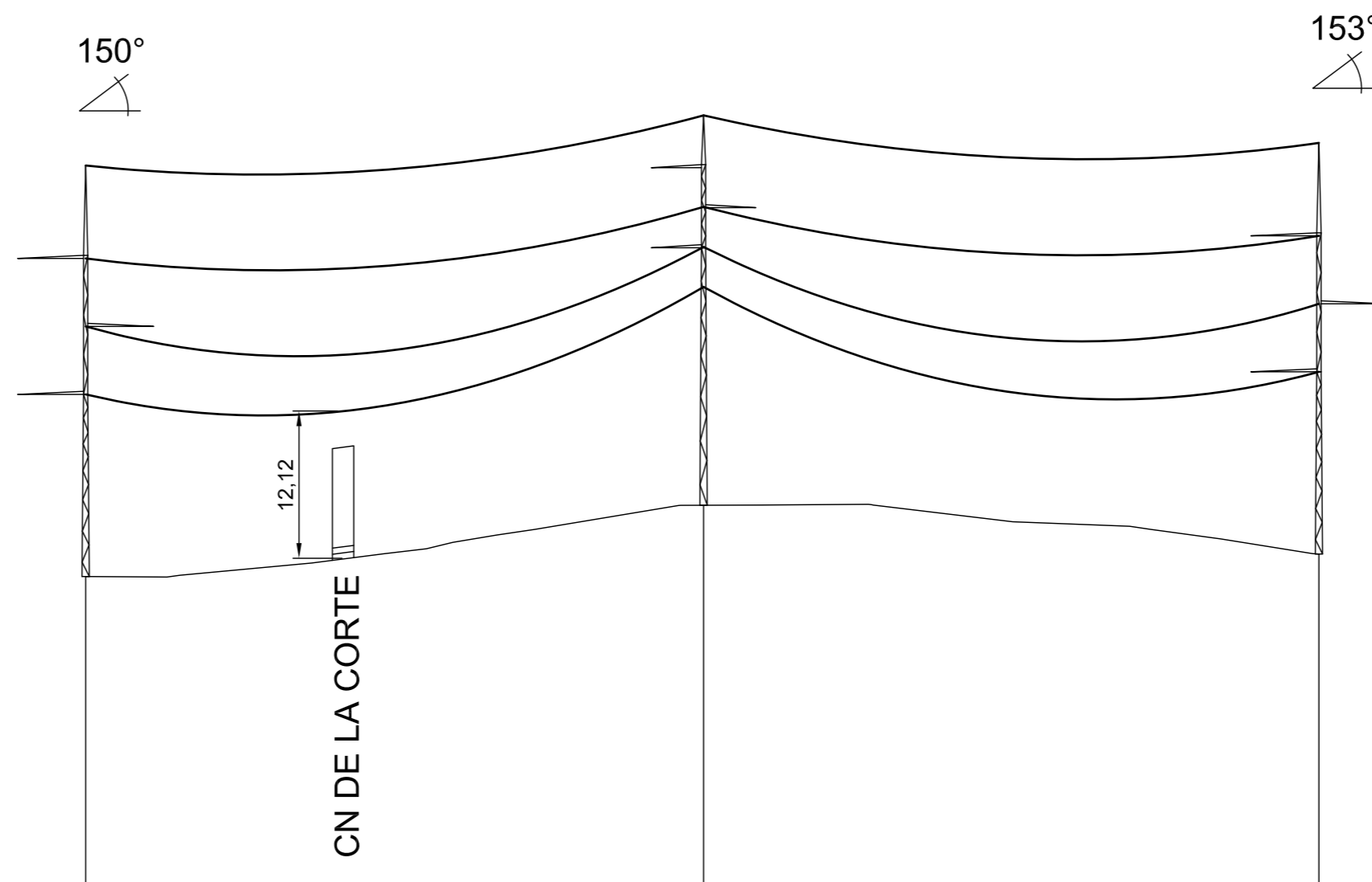


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	4	299.54	5	320.69	6	244.83	7	275.86	8
Cota Terreno (m)	263.54		269.29		284.00		285.27		292.11
Distancia Parcial (m)	415.18		299.54		320.69		244.83		275.86
Distancia Origen (m)	1087.82		1387.36		1708.05		1952.87		2228.73
Función Apoyo	AN-AM (157°)		AL SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (150°)
Serie Apoyo	GCO-40000-30		GCO-40000-25		CO-3000-21		CO-3000-24		GCO-40000-15

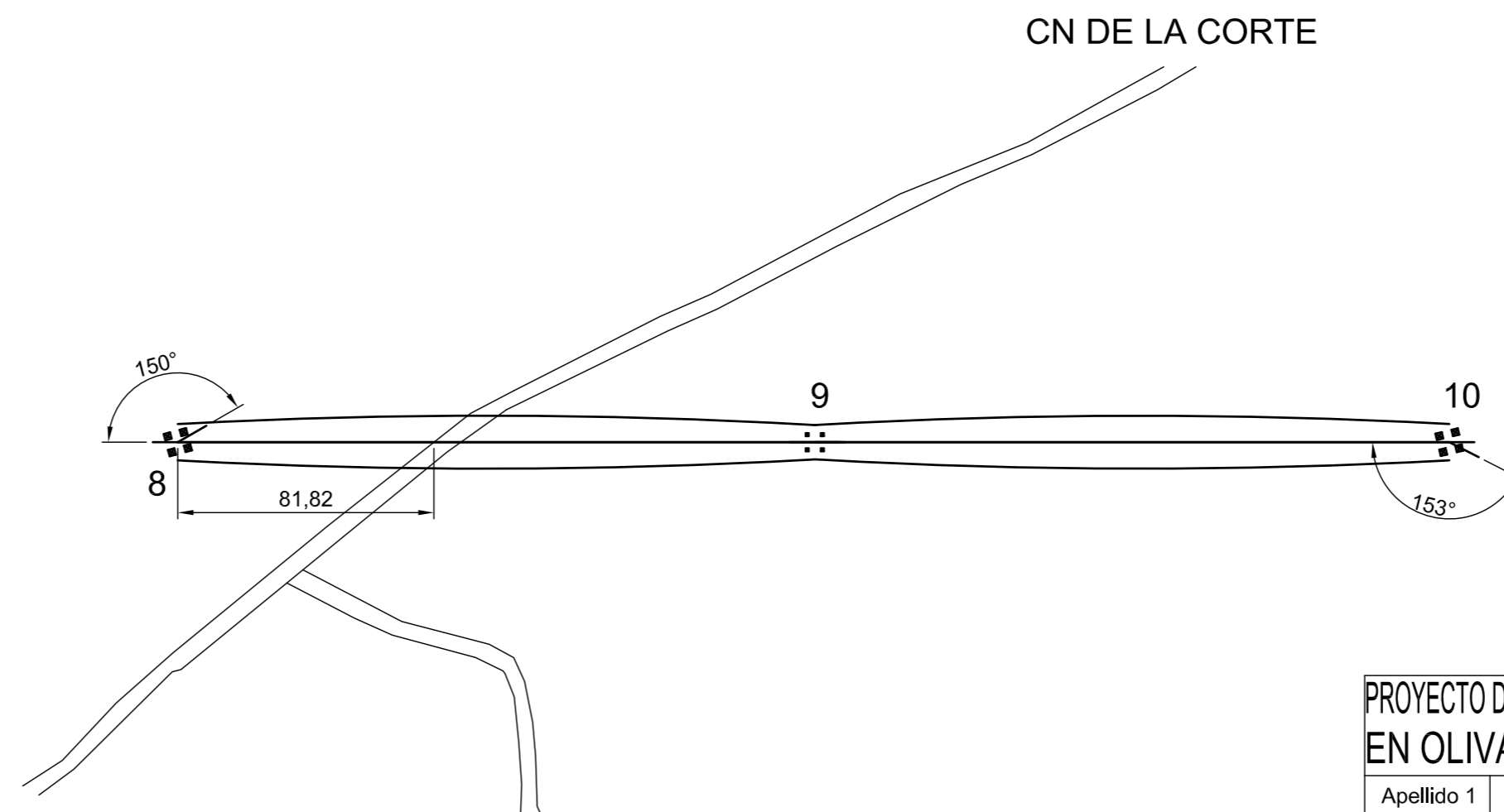


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 05
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 4			Sustituye a:
			Sustituido por:

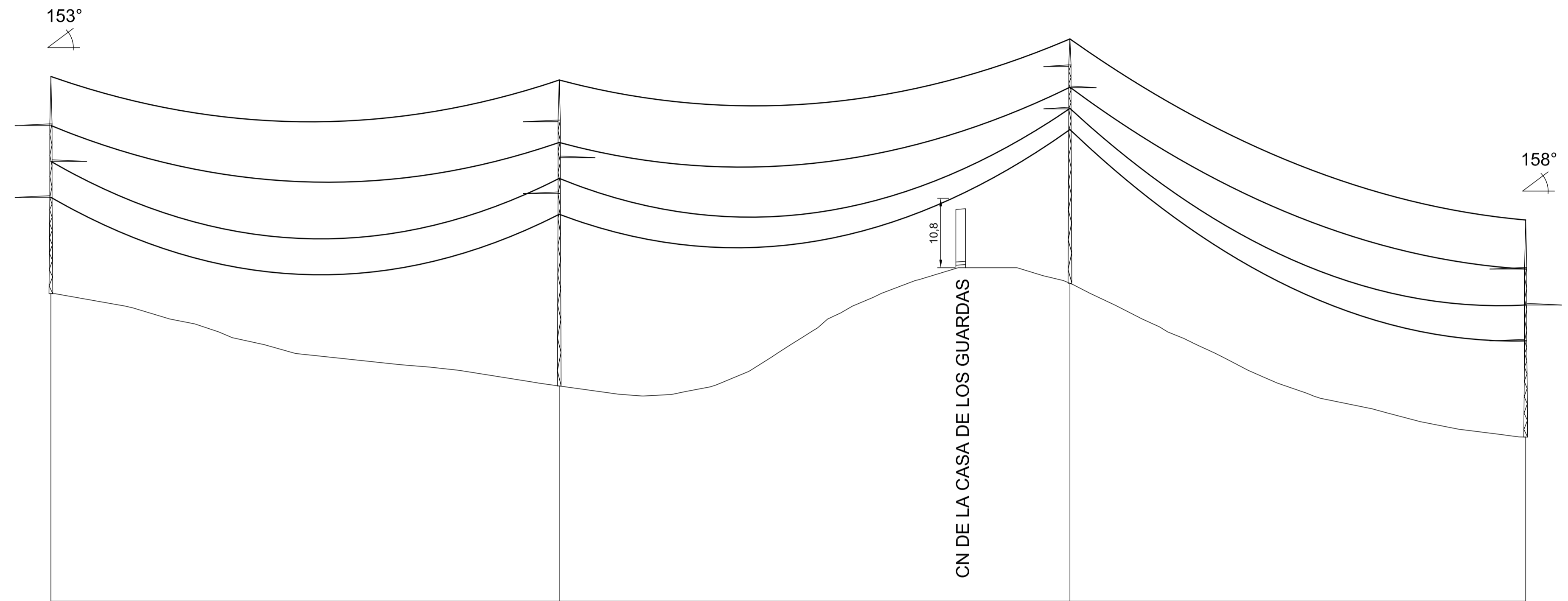


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	8	203.45	9	202.64	10
Cota Terreno (m)	292.11		297.99		293.97
Distancia Parcial (m)	275.86		203.45		202.64
Distancia Origen (m)	2228.73		2432.18		2634.82
Función Apoyo	AN-AM (150°)		AL-SU		AN-AM (153°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-3000-21		GCO-40000-15

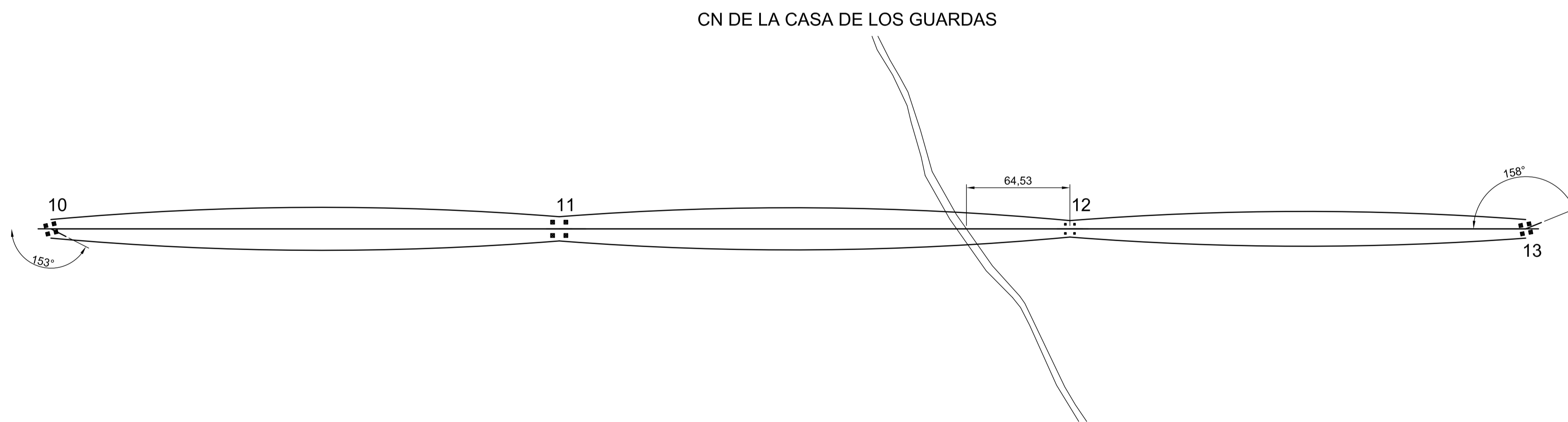


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 5		Nº 06
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

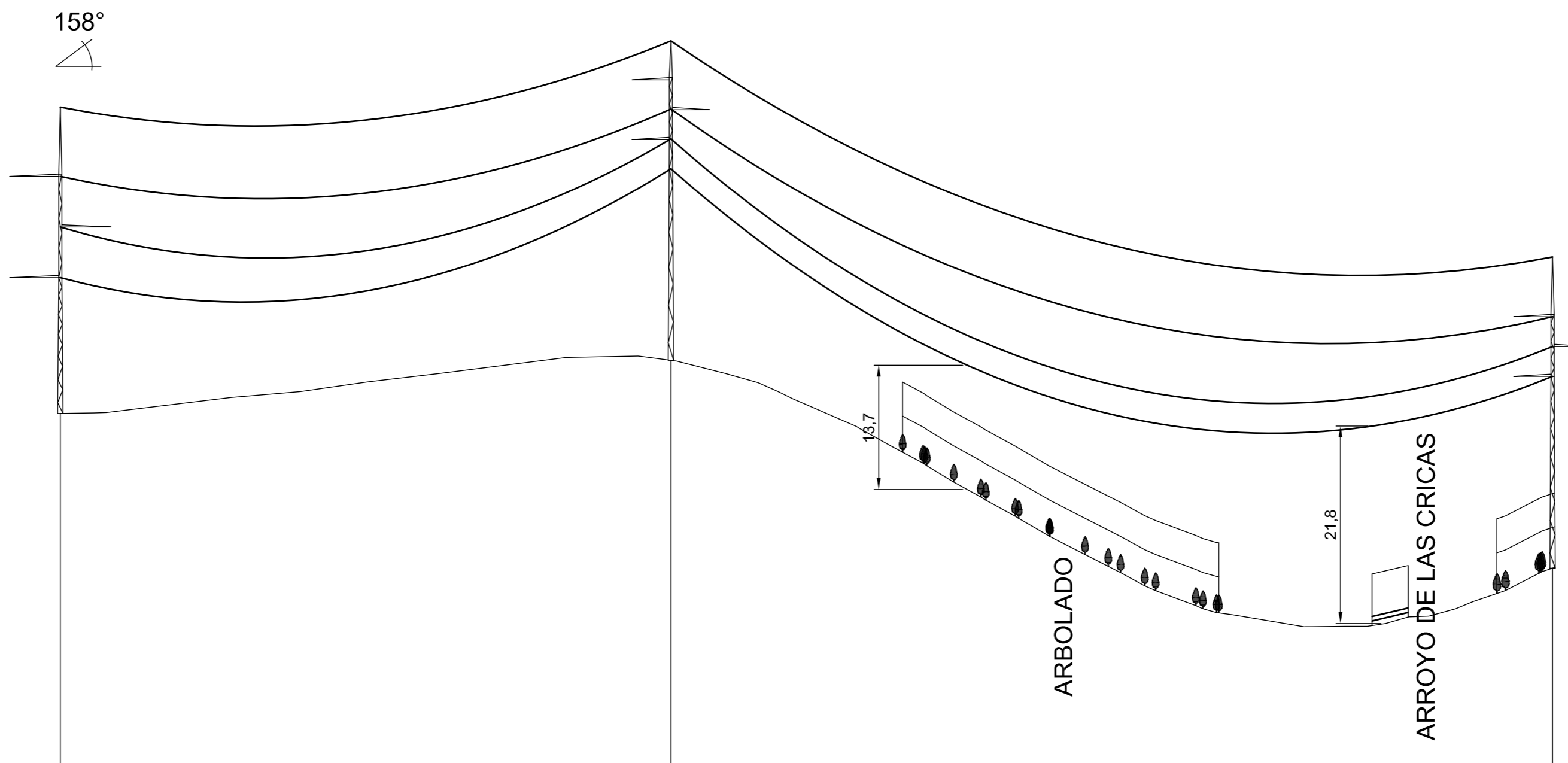


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	10	316.90	11	318.39	12	284.15	13
Cota Terreno (m)	293.97		279.56		295.57		271.59
Distancia Parcial (m)	202.64		316.90		318.39		284.15
Distancia Origen (m)	2634.82		2951.72		3270.11		3554.26
Función Apoyo	AN-AM (153°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (158°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		GCO-40000-30		CO-3000-27		GCO-40000-15

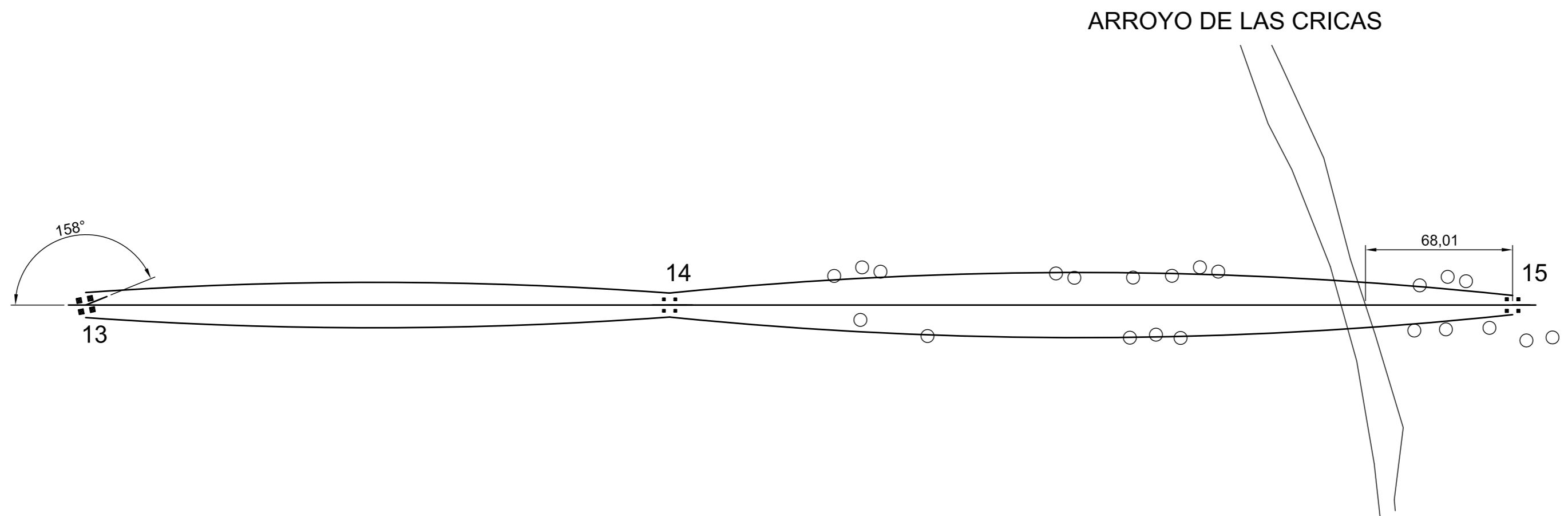


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 07
PERFIL Y LÍNEA DE LÍNEA. TRAMO 6			Sustituye a:
			Sustituido por:

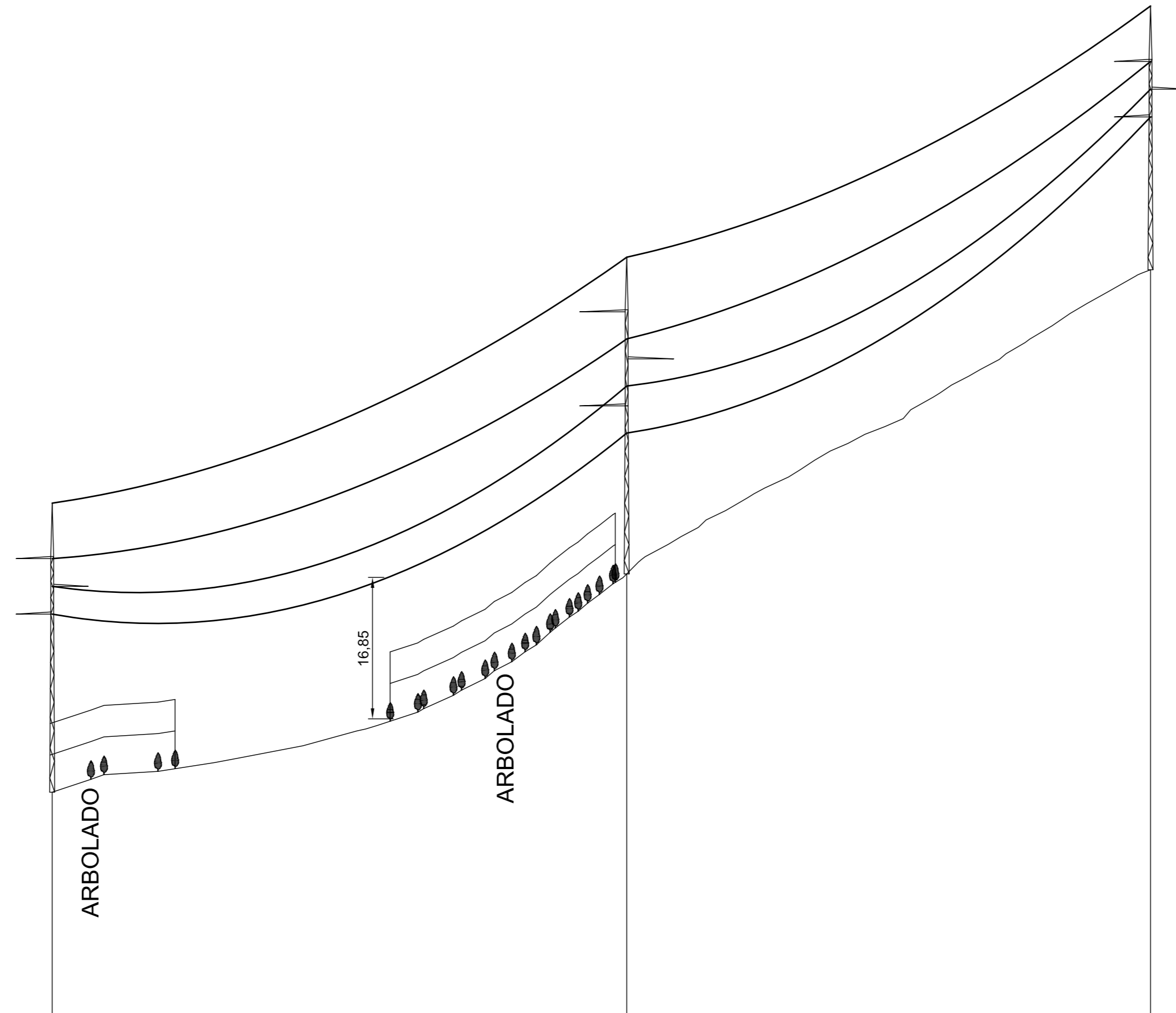


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	13	269.88	14	389.66	15
Cota Terreno (m)	271.59		277.46		254.48
Distancia Parcial (m)	284.15		269.88		389.66
Distancia Origen (m)	3554.26		3824.14		4213.79
Función Apoyo	AN-AM (158°)		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-5000-24		CO-9000-21

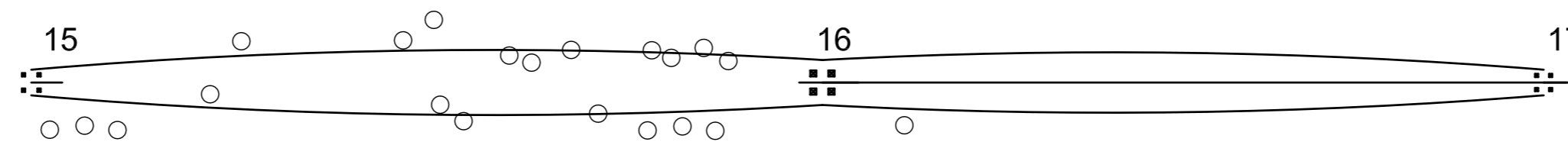


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 08
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 7			Sustituye a:
			Sustituido por:

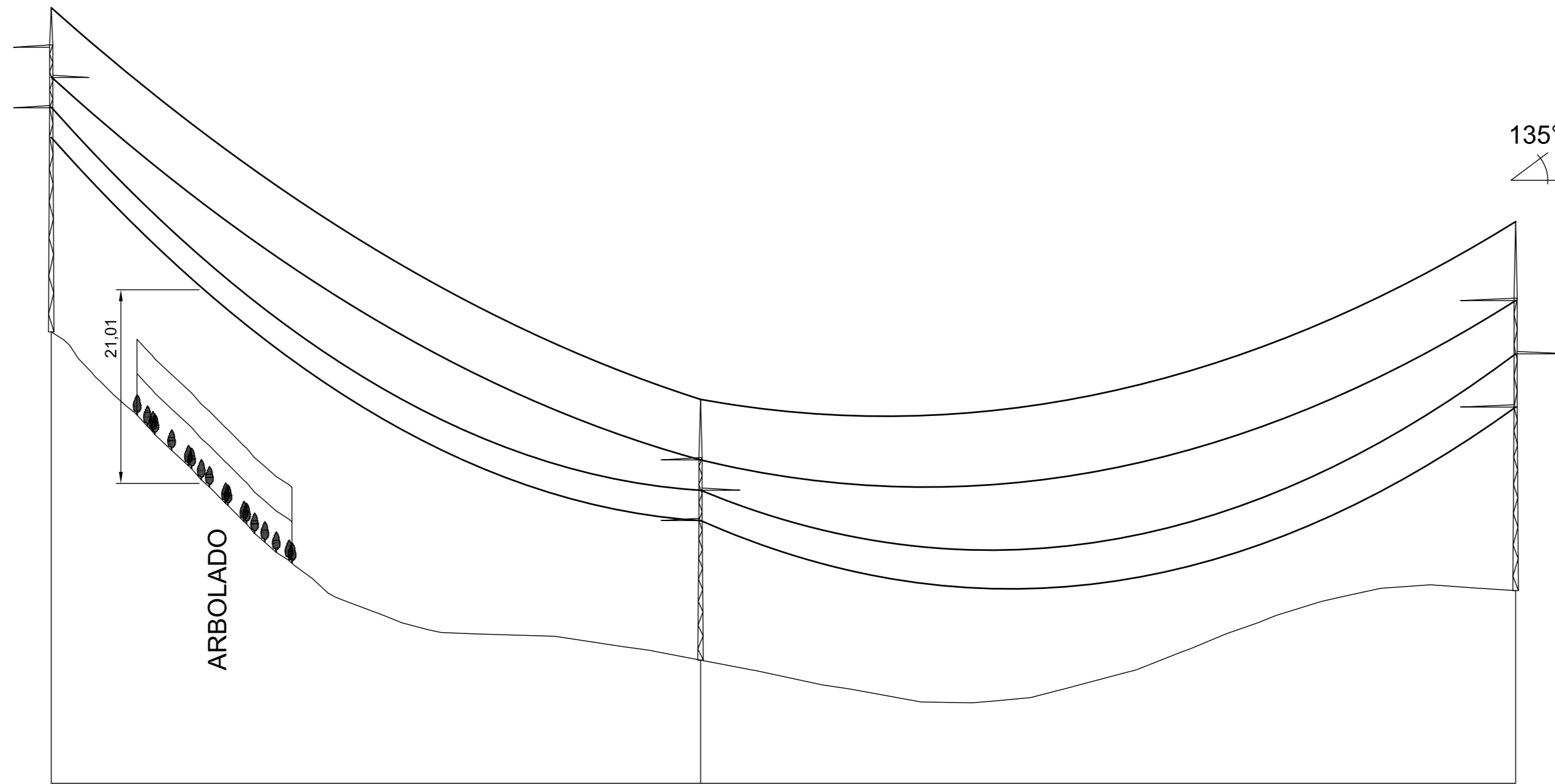


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	15	273.56	16	249.43	17
Cota Terreno (m)	254.48		280.46		316.66
Distancia Parcial (m)	389.66		273.56		249.43
Distancia Origen (m)	4213.79		4487.36		4736.78
Función Apoyo	AL-AM		AL-SU		AL-ANC
Serie Apoyo	CO-9000-21		GCO-40000-20		CO-9000-18

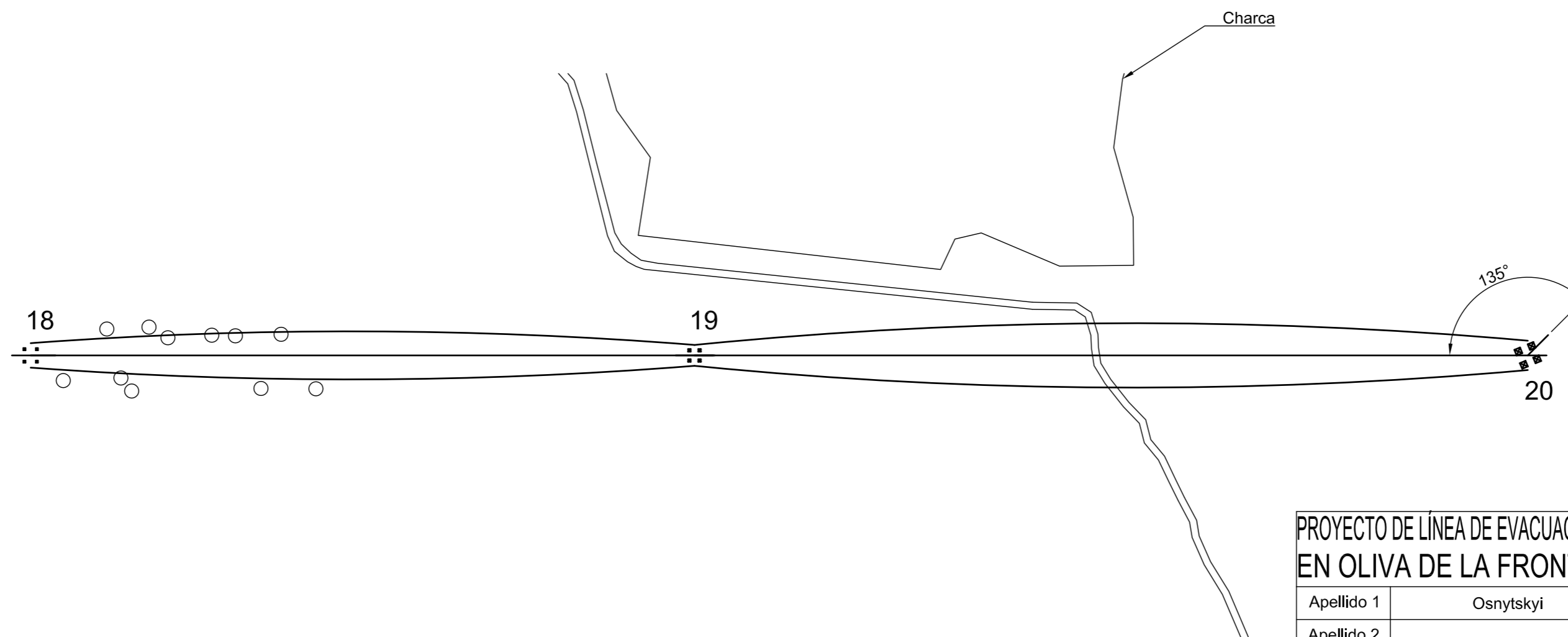


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 8		Nº 09
H 1:2000 V 1:500			Sustituye a:
			Sustituido por:

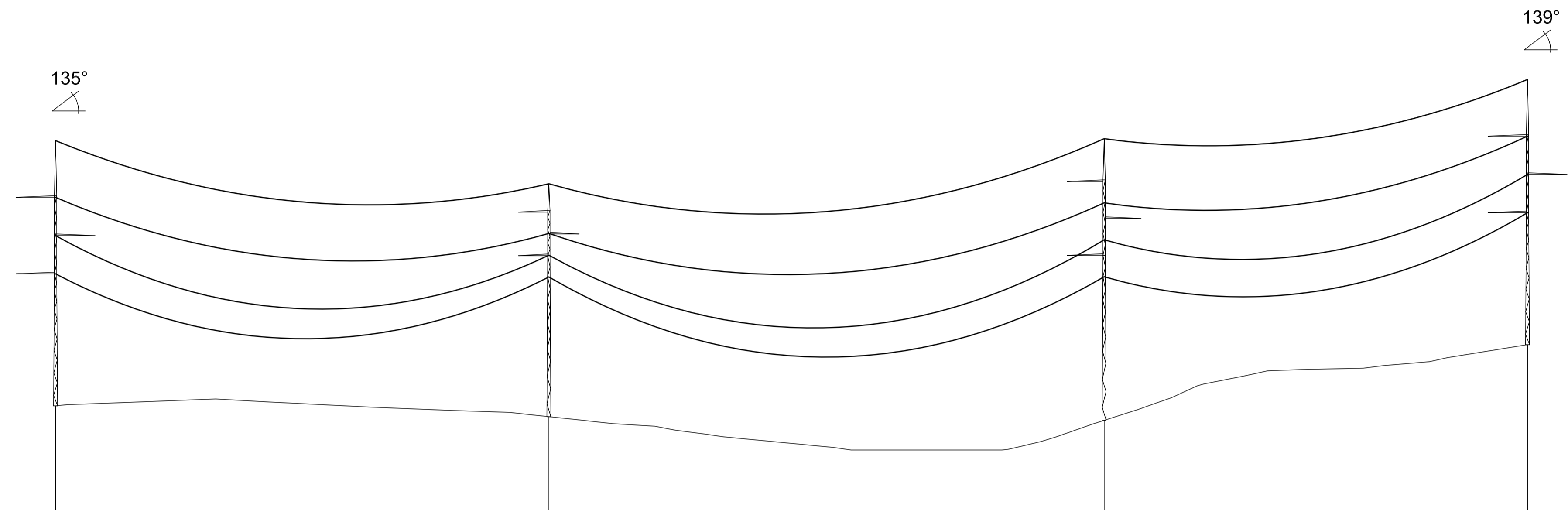


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	18	282.76	19	354.93	20
Cota Terreno (m)	304.89		269.14		276.70
Distancia Parcial (m)	163.22		282.76		354.93
Distancia Origen (m)	4900.00		5182.76		5537.69
Función Apoyo	AL-SU		AL-AM		AN-AM (135°)
Serie Apoyo	CO-3000-24		CO-9000-15		IC-55000-20

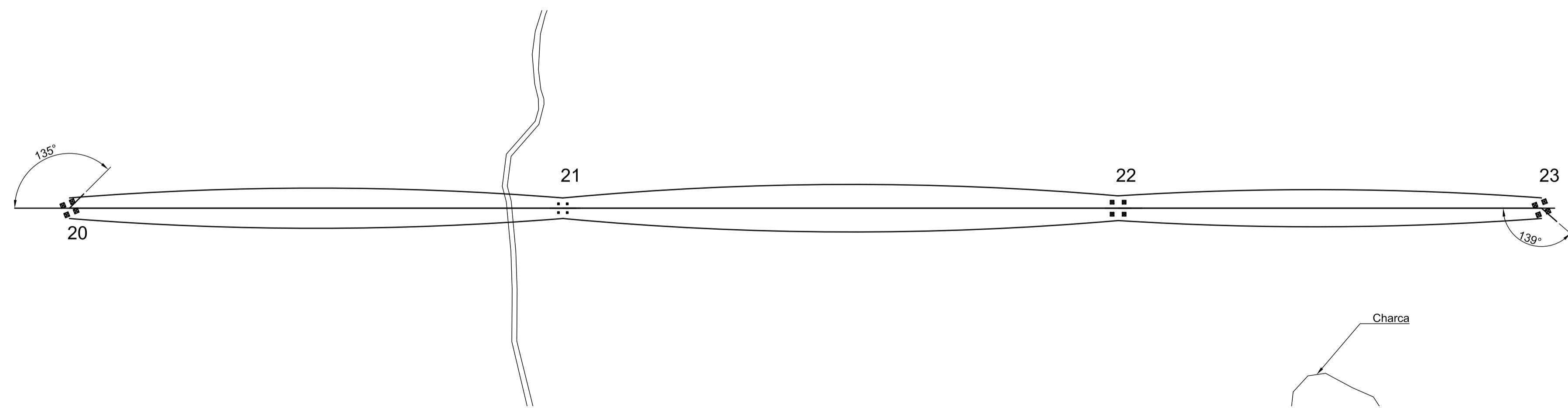


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 10
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 9			Sustituye a:
			Sustituido por:

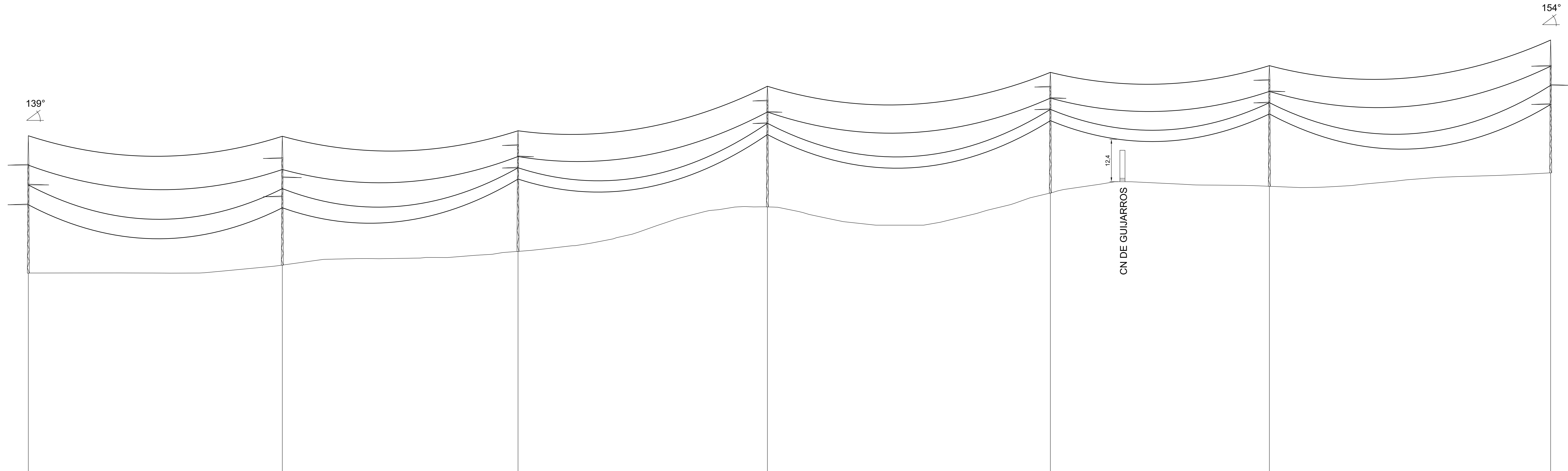


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	20	299.15	21	336.72	22	256.72	23
Cota Terreno (m)	276.70		275.06		274.49		285.97
Distancia Parcial (m)	354.93		299.15		336.72		256.72
Distancia Origen (m)	5537.69		5836.84		6173.56		6430.28
Función Apoyo	AN-AM (135°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (139°)
Serie Apoyo	IC-55000-20		CO-5000-24		GCO-40000-25		IC-55000-20

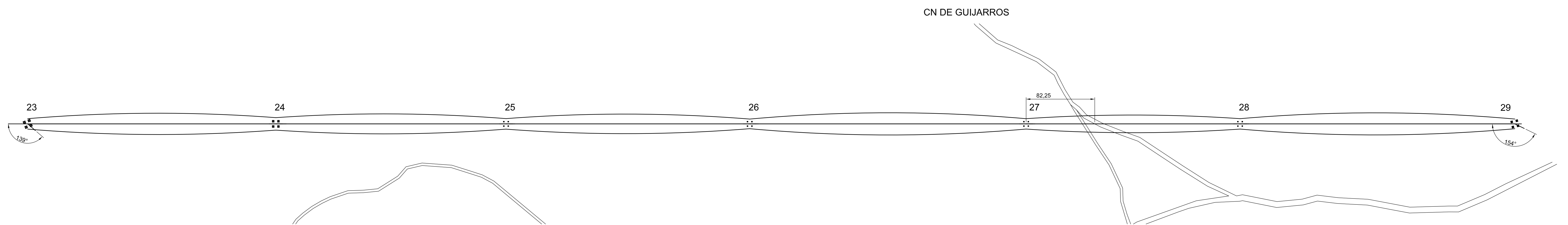


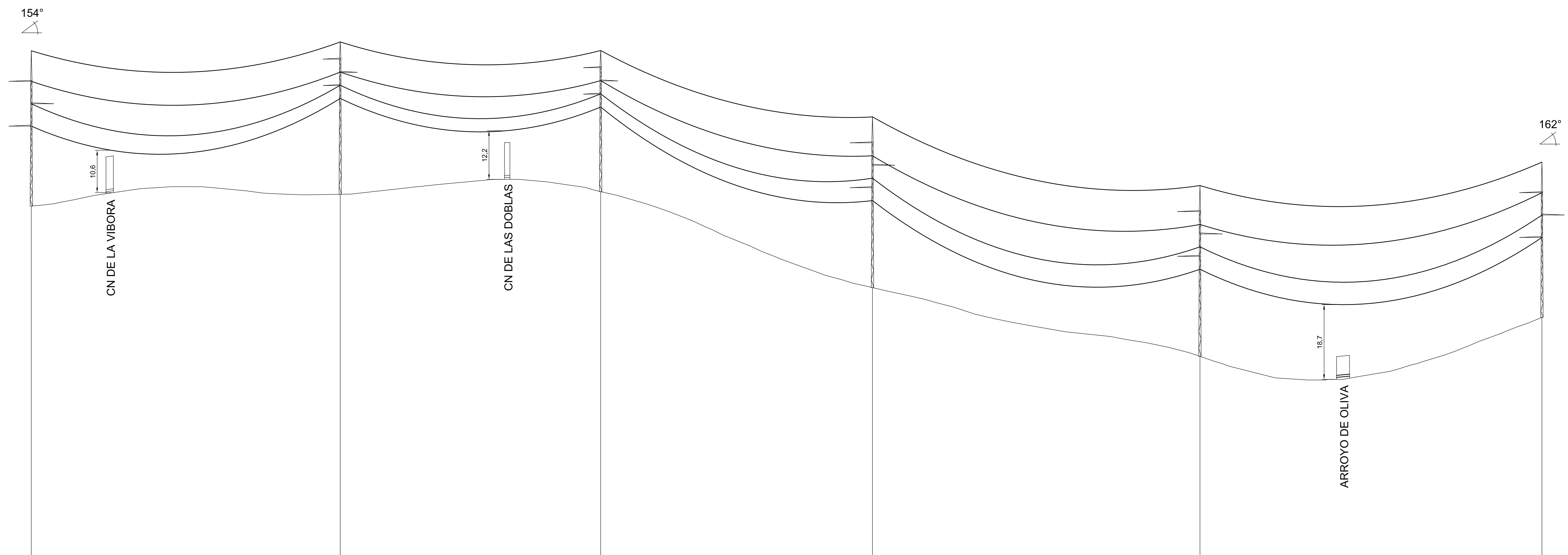
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 10		
H 1:2000			
V 1:500			
Nº	11	Sustituye a:	
		Sustituido por:	

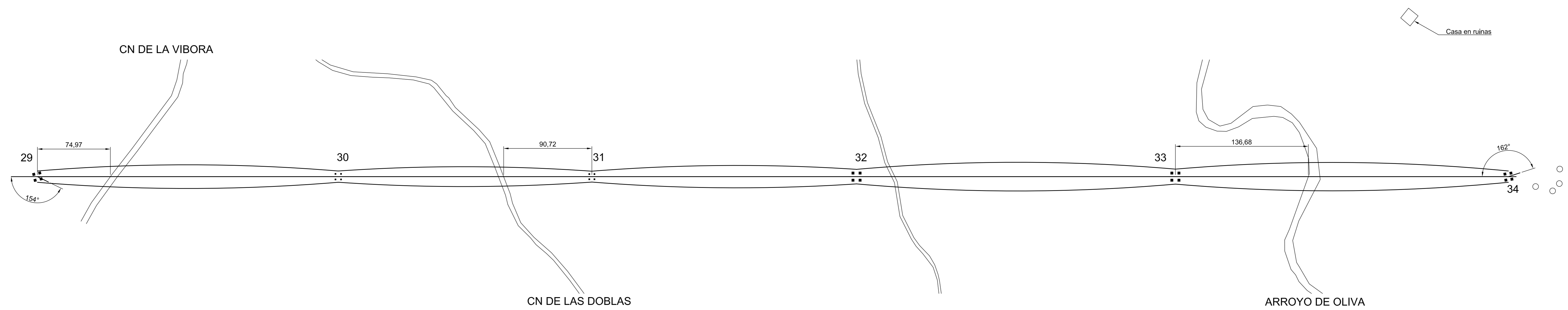


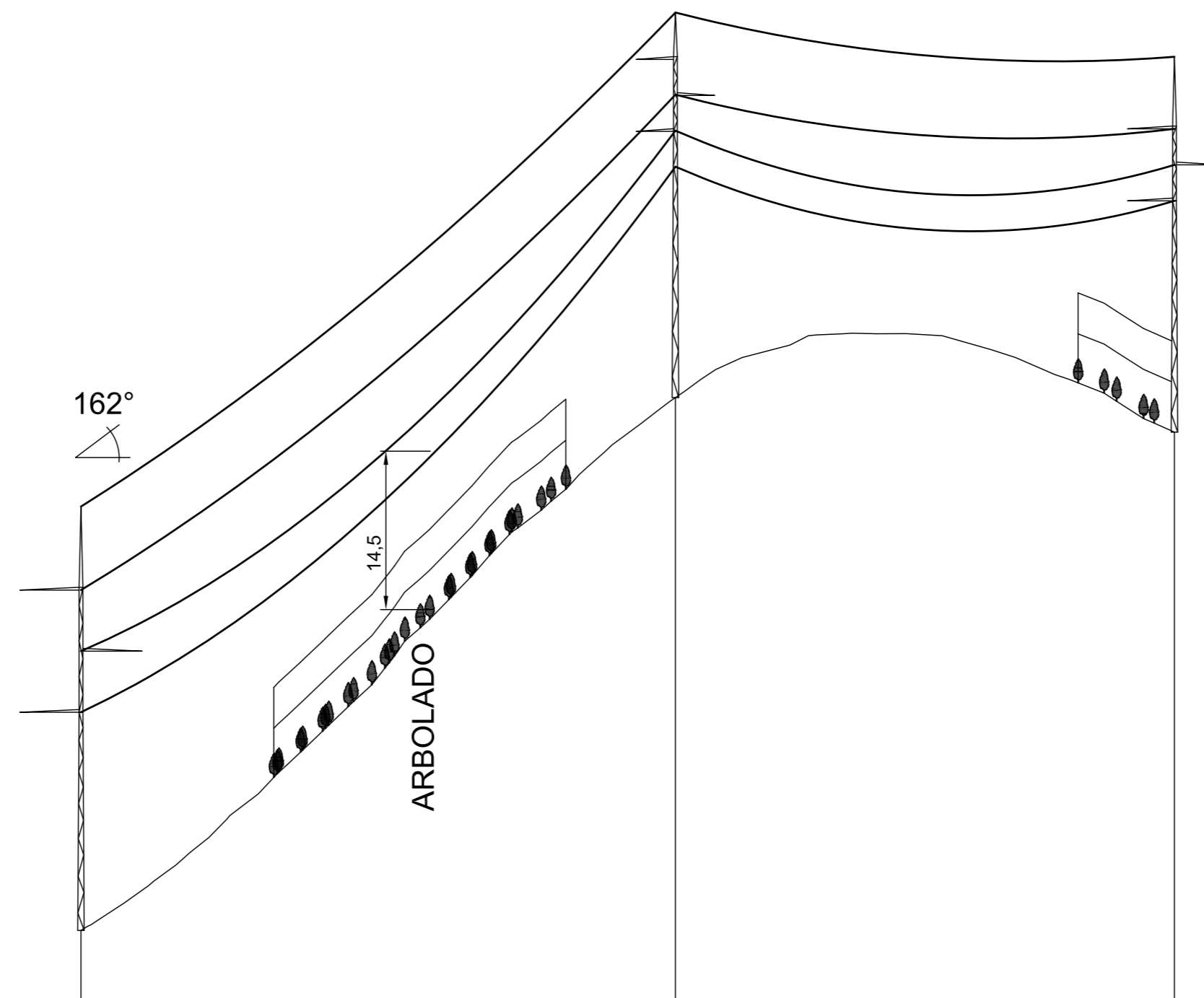
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	23	297.31	24	275.86	25	291.95	26	331.19	27	256.38	28	329.26	29
Cota Terreno (m)	285.97		288.32		292.33		305.36		309.42		311.39		315.33
Distancia Parcial (m)	256.72		297.31		275.86		291.95		331.19		256.38		329.26
Distancia Origen (m)	6430.28		6727.59		7003.45		7295.40		7626.60		7882.98		8212.24
Función Apoyo	AN-AM (139°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (154°)
Serie Apoyo	IC-55000-20		GCO-40000-20		CO-3000-24		CO-5000-24		CO-3000-24		CO-3000-24		GCO-40000-20



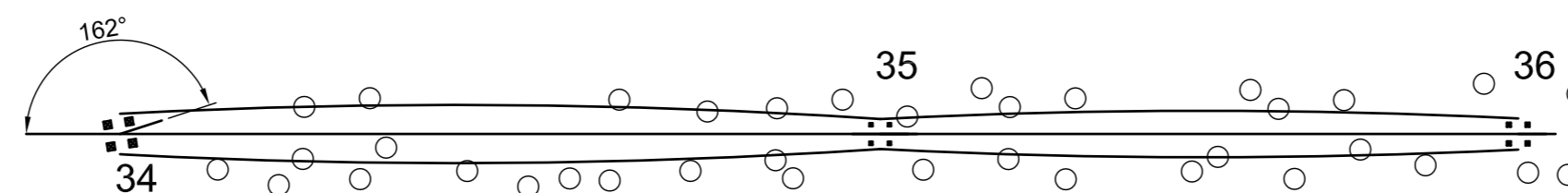


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	29	309.28	30	260.76	31	272.11	32	327.85	33	342.38	34
Cota Terreno (m)	315.33		318.29		318.94		294.94		277.76		287.49
Distancia Parcial (m)	329.26		309.28		260.76		272.11		327.85		342.38
Distancia Origen (m)	8212.24		8521.52		8782.28		9054.39		9382.24		9724.62
Función Apoyo	AN-AM (154°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (162°)
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-3000-27		CO-3000-24		GCO-40000-25		GCO-40000-25		GCO-40000-20



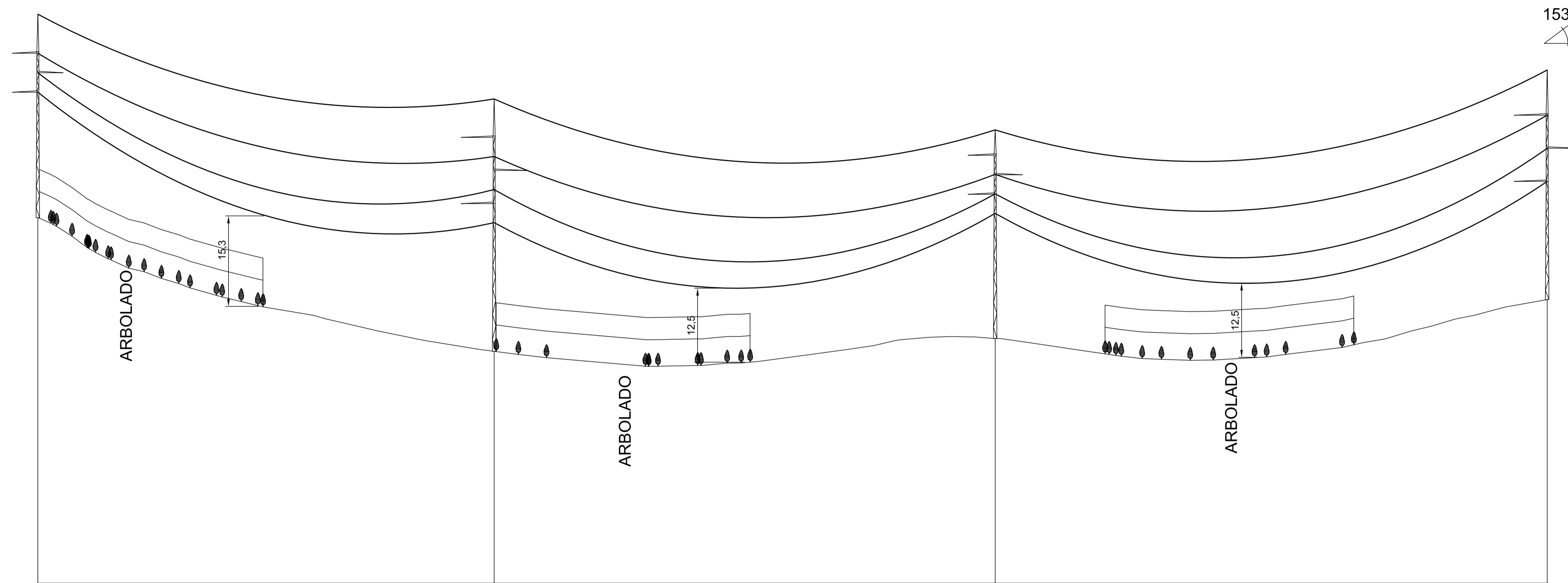


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	34	217.84	35	182.85	36
Cota Terreno (m)	287.49		336.33		333.17
Distancia Parcial (m)	342.38		217.84		182.85
Distancia Origen (m)	9724.62		9942.46		10125.32
Función Apoyo	AN-AM (162°)		AL-SU		AL-ANC
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-3000-24		CO-9000-21

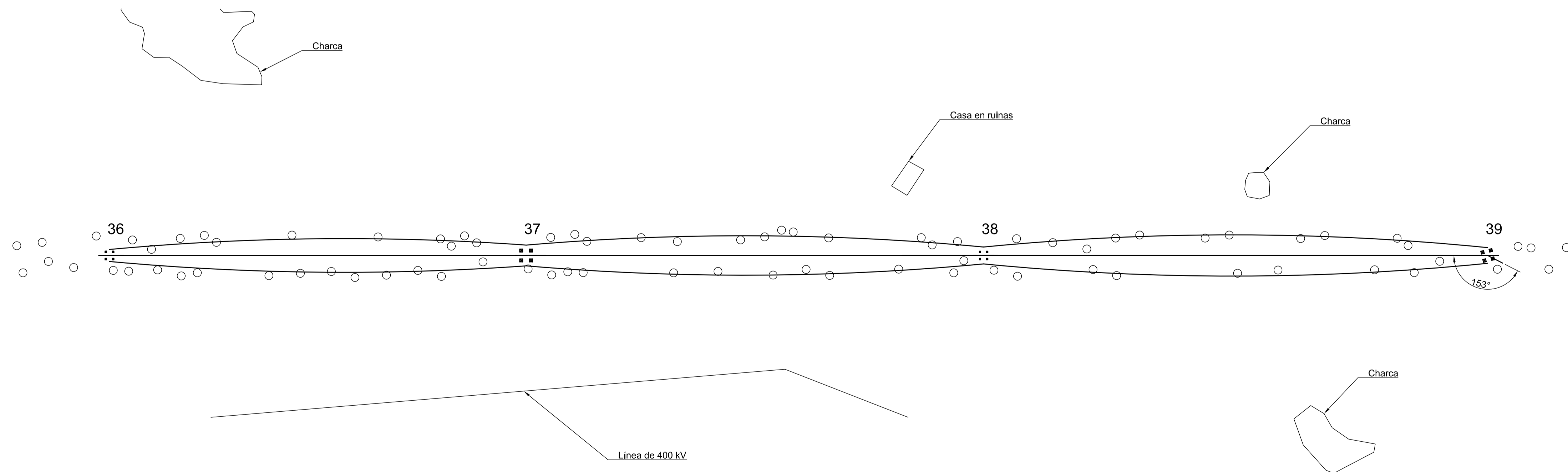


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 13		Nº 14
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

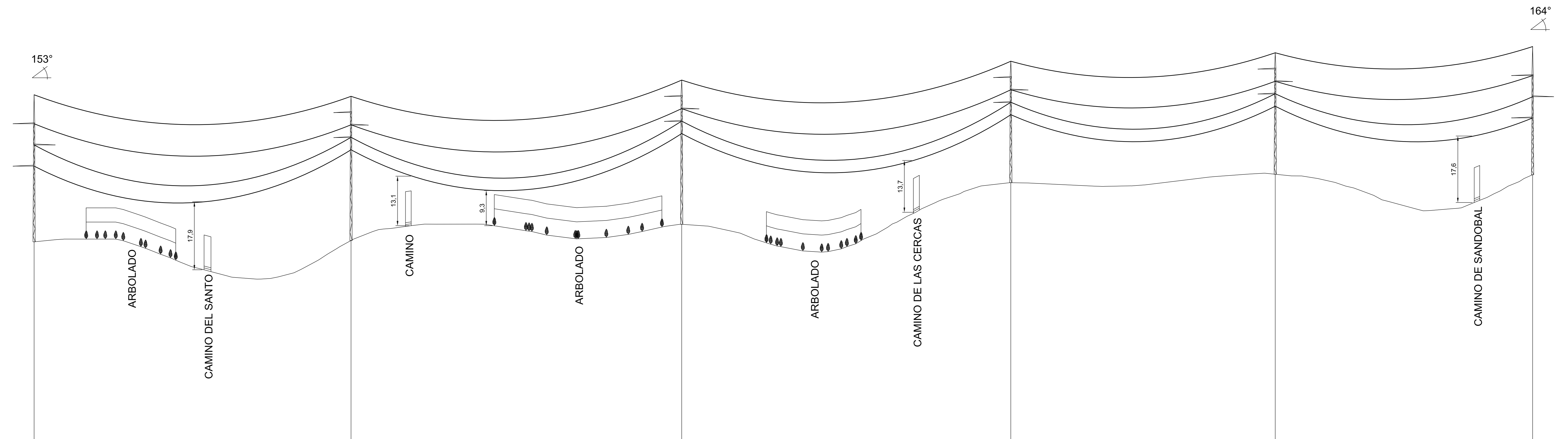


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	36	308.96	37	339.24	38	373.76	39
Cota Terreno (m)	333.17		310.53		312.70		319.28
Distancia Parcial (m)	182.85		308.96		339.24		373.76
Distancia Origen (m)	10125.32		10434.28		10773.52		11147.28
Función Apoyo	AL-ANC		AL-SU		AL-SU		AN-AM (153°)
Serie Apoyo	CO-9000-21		GCO-40000-25		CO-5000-24		GCO-40000-20

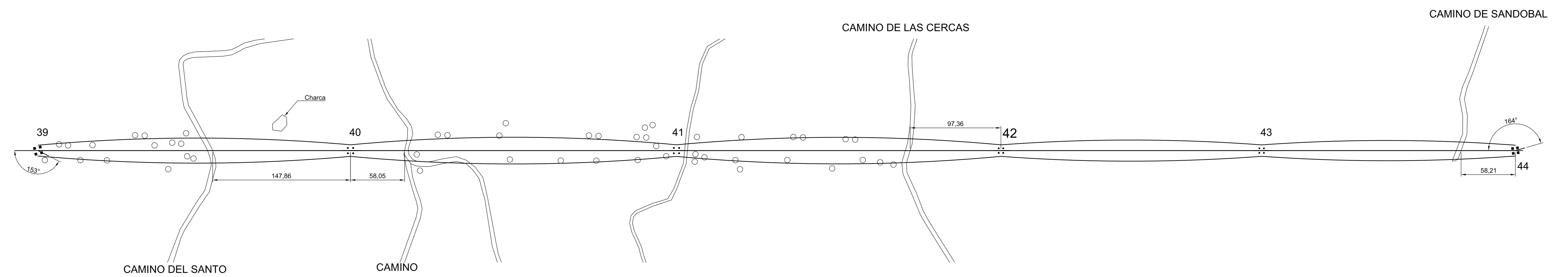


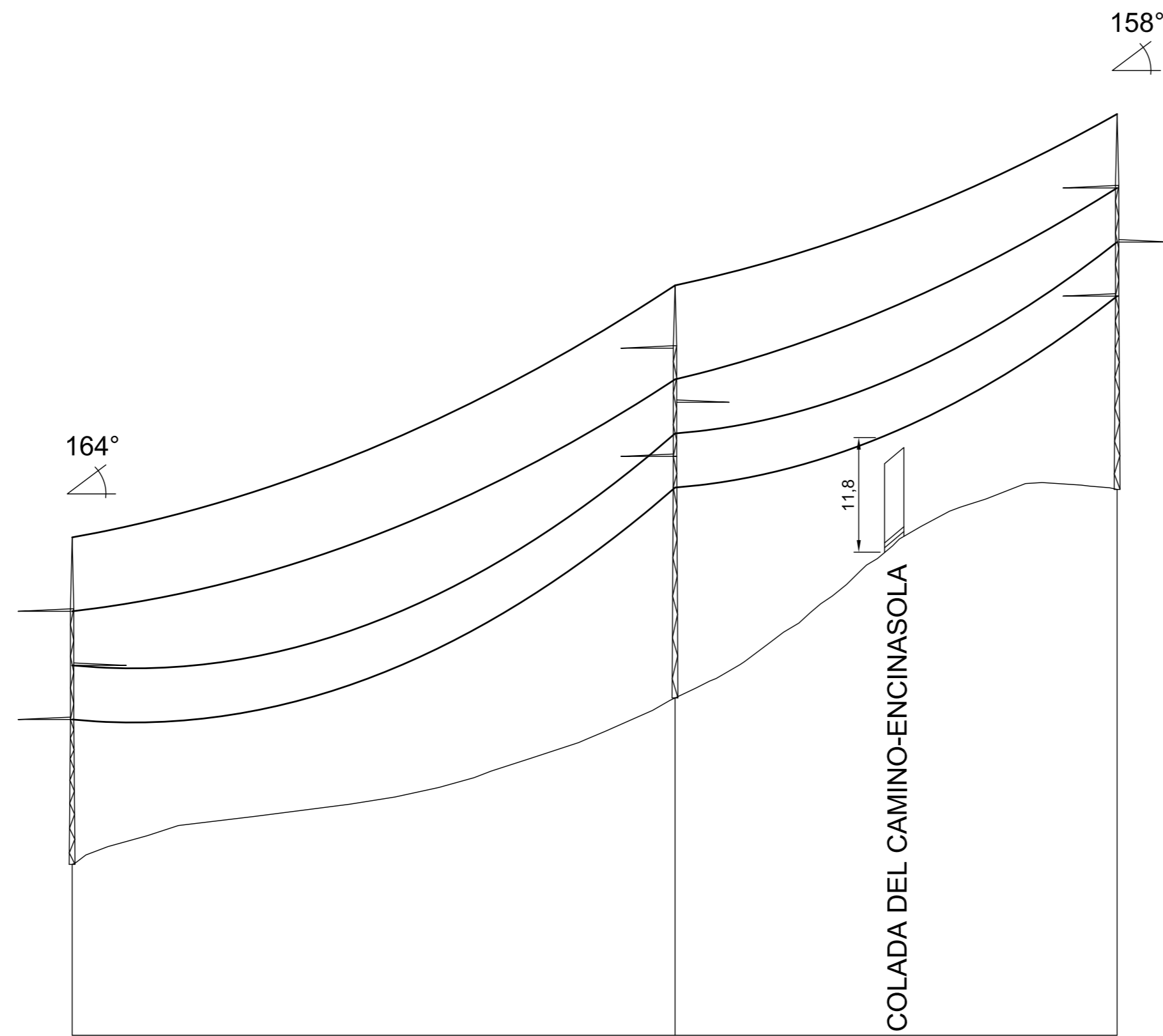
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 15
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 14			Sustituye a:
			Sustituido por:



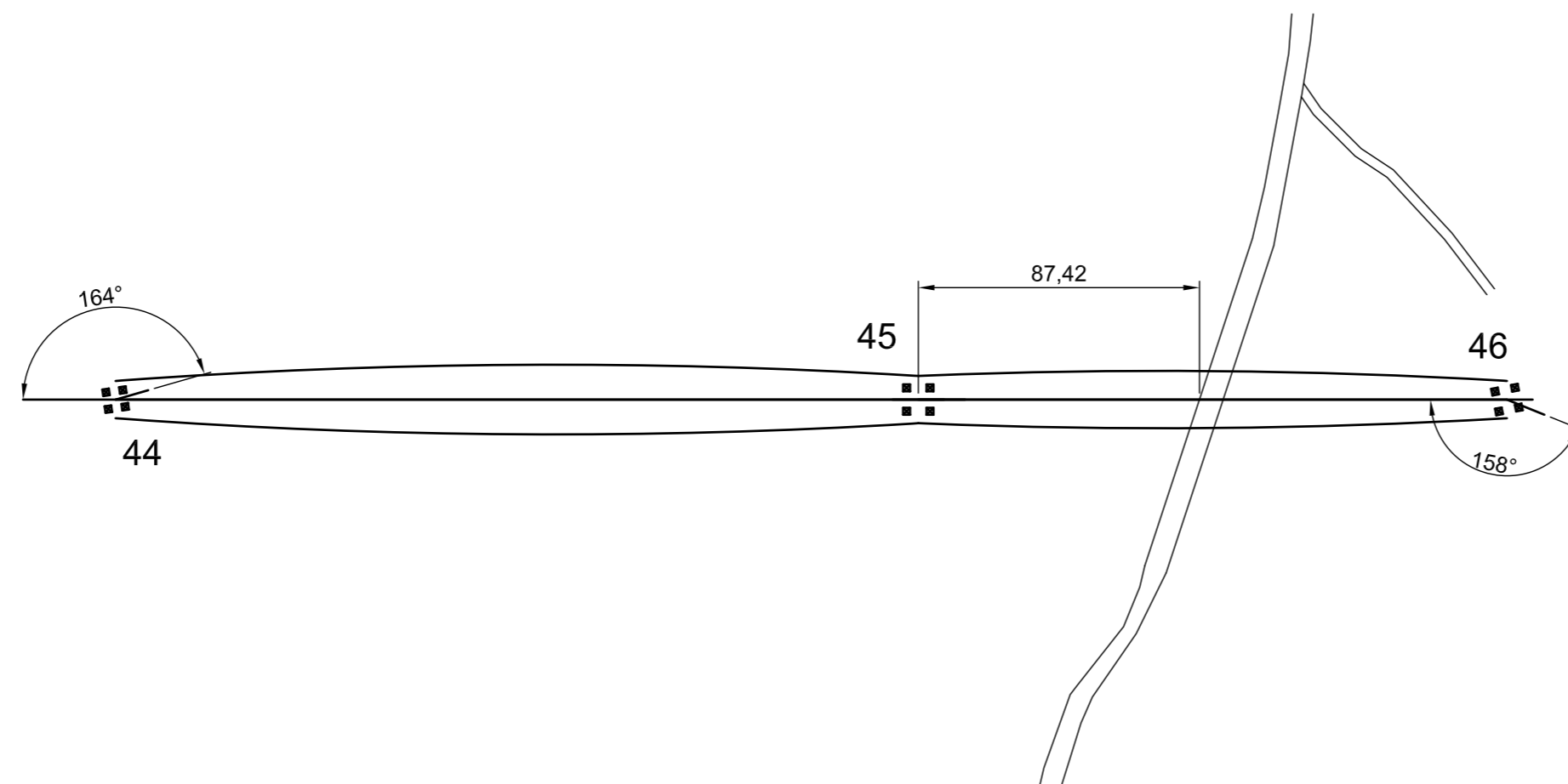
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	39	335.10	40	349.62	41	348.00	42	279.60	43	272.12	44
Cota Terreno (m)	319.28		319.63		323.91		334.90		337.14		337.02
Distancia Parcial (m)	373.76		335.10		349.62		348.00		279.60		272.12
Distancia Origen (m)	11147.28		11482.38		11832.00		12180.00		12459.60		12731.72
Función Apoyo	AN-AM (153°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (164°)
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-5000-27		CO-5000-27		CO-5000-21		CO-3000-21		GCO-40000-15





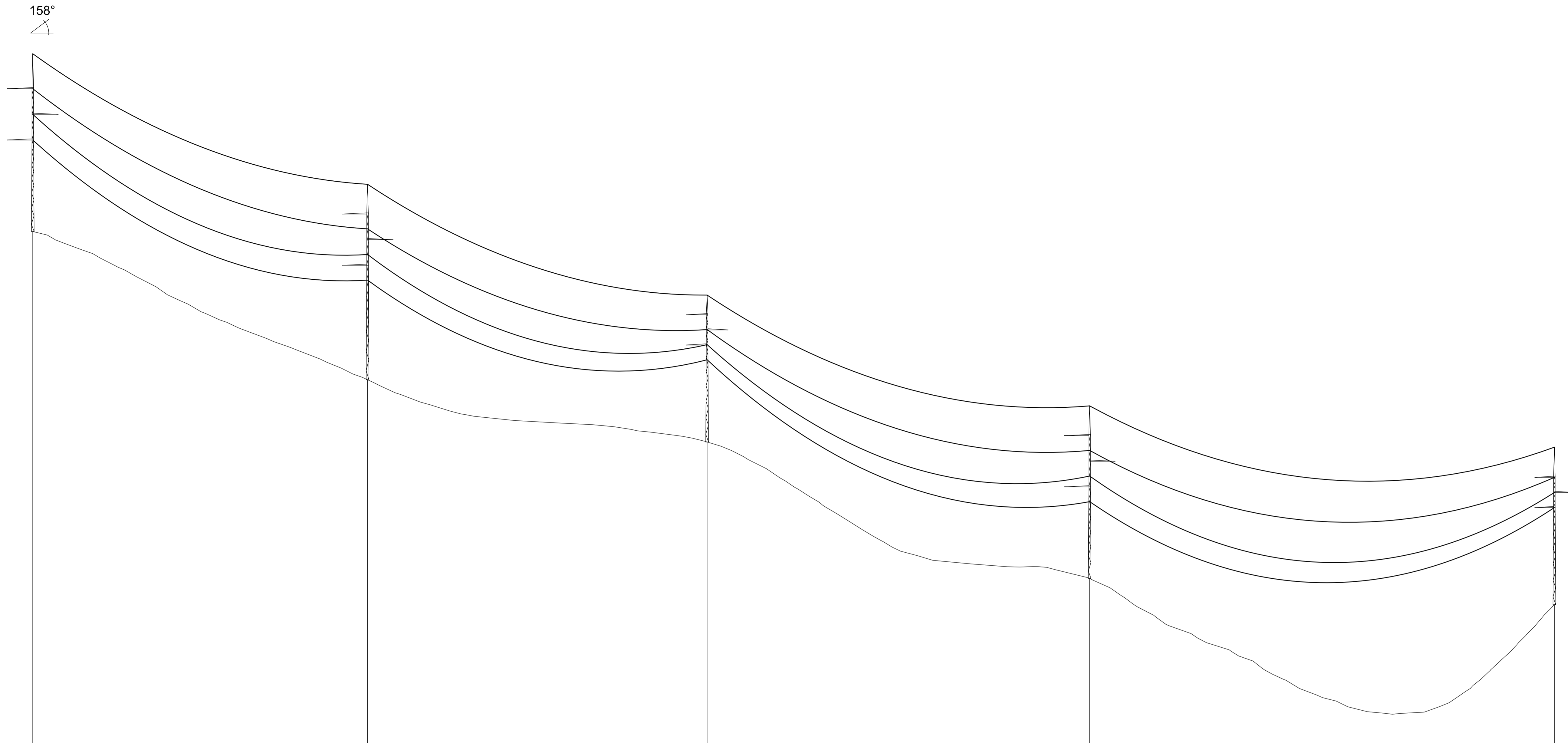
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	44	249.56	45	183.00	46
Cota Terreno (m)	337.02		354.25		375.84
Distancia Parcial (m)	272.12		249.56		183.00
Distancia Origen (m)	12731.72		12981.28		13164.28
Función Apoyo	AN-AM (164°)		AL-SU		AN-AM (158°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		GCO-40000-25		GCO-40000-20

COLADA DEL CAMINO-ENCINASOLA

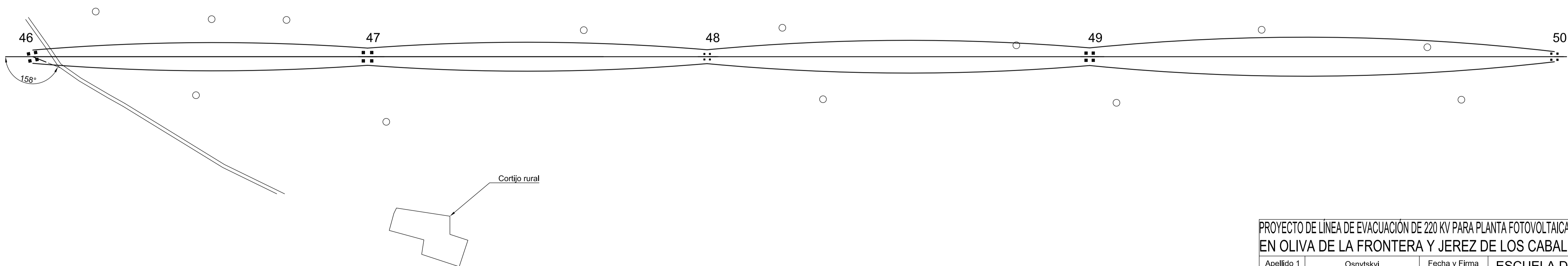


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 16		Nº 17
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

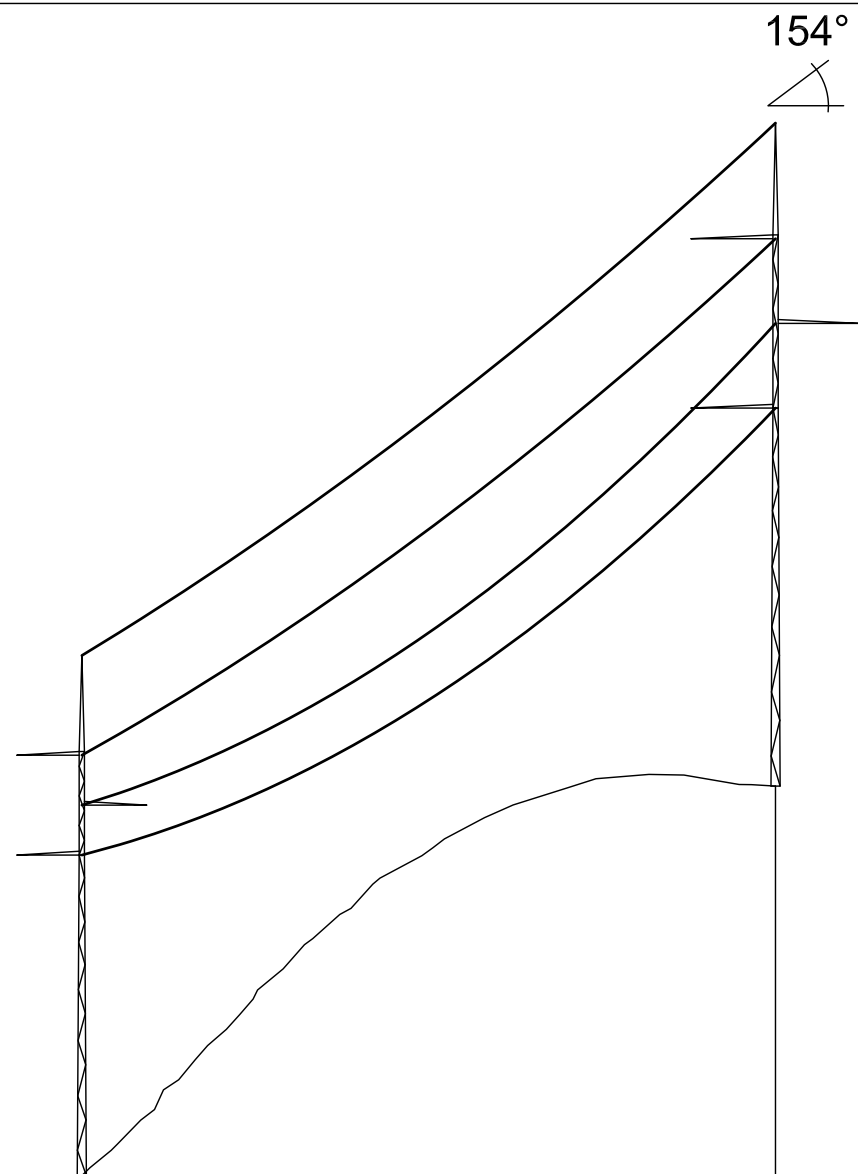


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	46	292.64	47	296.88	48	334.38	49	406.25	50
Cota Terreno (m)	375.84		343.46		329.85		300.04		294.32
Distancia Parcial (m)	183.00		292.64		296.88		334.38		406.25
Distancia Origen (m)	13164.28		13456.92		13753.80		14088.17		14494.42
Función Apoyo	AN-AM (158°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-20		GCO-40000-25		CO-5000-21		GCO-40000-20		CO-9000-21

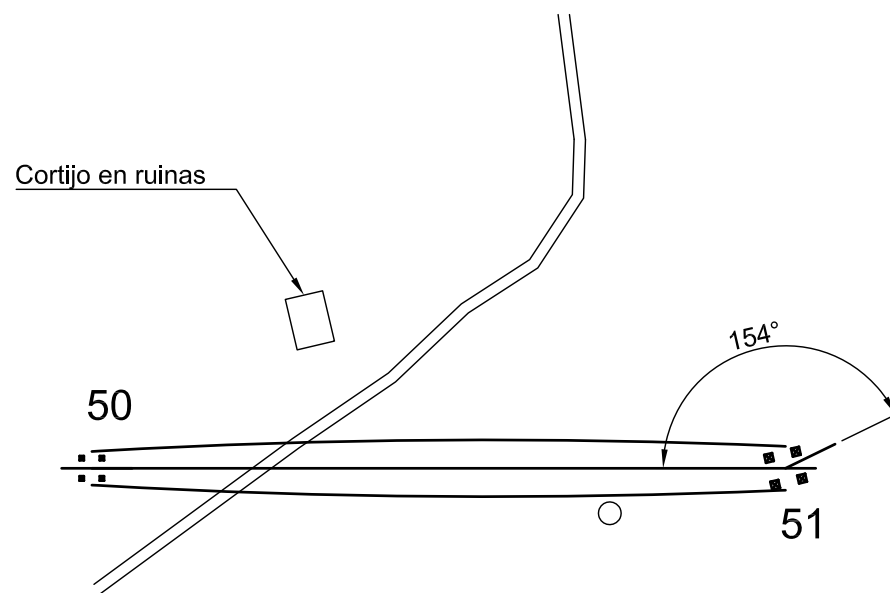


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ	
Apellido 2		01/2015		
Nombre	Roman			
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 17			
H 1:2000				Nº 18
V 1:500				Sustituye a:
		Sustituido por:		

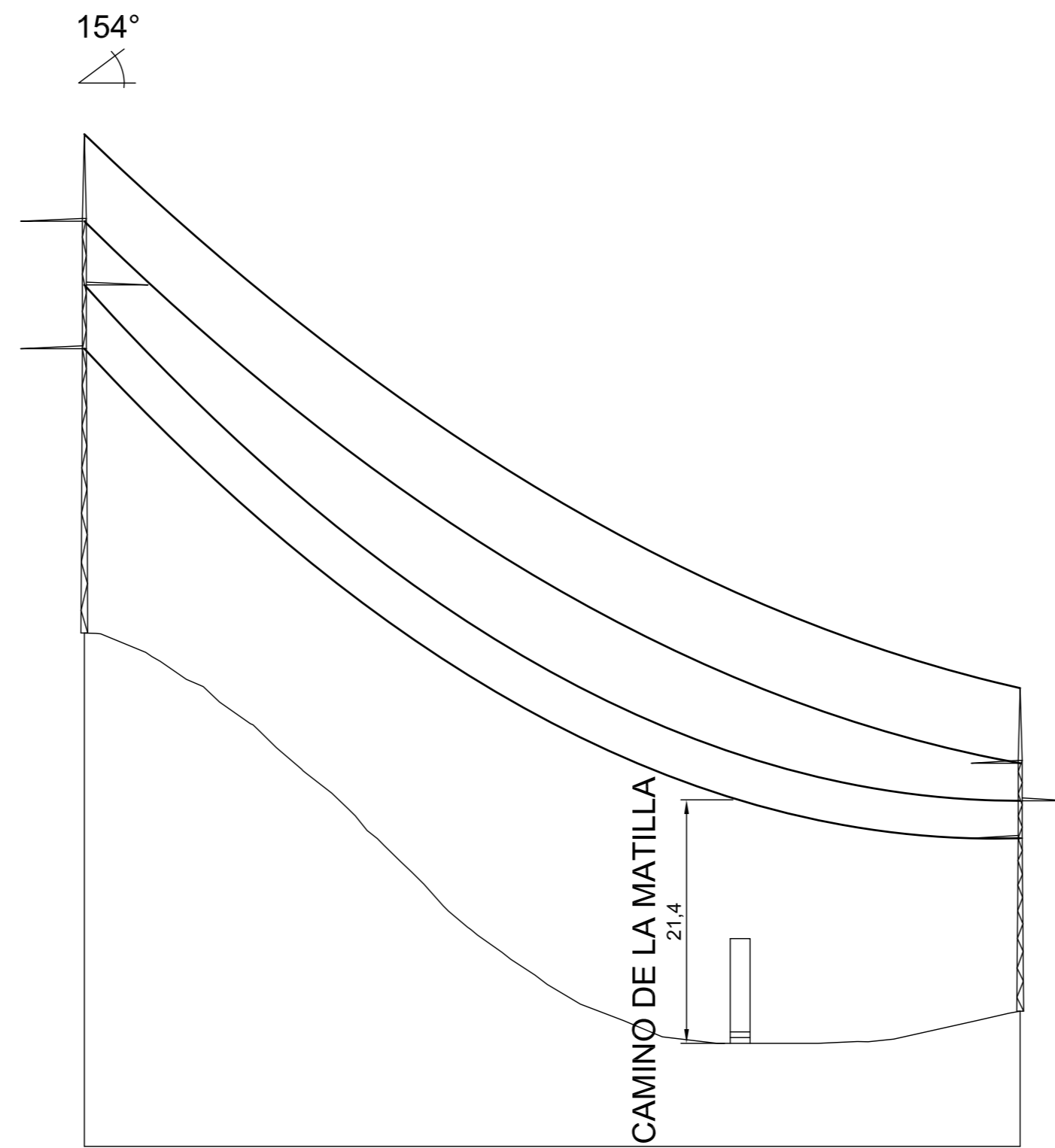


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	50	183.55	51
Cota Terreno (m)	294.32		320.08
Distancia Parcial (m)	406.25		183.55
Distancia Origen (m)	14494.42		14677.97
Función Apoyo	AL-AM		AN-ANC (154°)
Serie Apoyo	CO-9000-21		GCO-40000-25



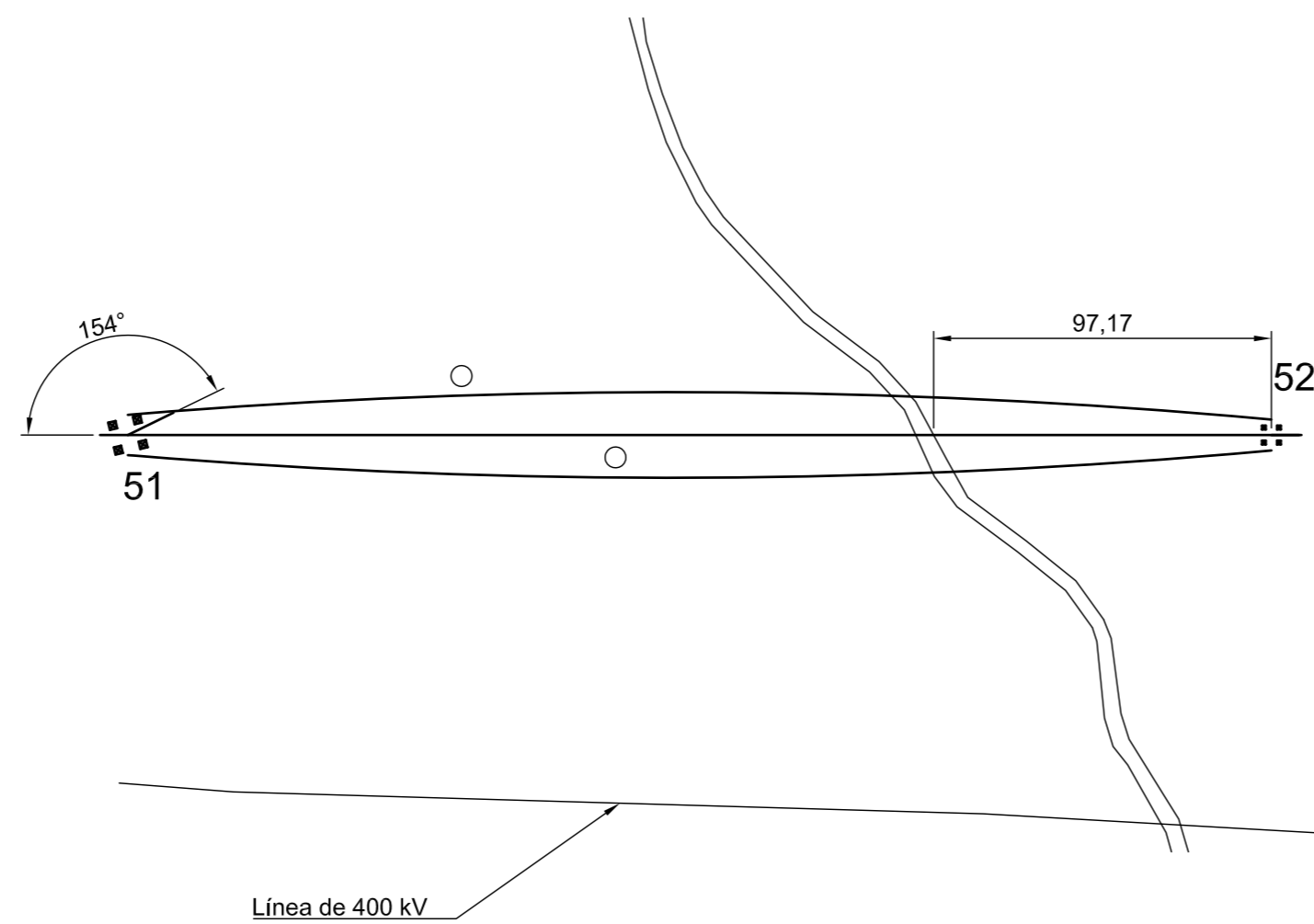
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 19
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 18			Sustituye a:
			Sustituido por:



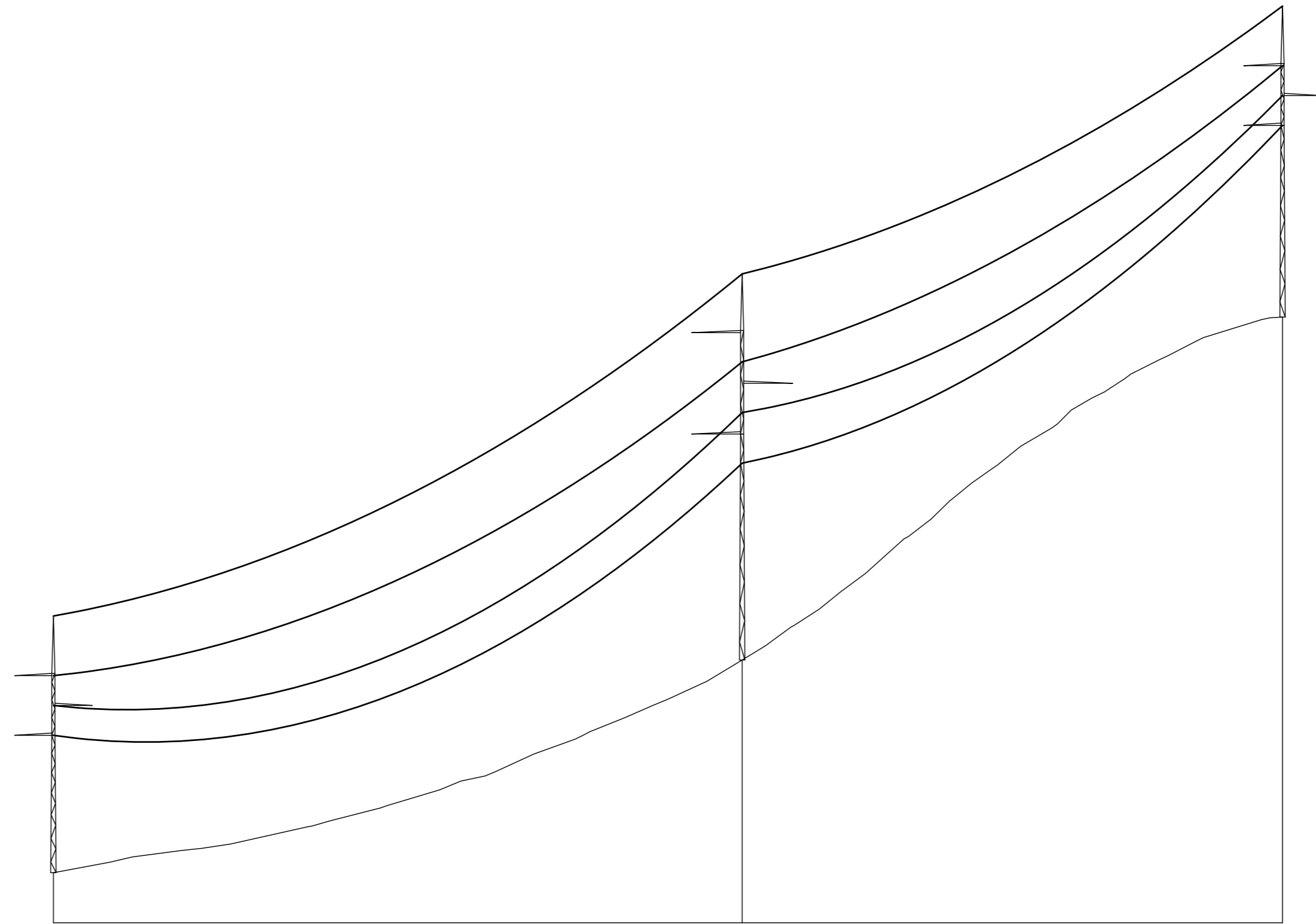
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	51	328.95	52
Cota Terreno (m)	320.08		286.83
Distancia Parcial (m)	183.55		328.95
Distancia Origen (m)	14677.97		15006.92
Función Apoyo	AN-ANC (154°)		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-25		CO-9000-15

CAMINO DE LA MATILLA



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 20
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 19			Sustituye a:
			Sustituido por:



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	52	304.69	53	239.06	54
Cota Terreno (m)	286.83		310.36		348.29
Distancia Parcial (m)	328.95		304.69		239.06
Distancia Origen (m)	15006.92		15311.61		15550.67
Función Apoyo	AL-AM		AL-SU		AL-ANC
Serie Apoyo	CO-9000-15		GCO-40000-25		CO-9000-21

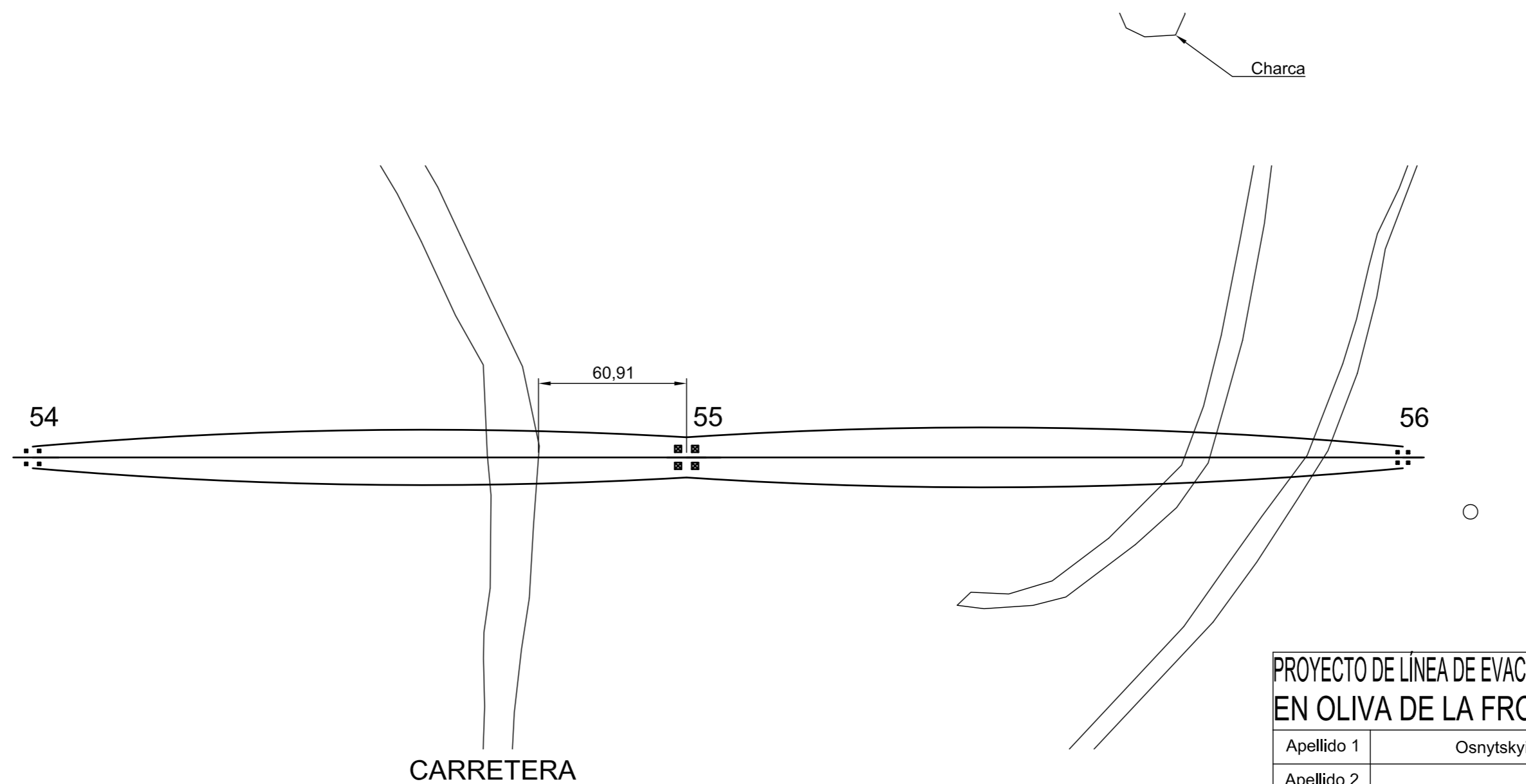


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 21
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 20			Sustituye a:
			Sustituido por:

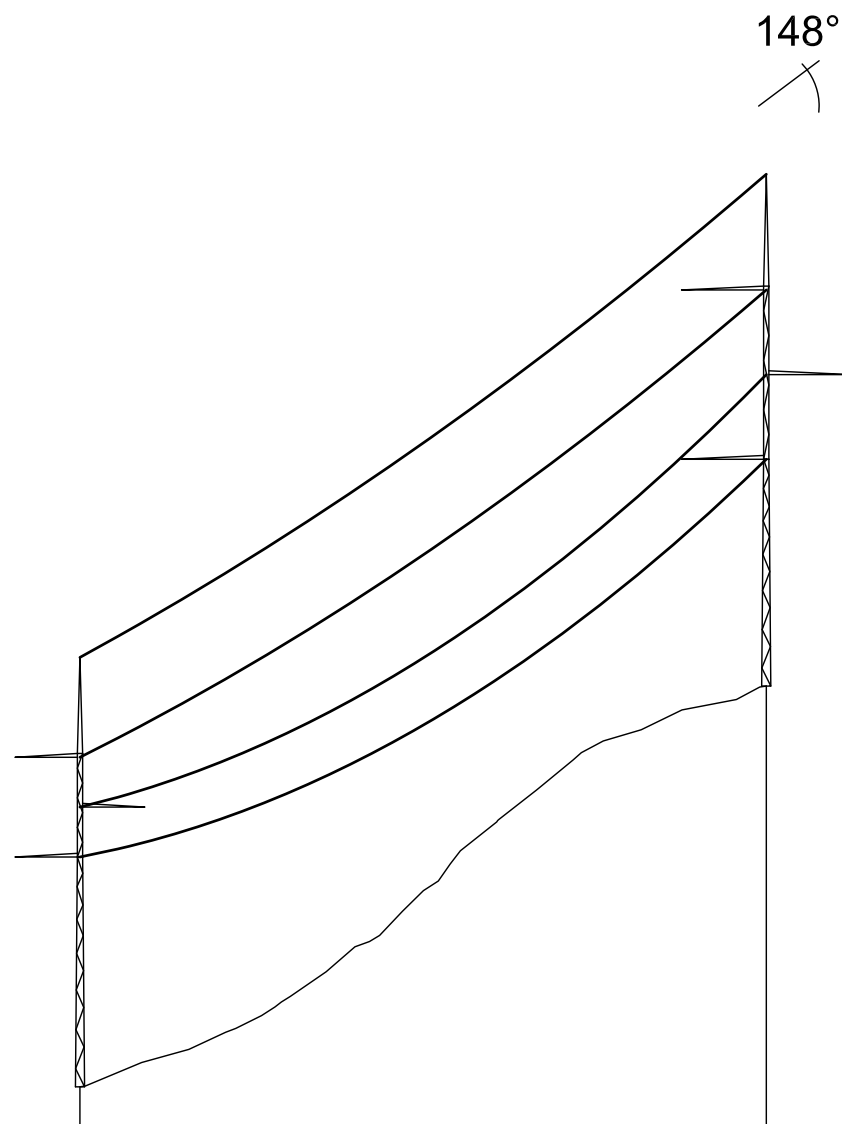


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	54	268.85	55	294.51	56
Cota Terreno (m)	348.29		317.99		316.39
Distancia Parcial (m)	239.06		268.85		294.51
Distancia Origen (m)	15550.67		15819.52		16114.04
Función Apoyo	AL-ANC		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	CO-9000-21		IC-55000-25		CO-9000-15

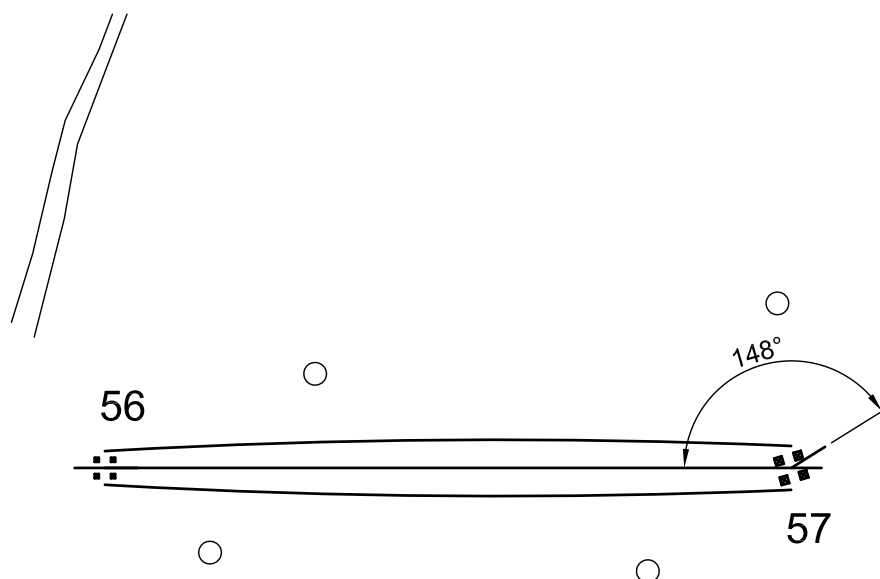


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 22
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 21			Sustituye a:
			Sustituido por:

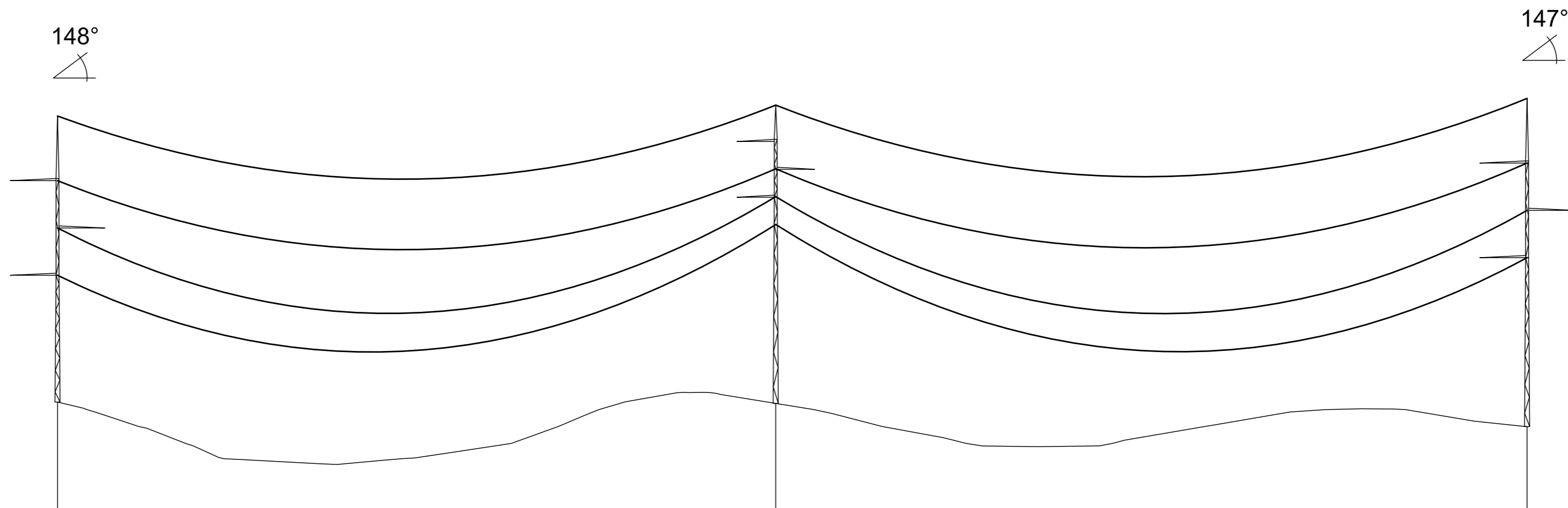


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	56	181.58	57
Cota Terreno (m)	316.39		342.89
Distancia Parcial (m)	294.51		181.58
Distancia Origen (m)	16114.04		16295.62
Función Apoyo	AL-AM		AN-AM (148°)
Serie Apoyo	CO-9000-15		GCO-40000-15

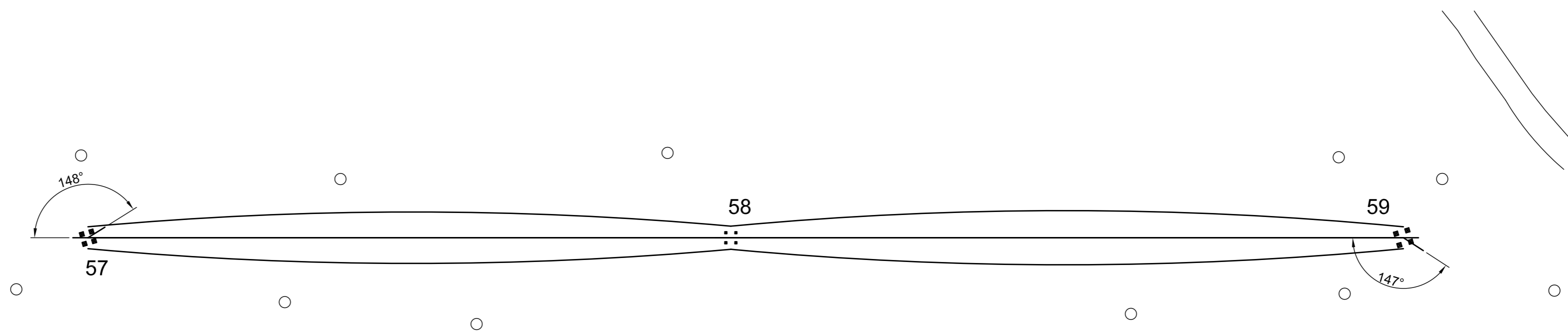


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 22		Nº 23
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

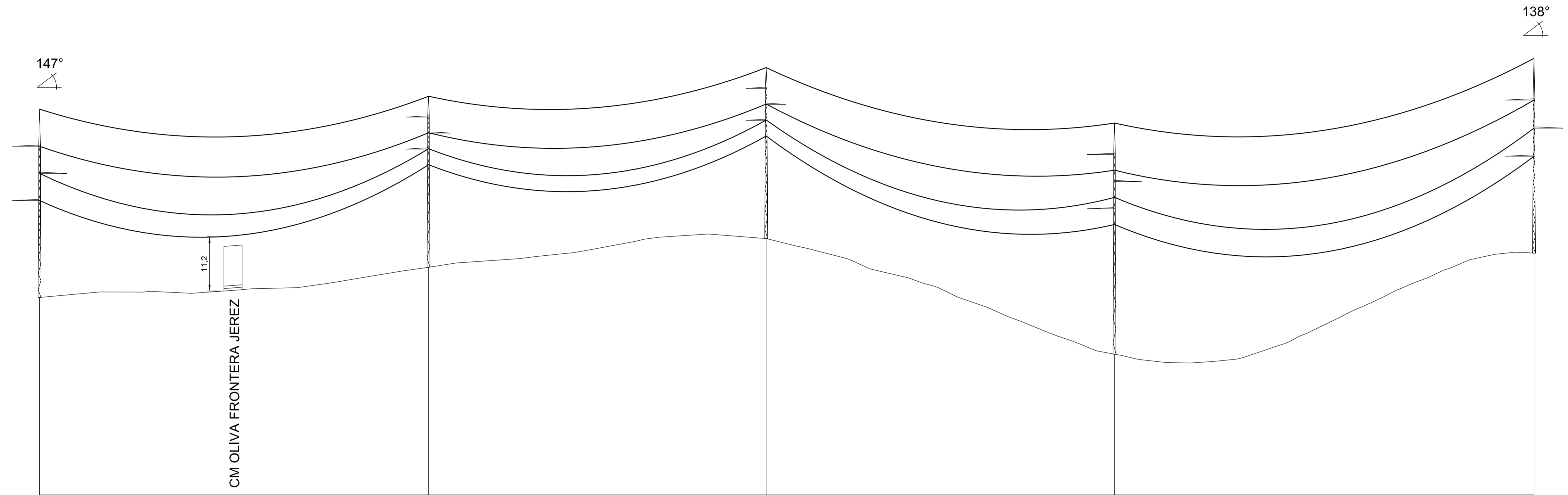


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	57	340.19	58	355.91	59
Cota Terreno (m)	342.89		342.73		339.98
Distancia Parcial (m)	181.58		340.19		355.91
Distancia Origen (m)	16295.62		16635.81		16991.72
Función Apoyo	AN-AM (148°)		AL-SU		AN-AM (147°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-5000-24		GCO-40000-20

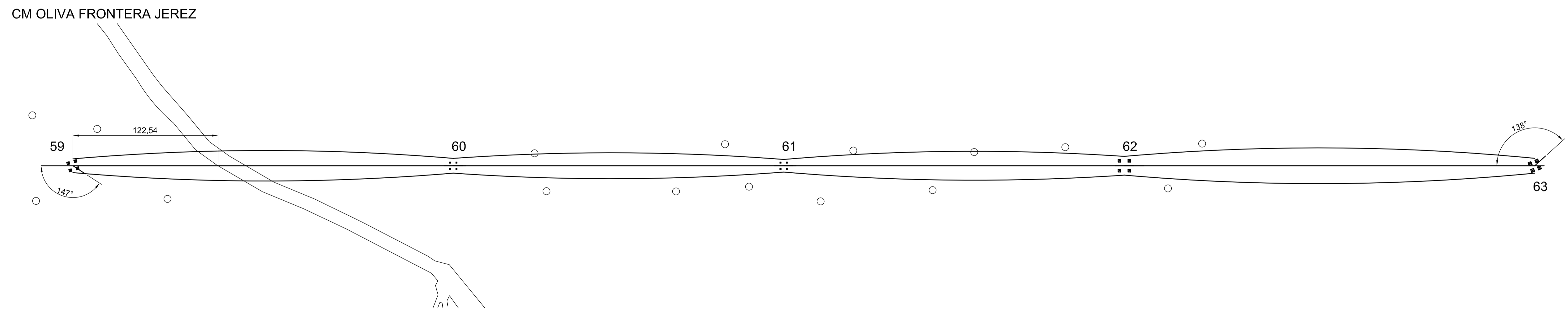


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 23		Nº 24
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

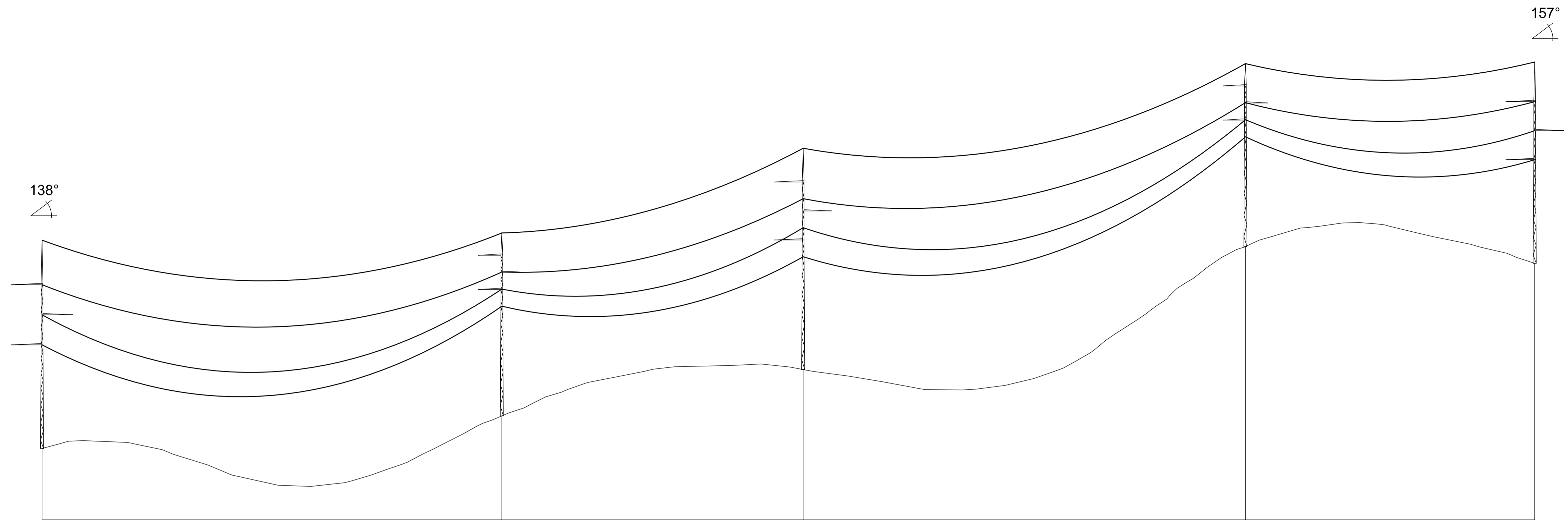


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	59	321.29	60	278.95	61	287.72	62	346.54	63
Cota Terreno (m)	339.98		346.21		352.13		328.28		349.13
Distancia Parcial (m)	355.91		321.29		278.95		287.72		346.54
Distancia Origen (m)	16991.72		17313.01		17591.96		17879.67		18226.21
Función Apoyo	AN-AM (147°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN -AM (138°)
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-3000-24		CO-3000-24		GCO-40000-30		IC-55000-20

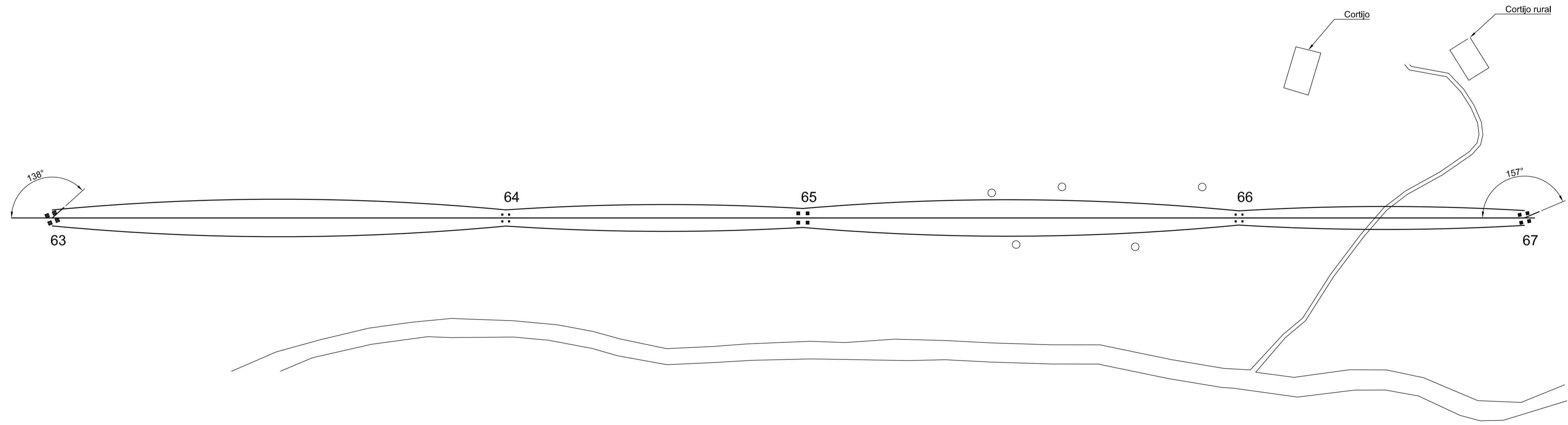


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

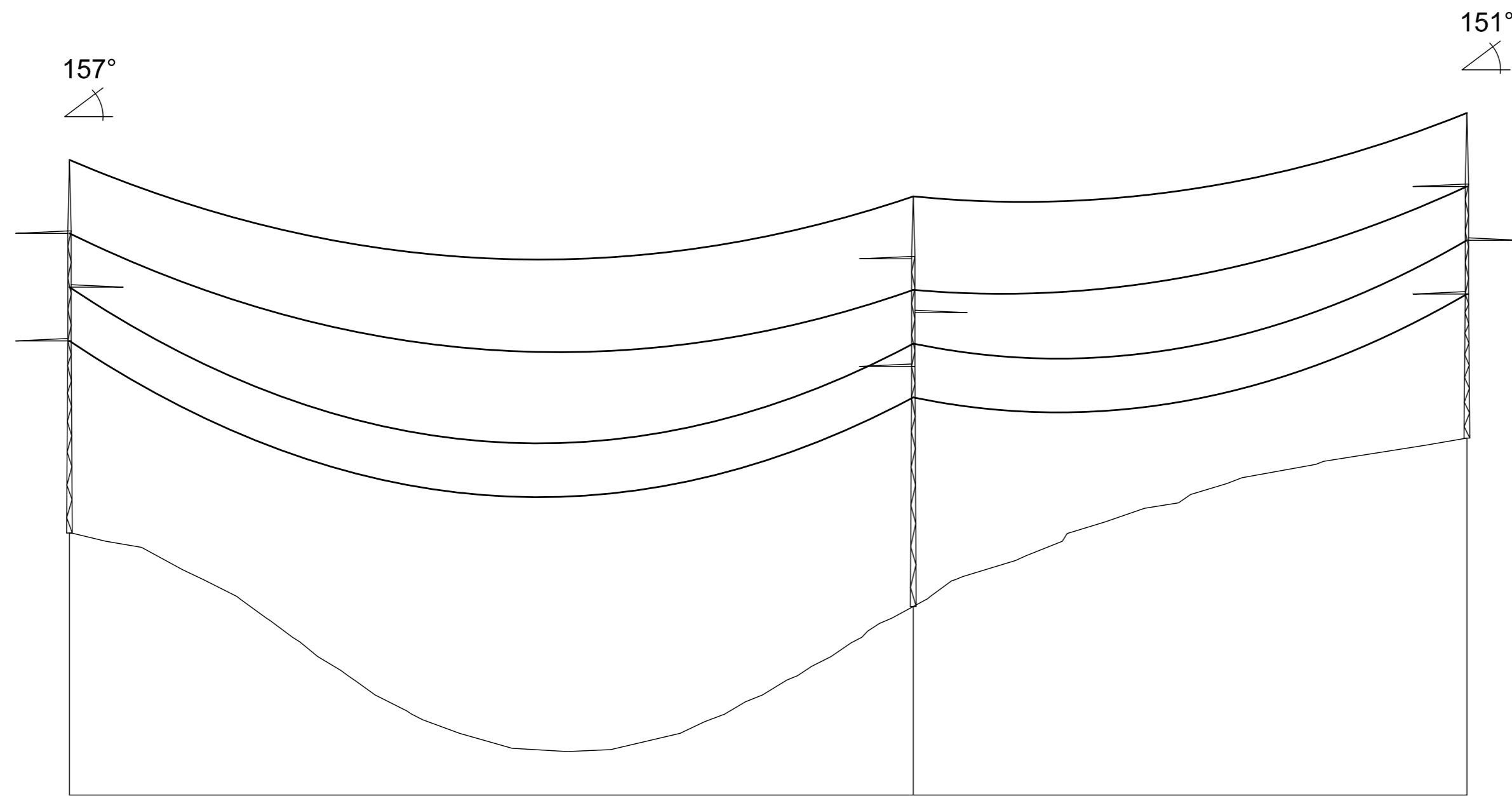
Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 25
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 24			Sustituye a:
			Sustituido por:



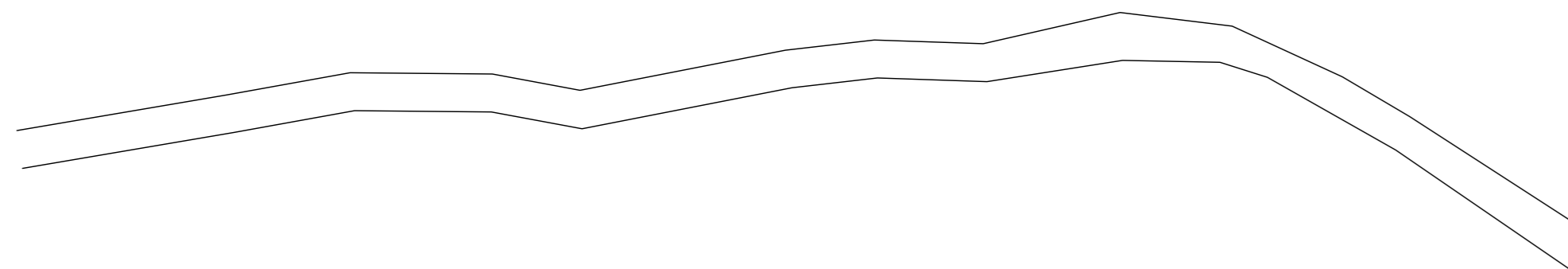
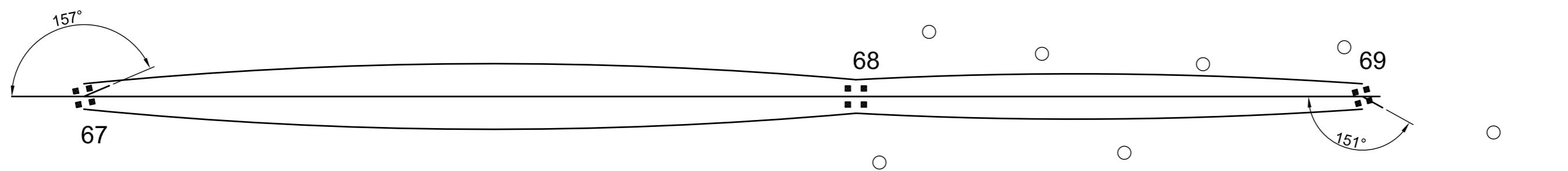
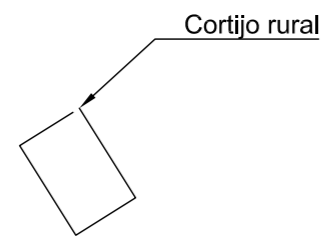
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	63	355.22	64	232.82	65	341.67	66	223.52	67
Cota Terreno (m)	349.13		355.41		364.36		388.09		384.86
Distancia Parcial (m)	346.54		355.22		232.82		341.67		223.52
Distancia Origen (m)	18226.21		18581.43		18814.25		19155.92		19379.44
Función Apoyo	AN -AM (138°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-ANC (157°)
Serie Apoyo	IC-55000-20		CO-3000-24		GCO-40000-25		CO-3000-24		GCO-40000-20



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ			
Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 26
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 25			Sustituye a:
			Sustituido por:

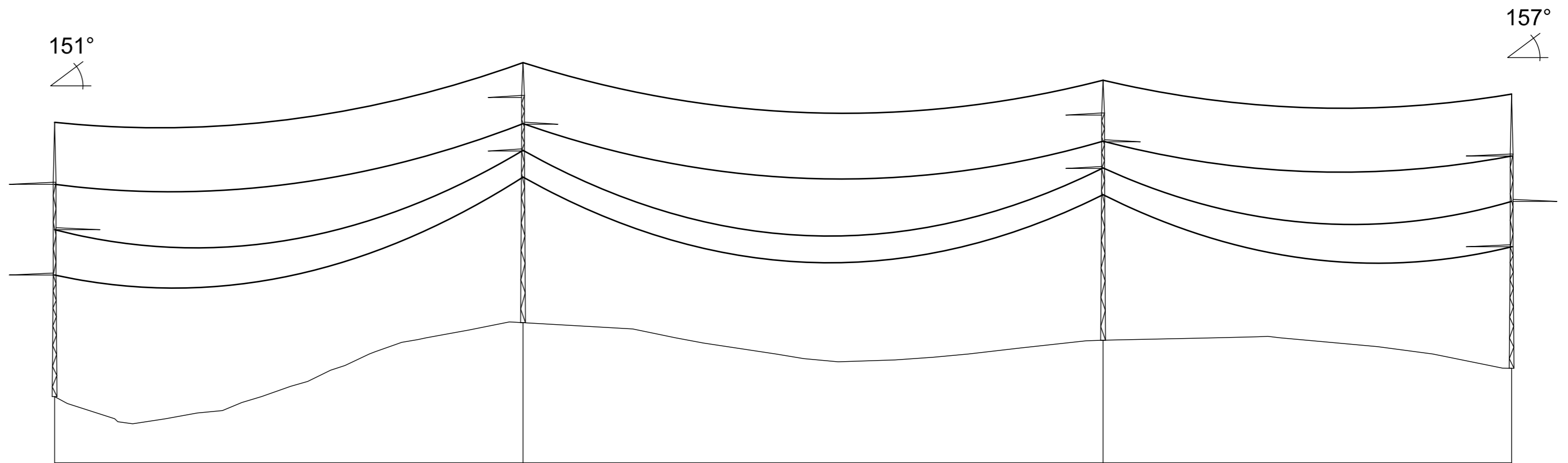


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	67	351.48	68	230.60	69
Cota Terreno (m)	384.86		377.20		394.74
Distancia Parcial (m)	223.52		351.48		230.60
Distancia Origen (m)	19379.44		19730.92		19961.52
Función Apoyo	AN-ANC (157°)		AL-SU		AN-AM (151°)
Serie Apoyo	GCO-40000-20		GCO-40000-25		GCO-40000-15

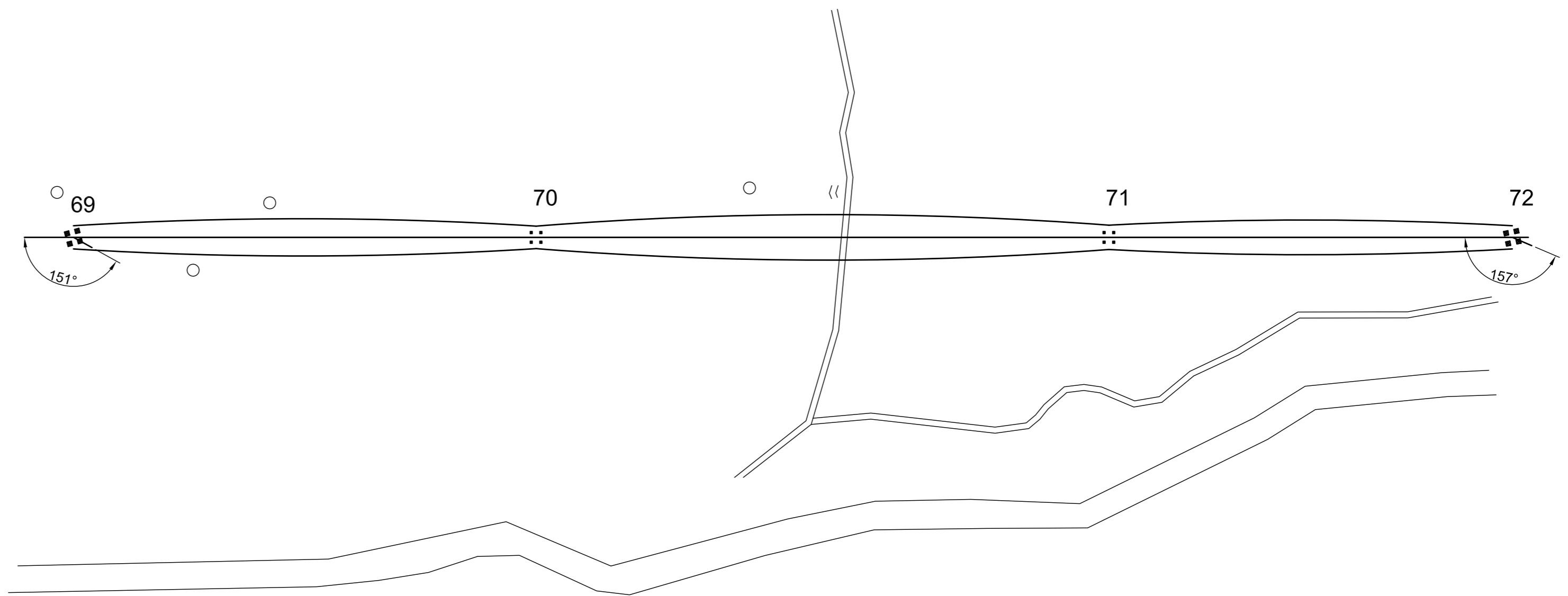


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 27
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 26			Sustituye a:
			Sustituido por:

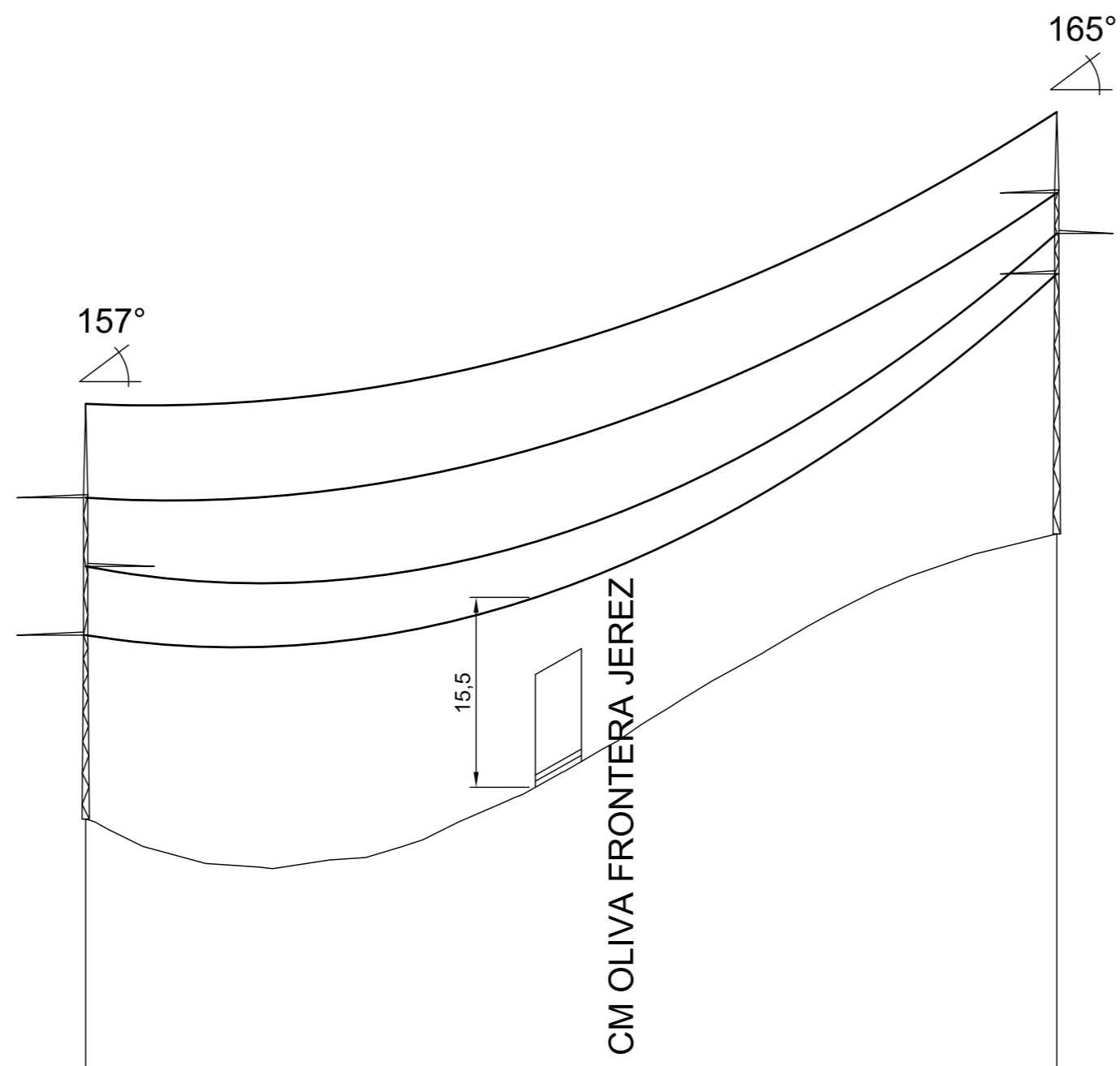


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	69	231.13	70	286.21	71	201.59	72
Cota Terreno (m)	394.74		403.86		401.69		398.23
Distancia Parcial (m)	230.60		231.13		286.21		201.59
Distancia Origen (m)	19961.52		20192.65		20478.86		20680.45
Función Apoyo	AN-AM (151°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (157°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-3000-21		CO-3000-21		GCO-40000-15

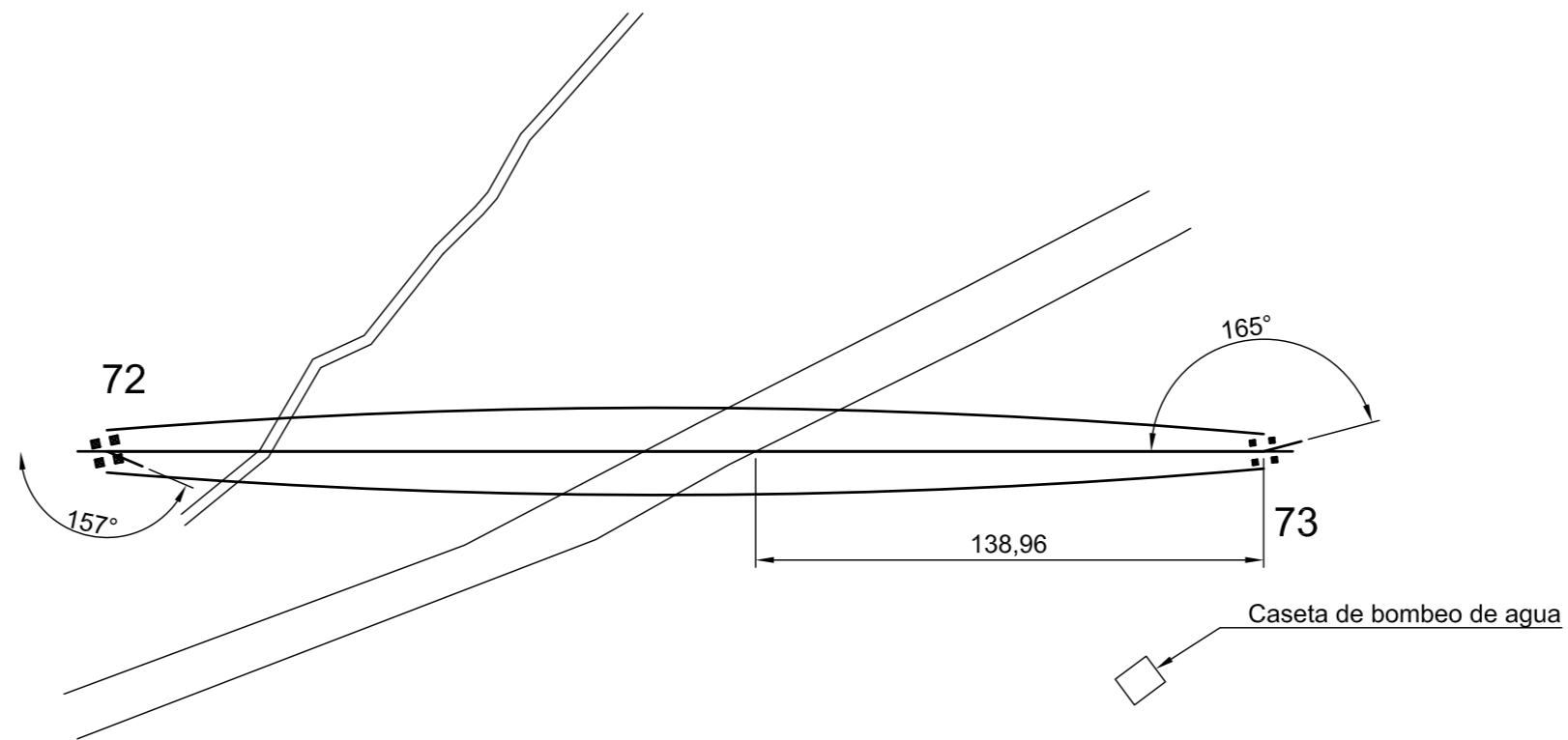


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 28
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 27			Sustituye a:
			Sustituido por:

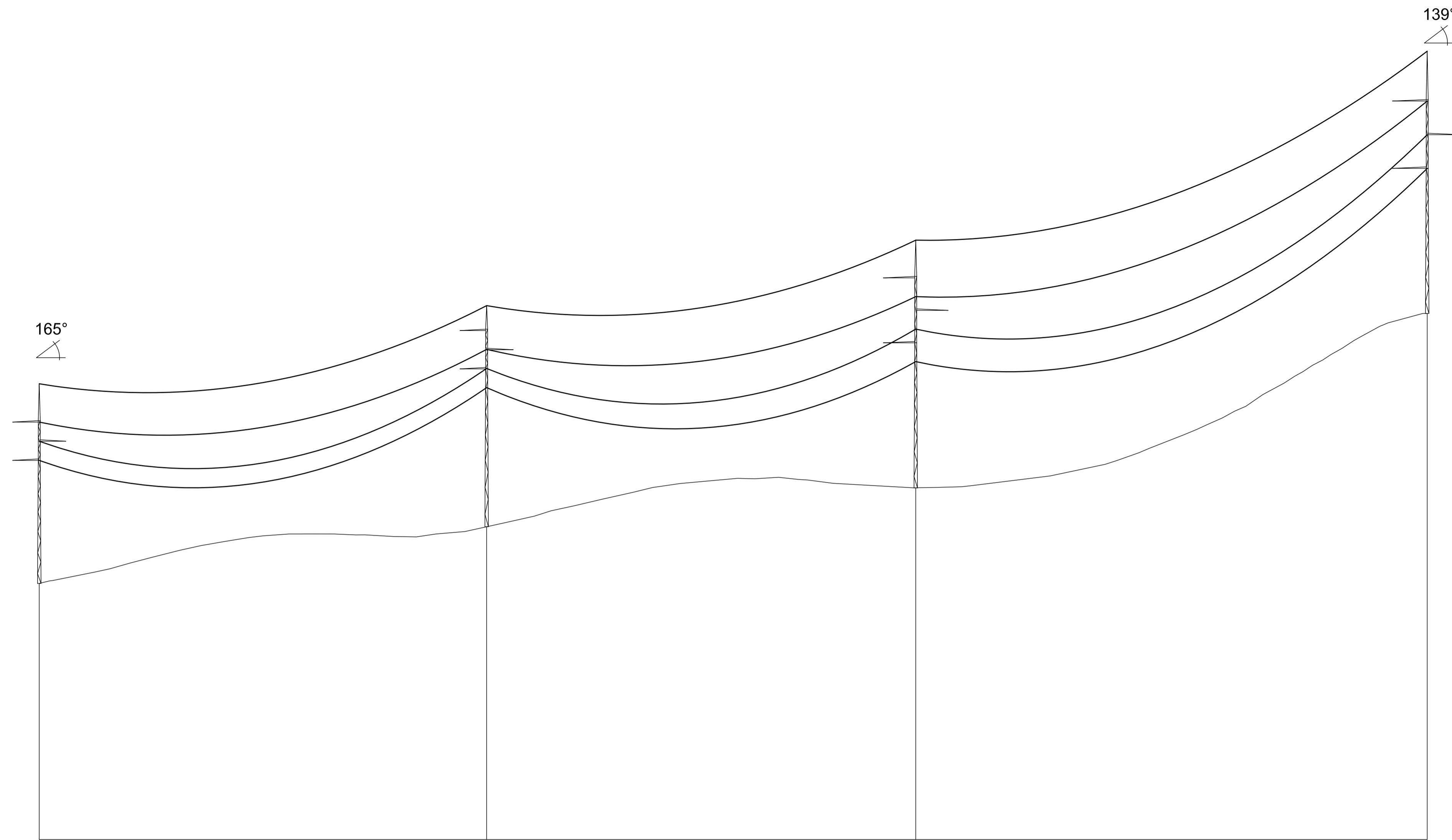


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	72	316.48	73
Cota Terreno (m)	398.23		421.48
Distancia Parcial (m)	201.59		316.48
Distancia Origen (m)	20680.45		20996.93
Función Apoyo	AN-AM (157°)		AN-AM (165°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-12000-21

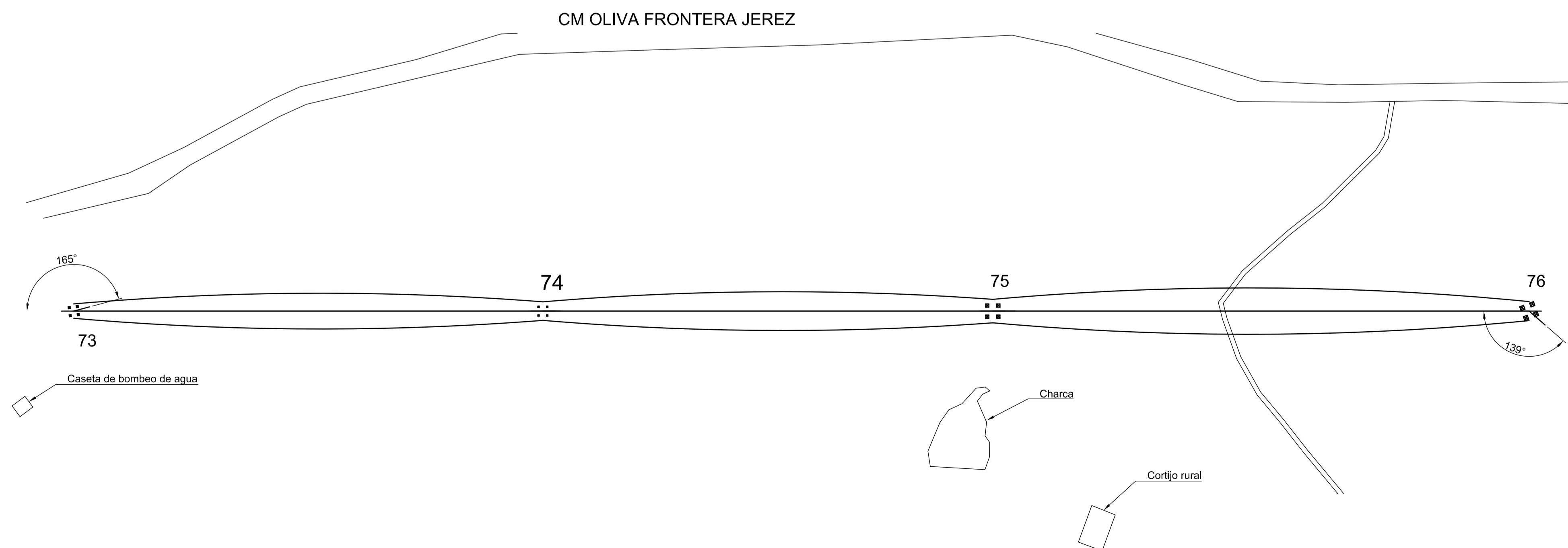


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 28		Nº 29
H 1:2000 V 1:500			Sustituye a:
			Sustituido por:

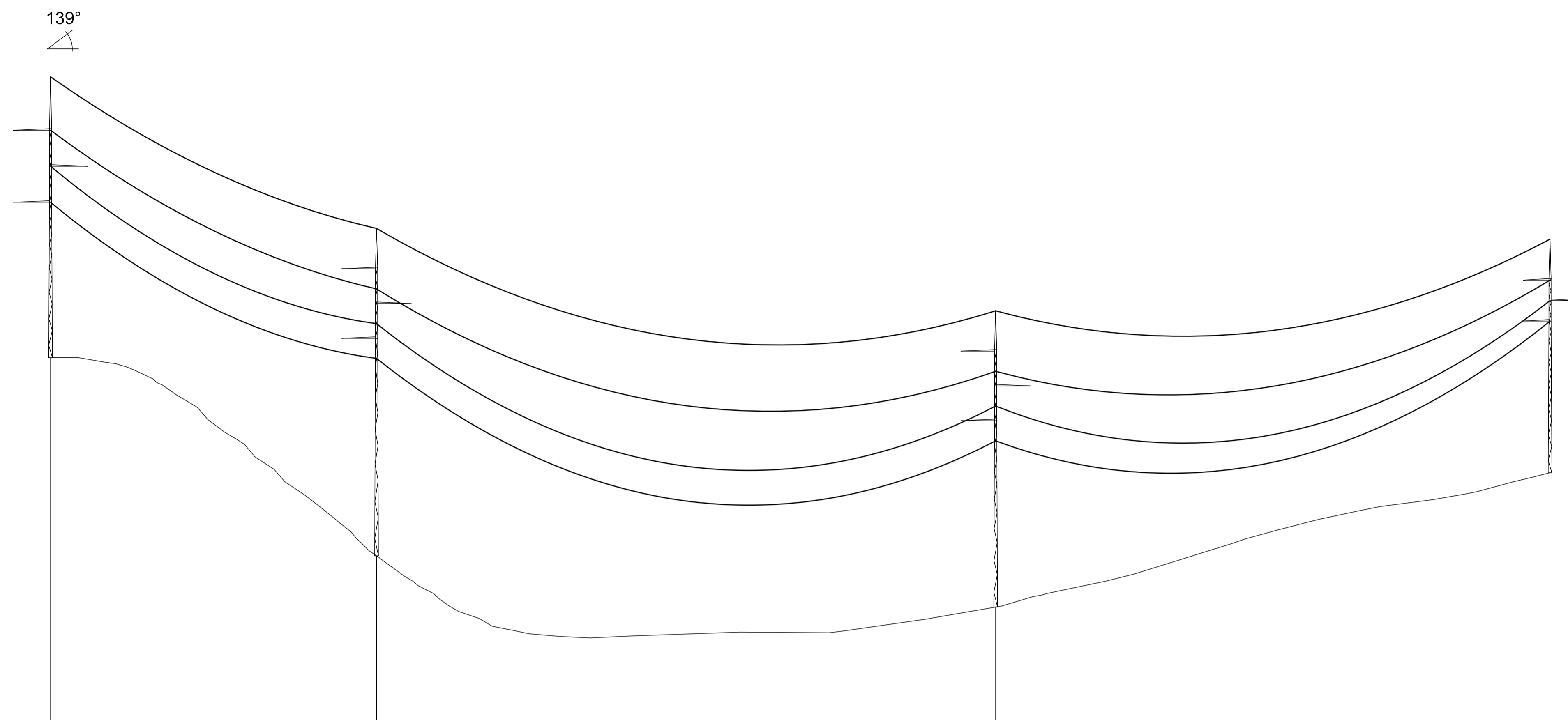


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	73	308.46	74	295.83	75	352.64	76
Cota Terreno (m)	421.48		431.24		437.93		468.00
Distancia Parcial (m)	316.48		308.46		295.83		352.64
Distancia Origen (m)	20996.93		21305.39		21601.22		21953.86
Función Apoyo	AN-AM (165°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (139°)
Serie Apoyo	CO-12000-21		CO-3000-27		GCO-40000-25		IC-55000-25

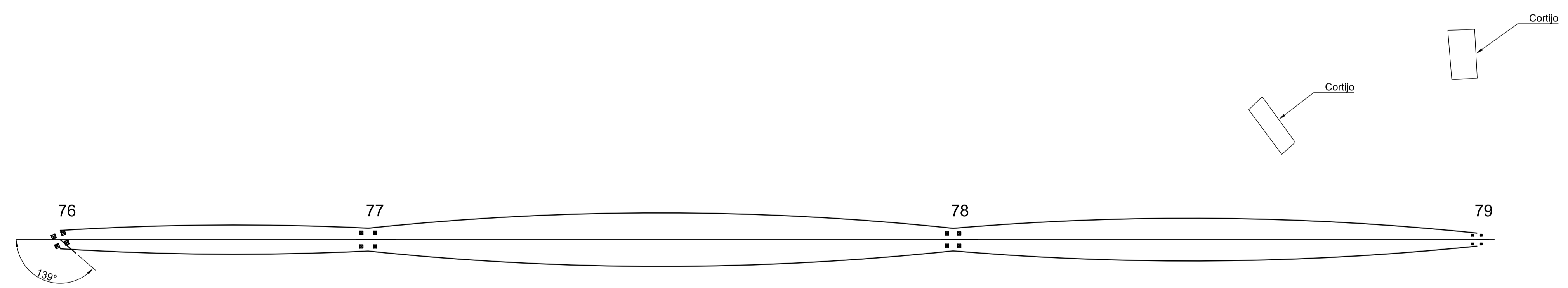


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

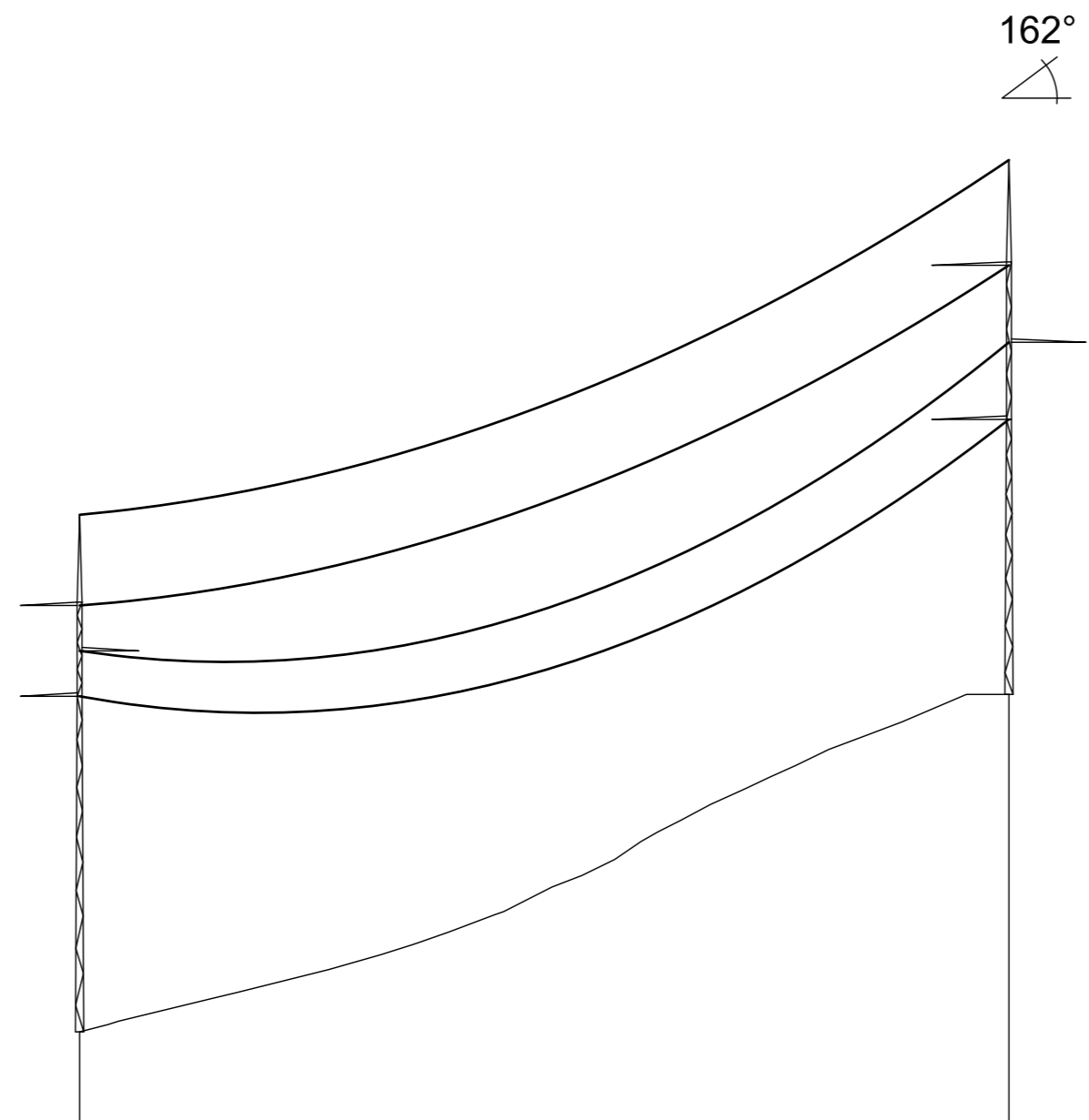
Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 30
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 29			Sustituye a:
			Sustituido por:



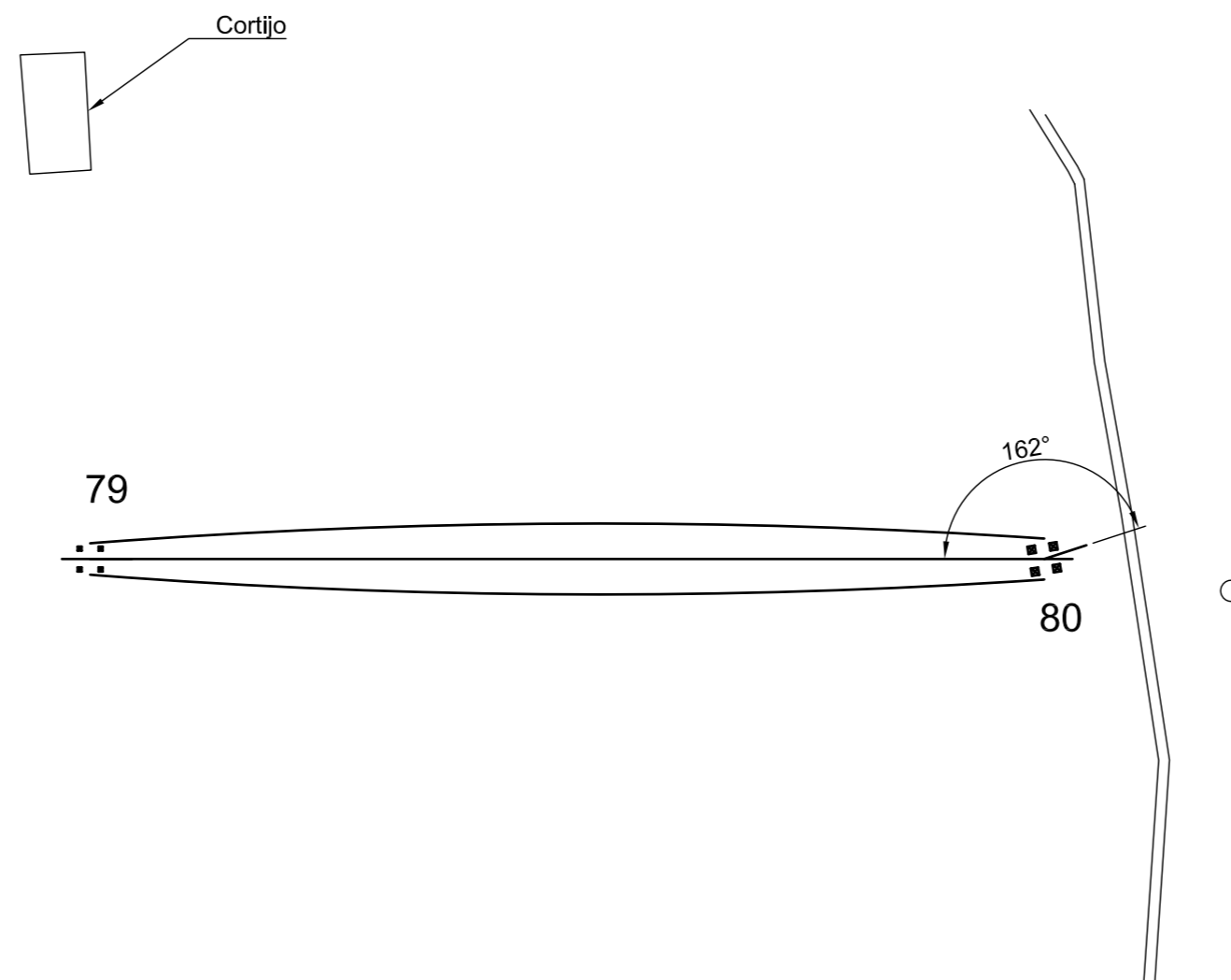
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	76	209.86	77	398.61	78	356.94	79
Cota Terreno (m)	468.00		436.09		427.83		449.47
Distancia Parcial (m)	352.64		209.86		398.61		356.94
Distancia Origen (m)	21953.86		22163.72		22562.33		22919.28
Función Apoyo	AN-AM (139°)		AL-SU		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	IC-55000-25		GCO-40000-35		GCO-40000-30		CO-9000-24



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ			
Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 30		Nº 31
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

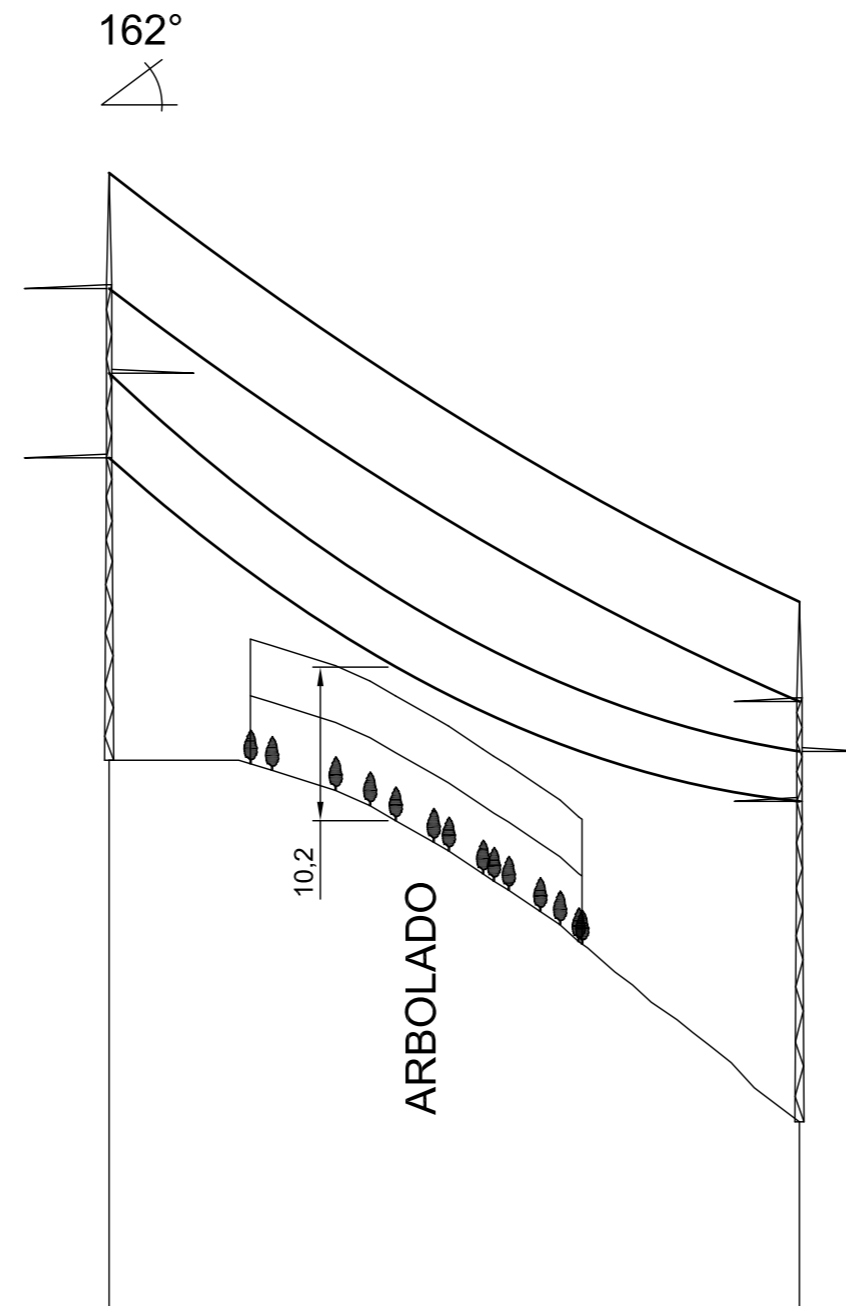


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	79	270.19	80
Cota Terreno (m)	449.47		474.00
Distancia Parcial (m)	356.94		270.19
Distancia Origen (m)	22919.28		23189.47
Función Apoyo	AL-AM		AN-ANC (162°)
Serie Apoyo	CO-9000-24		GCO-40000-20

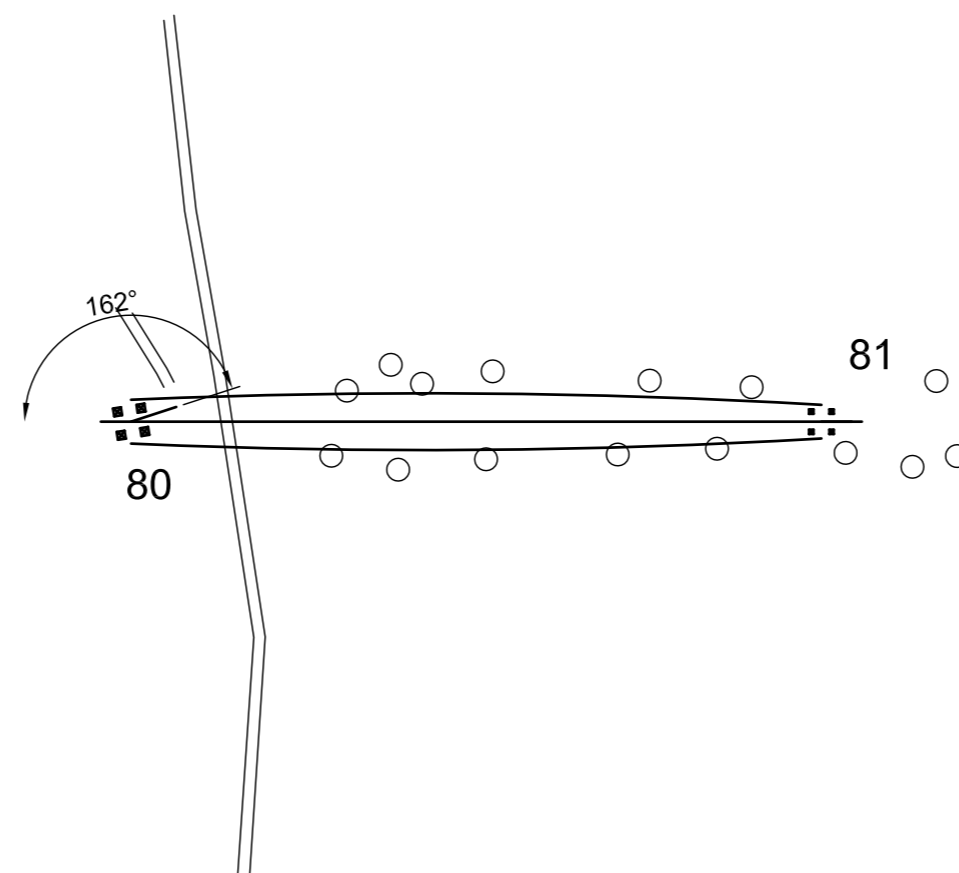


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 32
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 31			Sustituye a:
			Sustituido por:

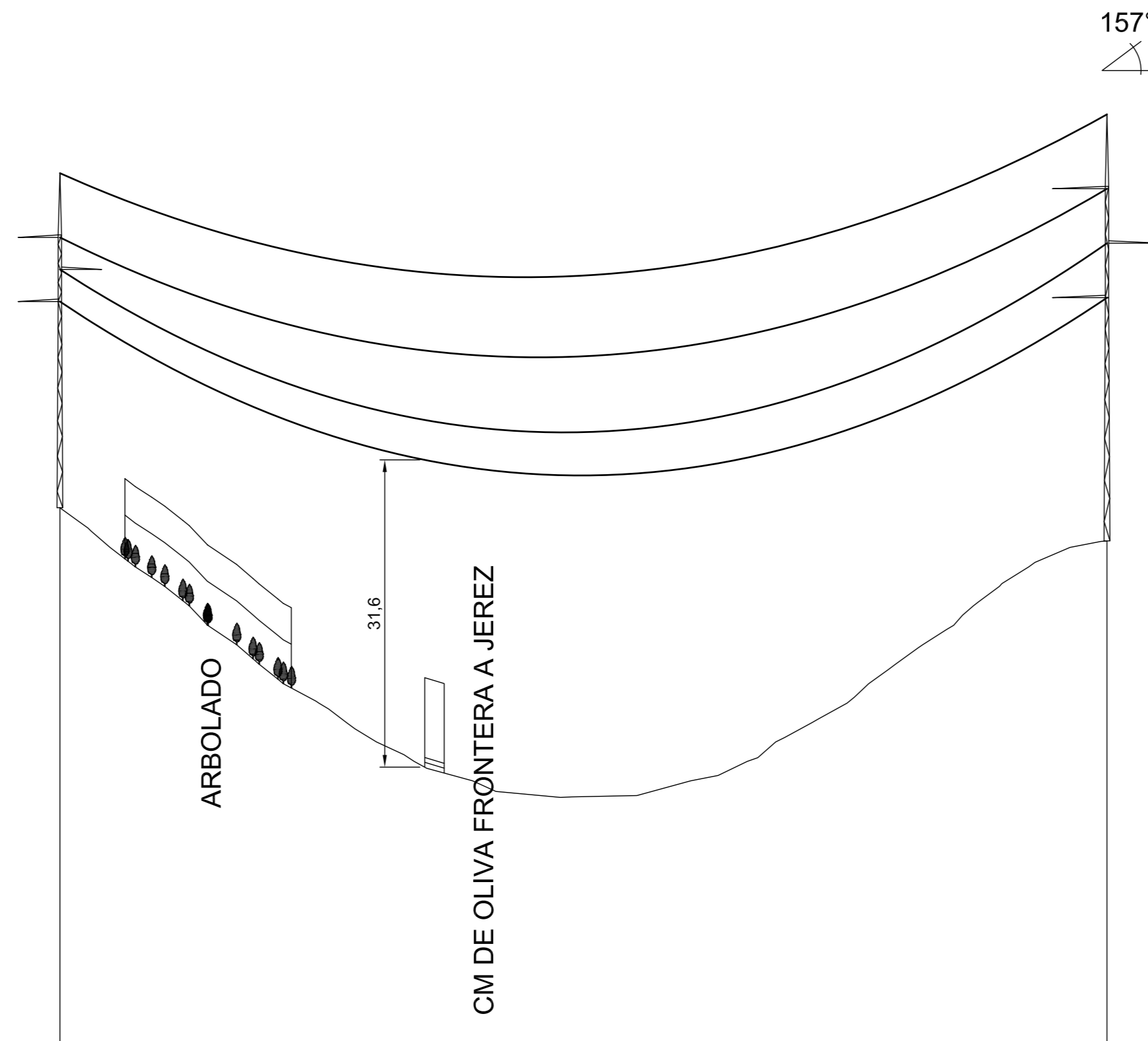


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	80	182.59	81
Cota Terreno (m)	474.00		450.08
Distancia Parcial (m)	270.19		182.59
Distancia Origen (m)	23189.47		23372.06
Función Apoyo	AN-ANC (162°)		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-9000-21

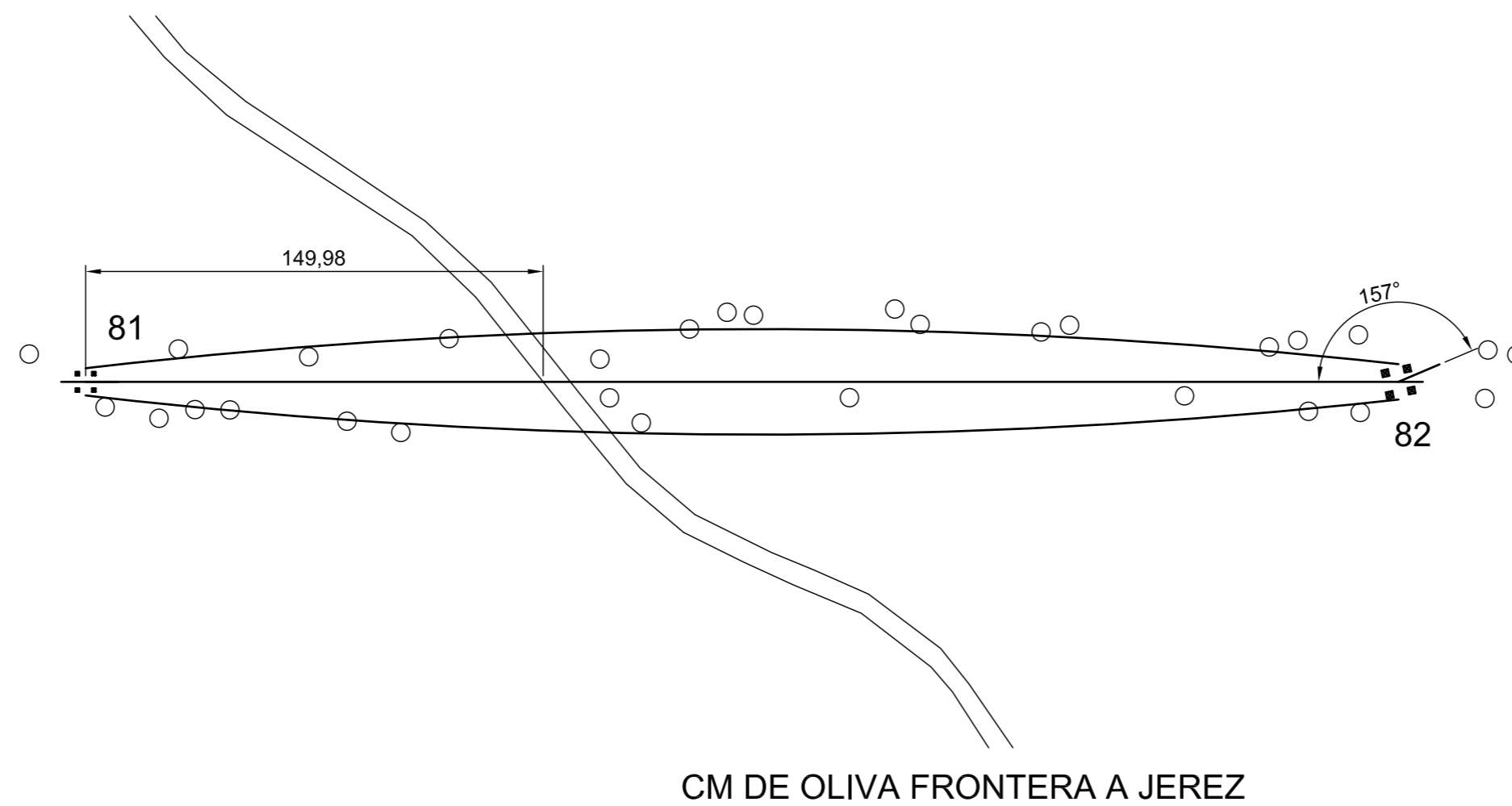


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 32		Nº 33
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

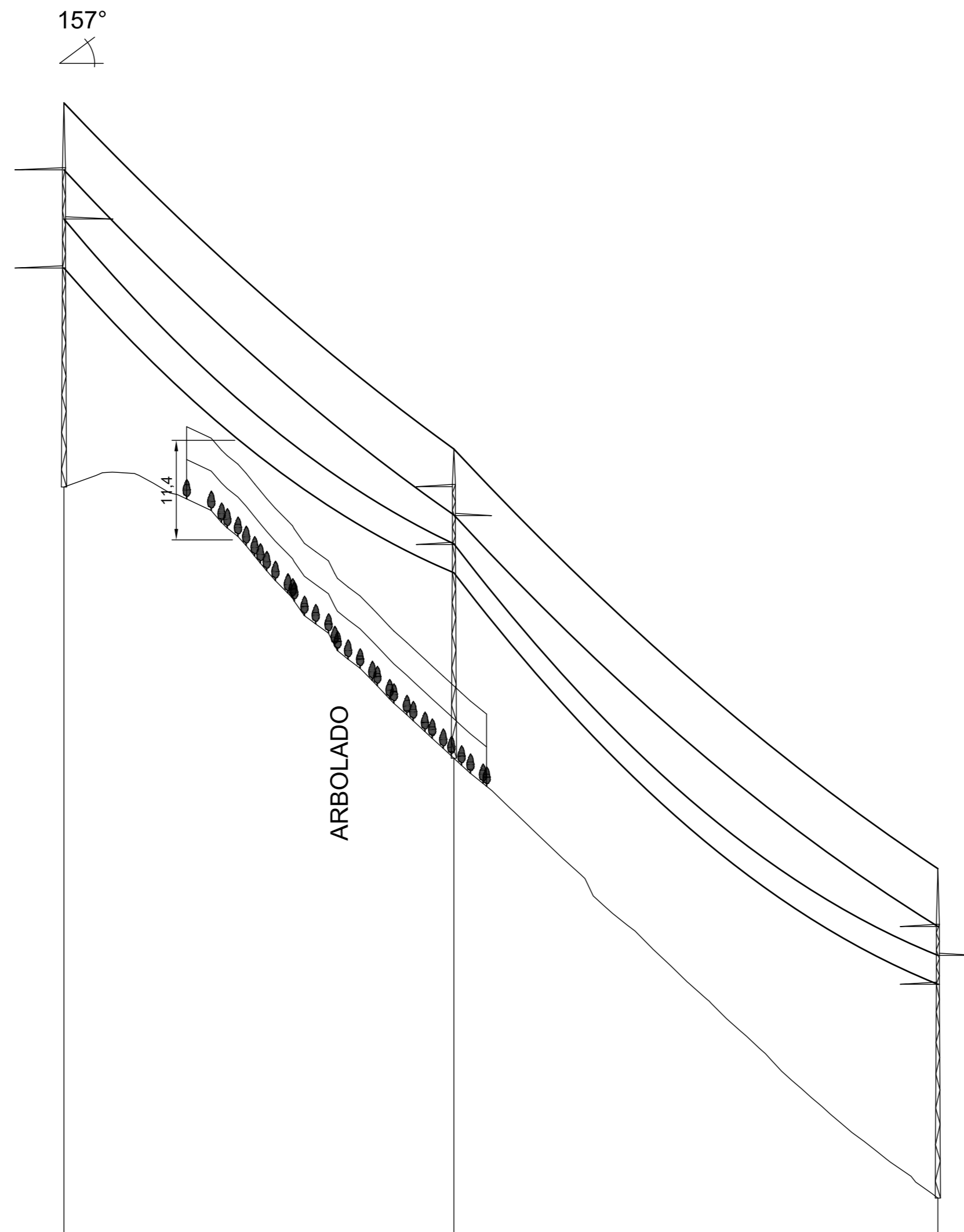


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	81	430.39	82
Cota Terreno (m)	450.08		446.68
Distancia Parcial (m)	182.59		430.39
Distancia Origen (m)	23372.06		23802.45
Función Apoyo	AL-AM		AN-AM (157°)
Serie Apoyo	CO-9000-21		GCO-40000-25

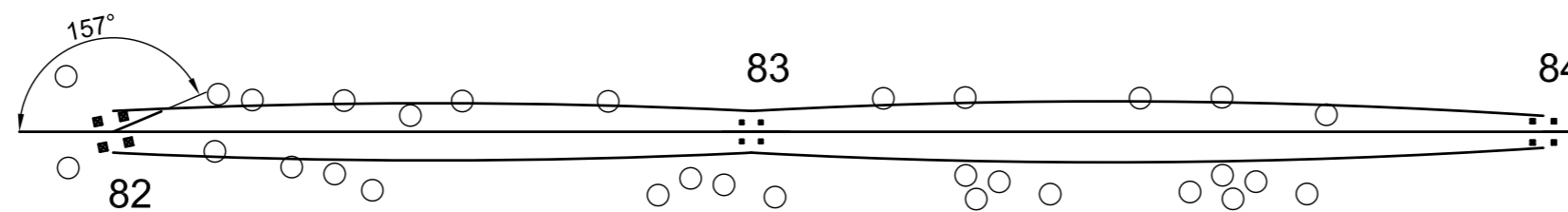


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 34
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 33			Sustituye a:
			Sustituido por:

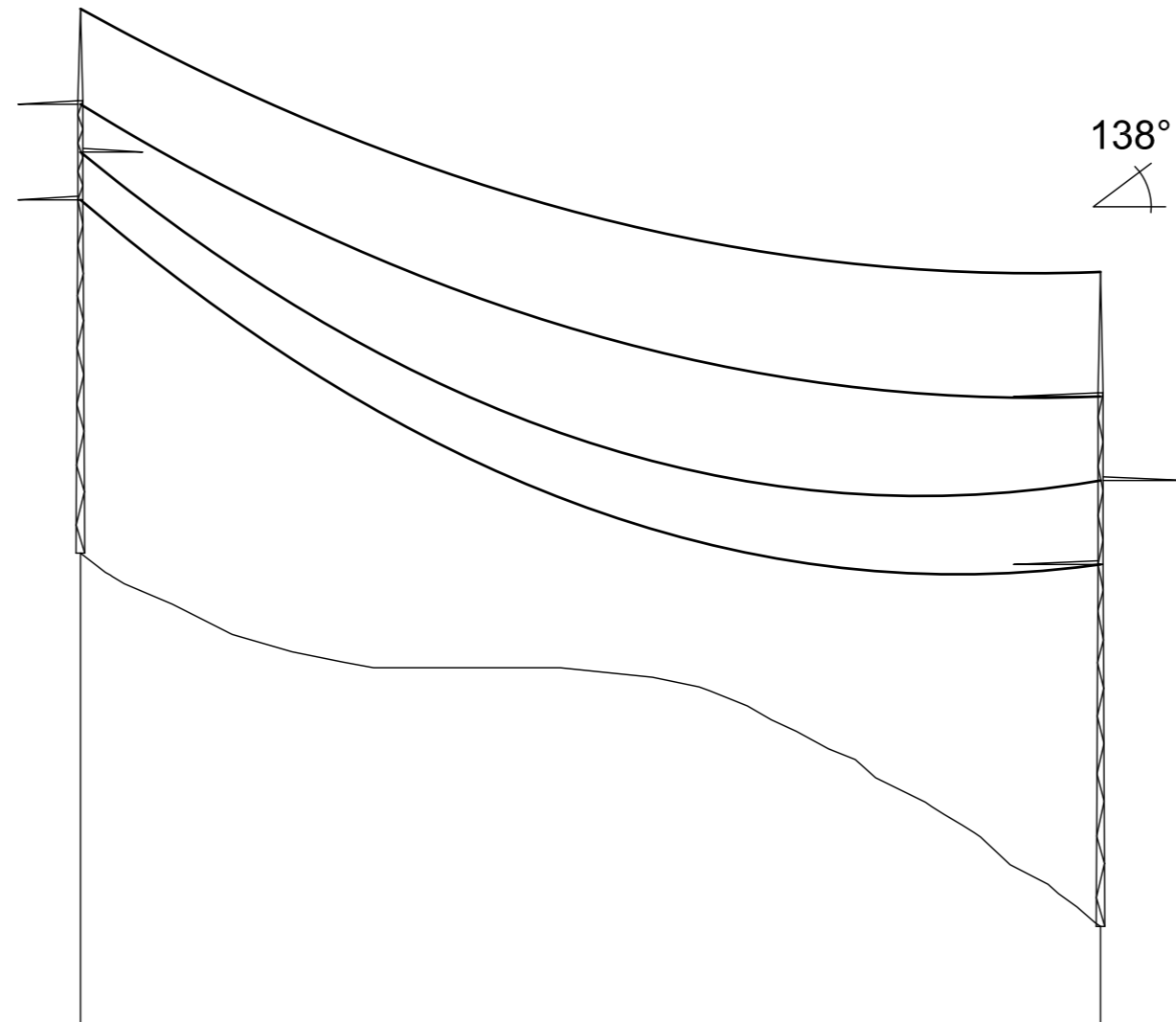


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	82	177.94	83	220.83	84
Cota Terreno (m)	446.68		415.72		365.52
Distancia Parcial (m)	430.39		177.94		220.83
Distancia Origen (m)	23802.45		23980.39		24201.22
Función Apoyo	AN-AM (157°)		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-25		CO-3000-24		CO-9000-24

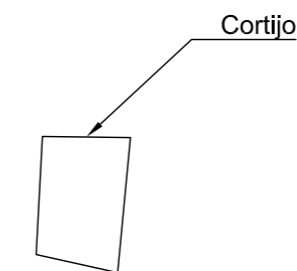
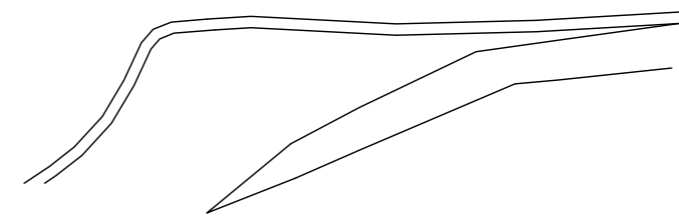
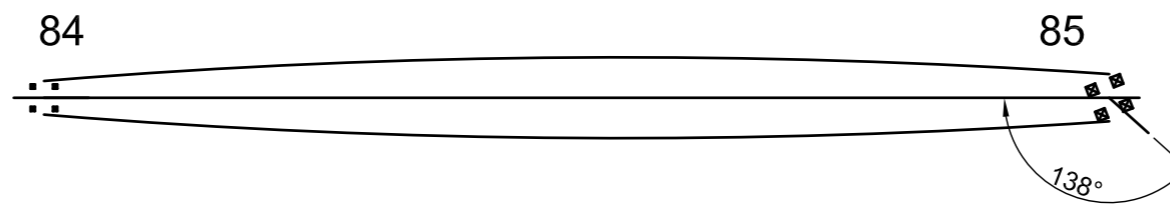


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		Nº 35
Escala	H 1:2000 V 1:500		Sustituye a:
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 34			Sustituido por:

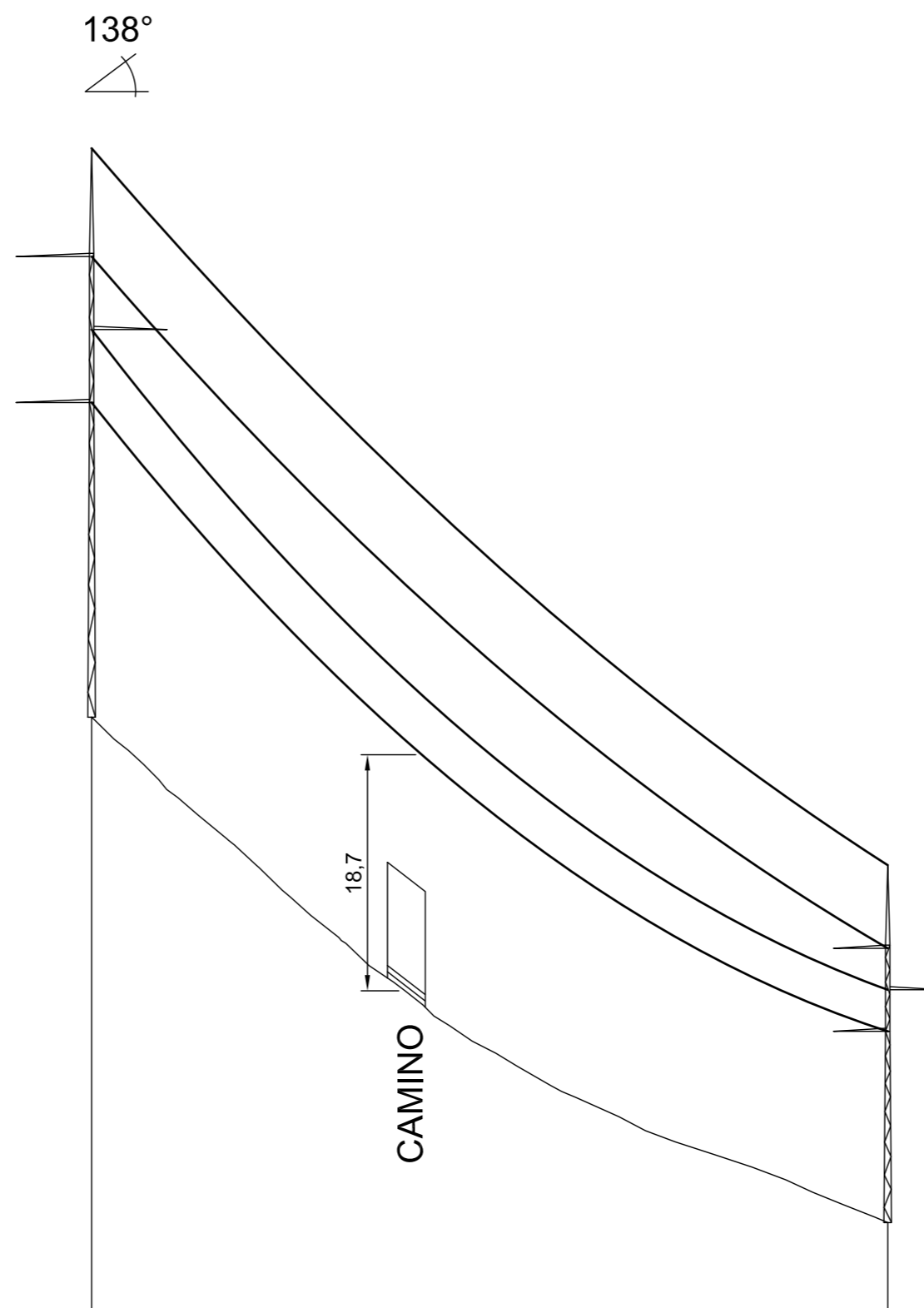


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	84	281.76	85
Cota Terreno (m)	365.52		339.74
Distancia Parcial (m)	220.83		281.76
Distancia Origen (m)	24201.22		24482.98
Función Apoyo	AL-AM		AN-AM (138°)
Serie Apoyo	CO-9000-24		IC-55000-25

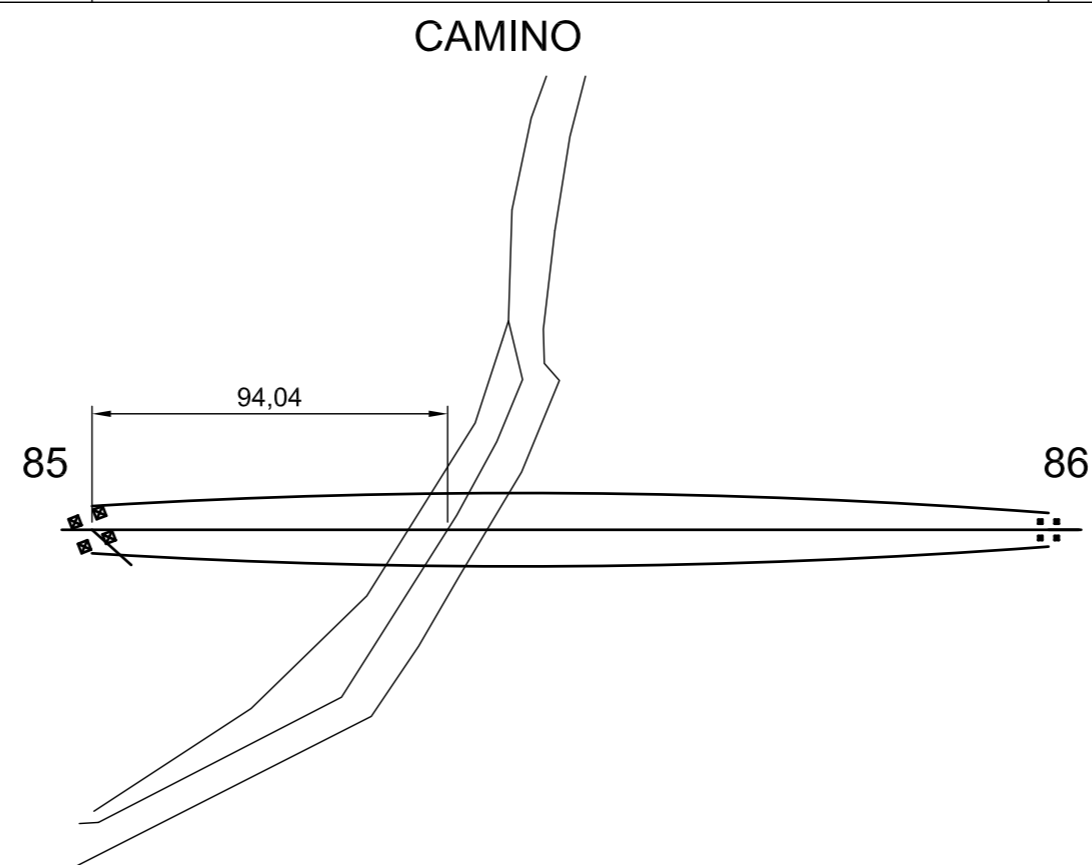


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 36
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 35			Sustituye a:
			Sustituido por:

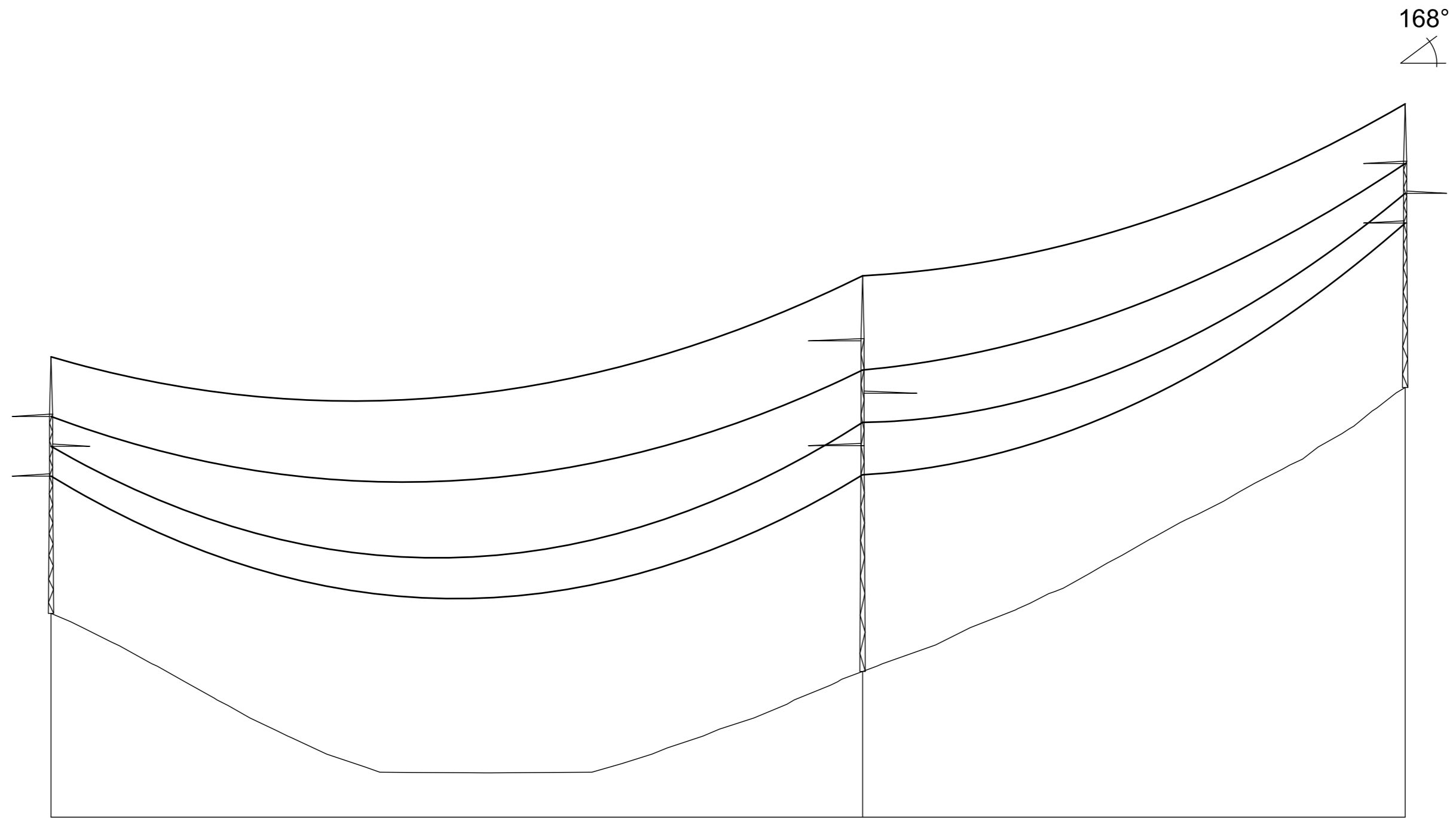


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	85	252.97	86
Cota Terreno (m)	339.74		299.58
Distancia Parcial (m)	281.76		252.97
Distancia Origen (m)	24482.98		24735.95
Función Apoyo	AN-AM (138°)		AL-AM
Serie Apoyo	IC-55000-25		CO-9000-15

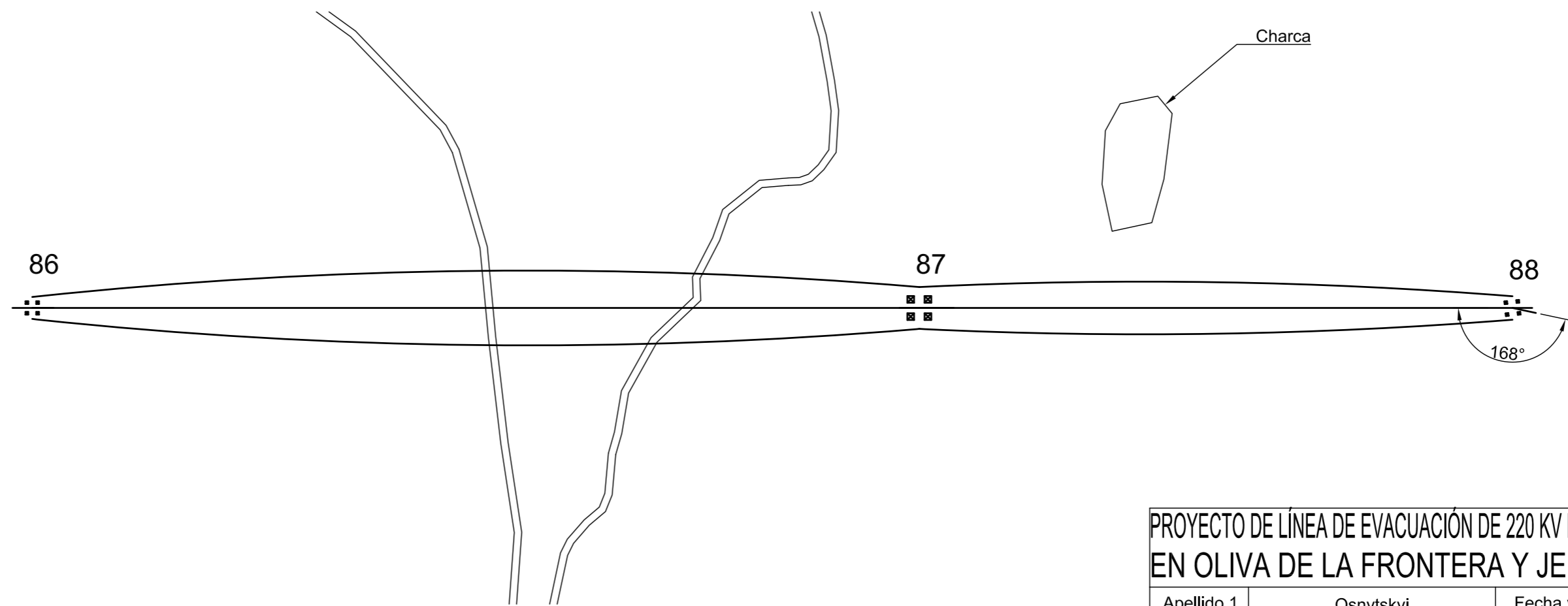


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 37
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 36			Sustituye a:
			Sustituido por:

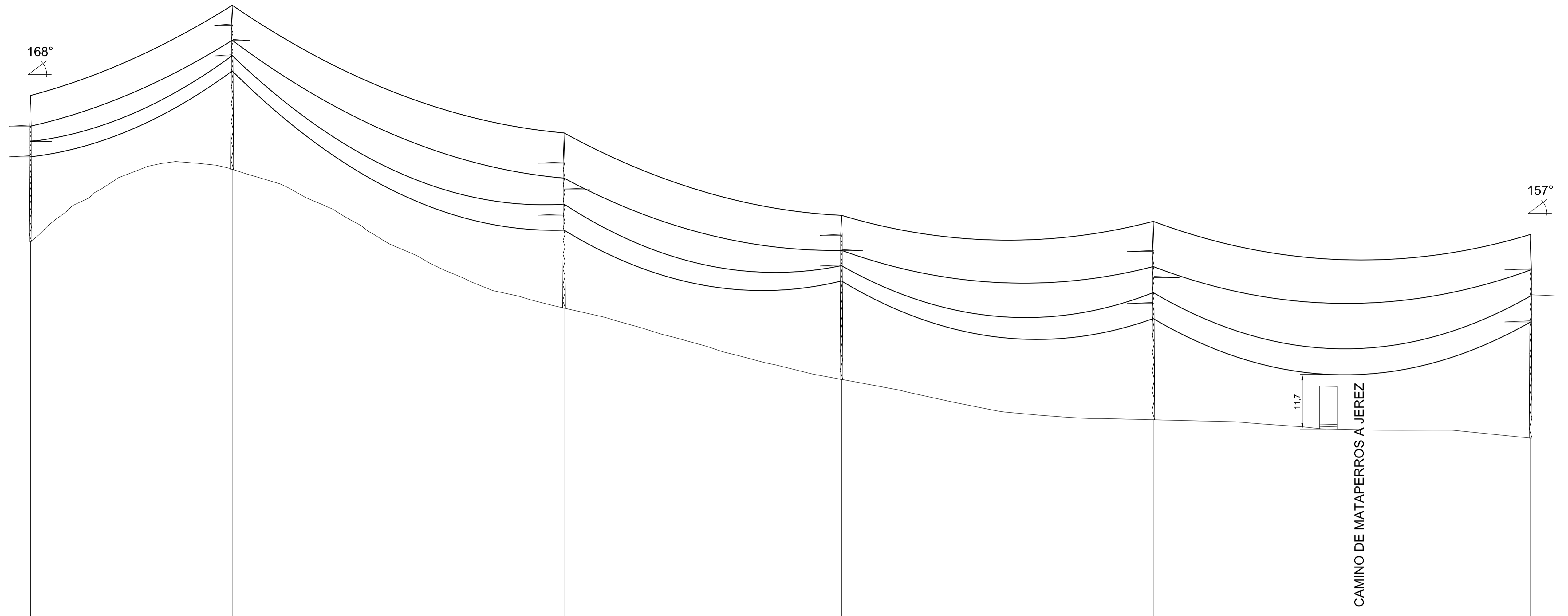


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	86	359.15	87	240.13	88
Cota Terreno (m)	299.58		293.15		324.59
Distancia Parcial (m)	252.97		359.15		240.13
Distancia Origen (m)	24735.95		25095.09		25335.22
Función Apoyo	AL-AM		AL-SU		AN-AM (168°)
Serie Apoyo	CO-9000-15		IC-55000-25		CO-9000-18

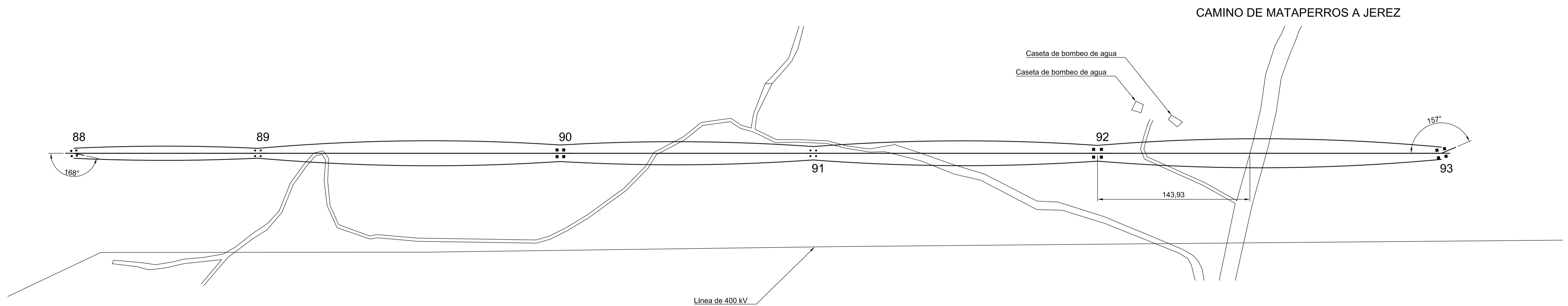


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 38
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 37			Sustituye a:
			Sustituido por:

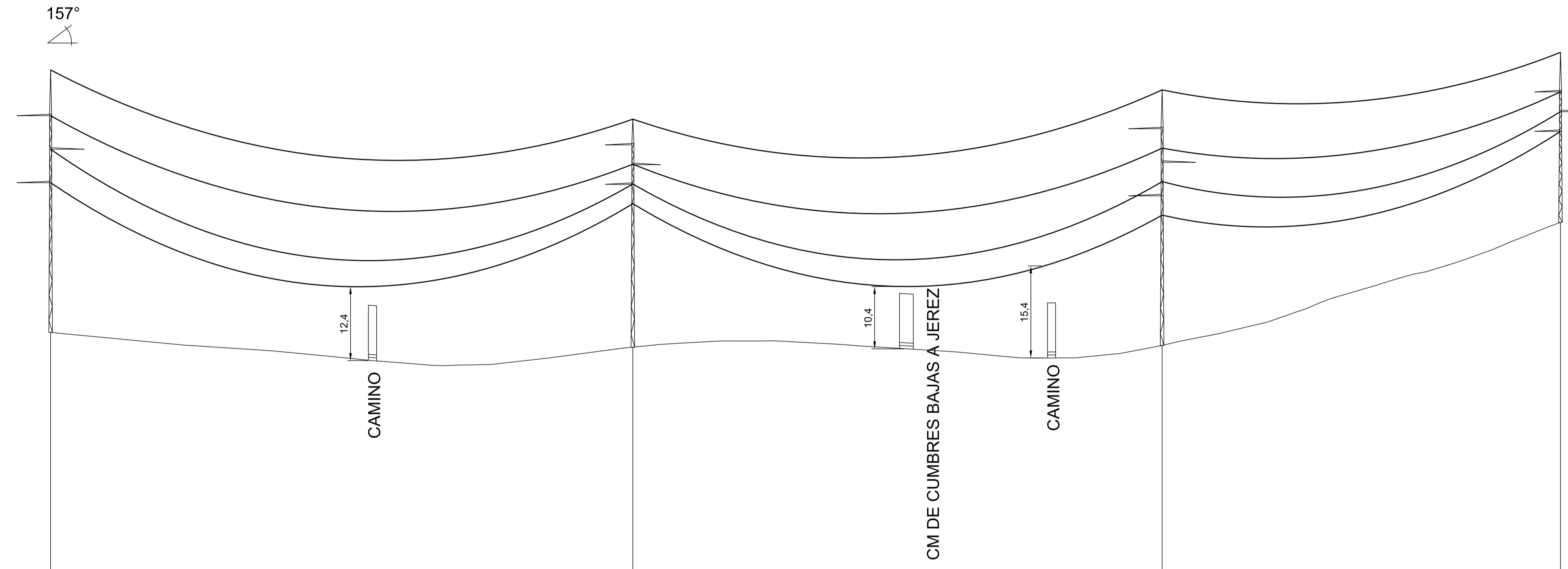


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	88	173.67	89	285.64	90	238.80	91	268.42	92	324.83	93
Cota Terreno (m)	324.59		340.12		310.25		294.90		286.21		282.26
Distancia Parcial (m)	240.13		173.67		285.64		238.80		268.42		324.83
Distancia Origen (m)	25335.22		25508.89		25794.53		26033.33		26301.75		26626.58
Función Apoyo	AN-AM (168°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (157°)
Serie Apoyo	CO-9000-18		CO-3000-24		GCO-40000-20		CO-3000-24		GCO-40000-25		GCO-40000-25

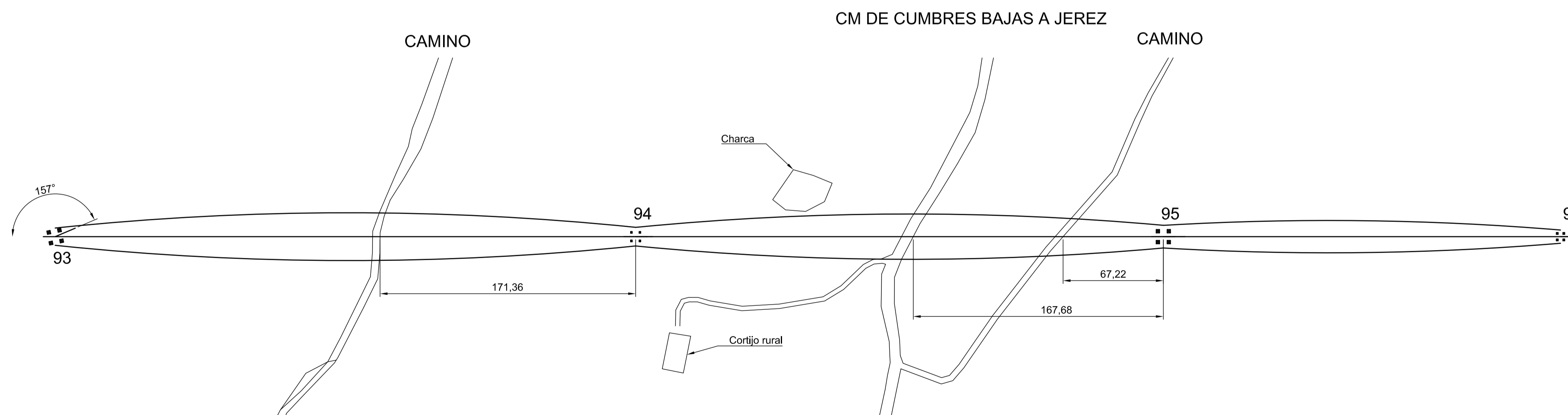


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 38		
H 1:2000 V 1:500			
Nº	39	Sustituye a:	
		Sustituido por:	

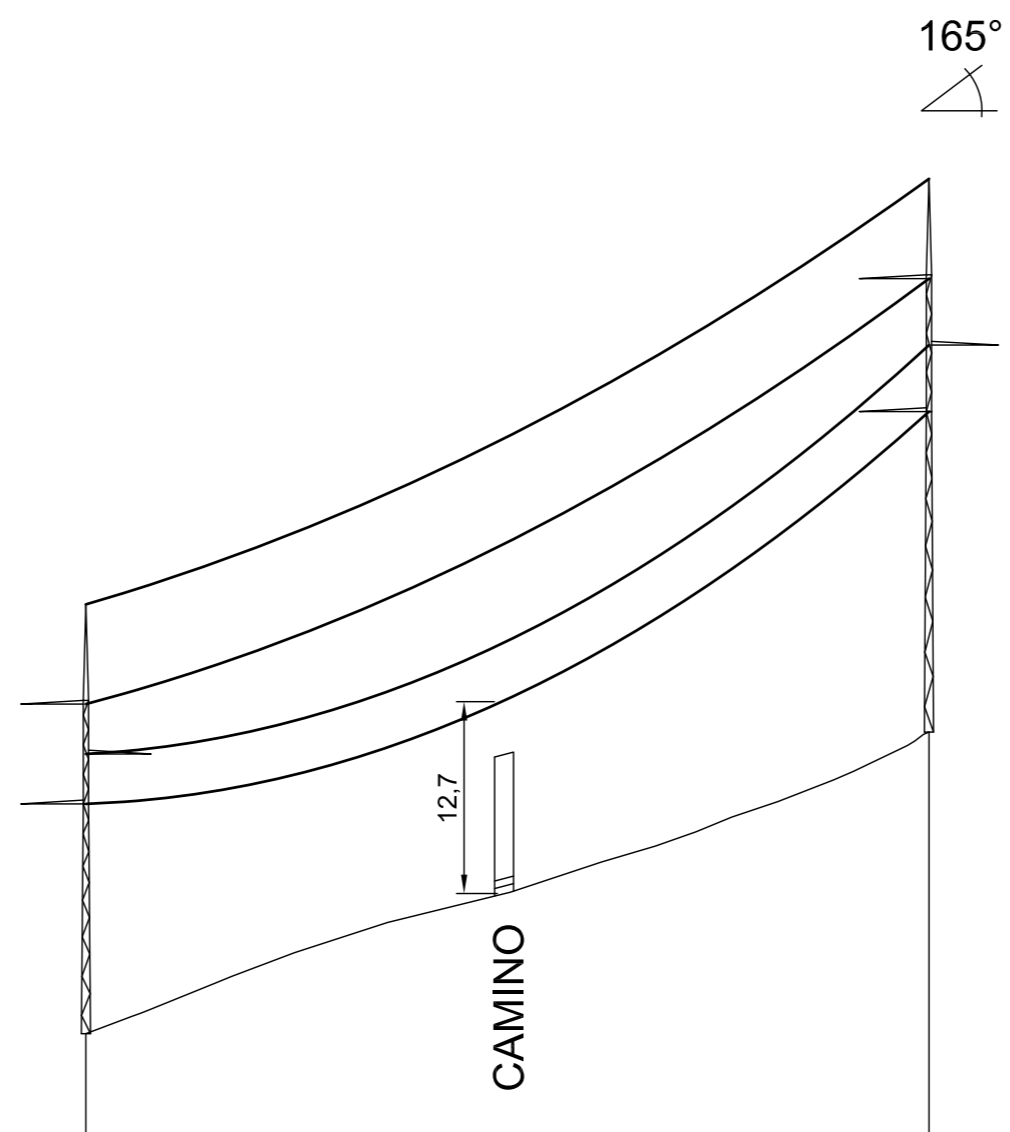


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	93	389.21	94	353.81	95	266.31	96
Cota Terreno (m)	282.26		279.78		280.08		300.64
Distancia Parcial (m)	324.83		389.21		353.81		266.31
Distancia Origen (m)	26626.58		27015.79		27369.60		27635.91
Función Apoyo	AN-AM (157°)		AL-SU		AL-SU		AL-AM
Serie Apoyo	GCO-40000-25		CO-5000-27		GCO-40000-25		CO-9000-15

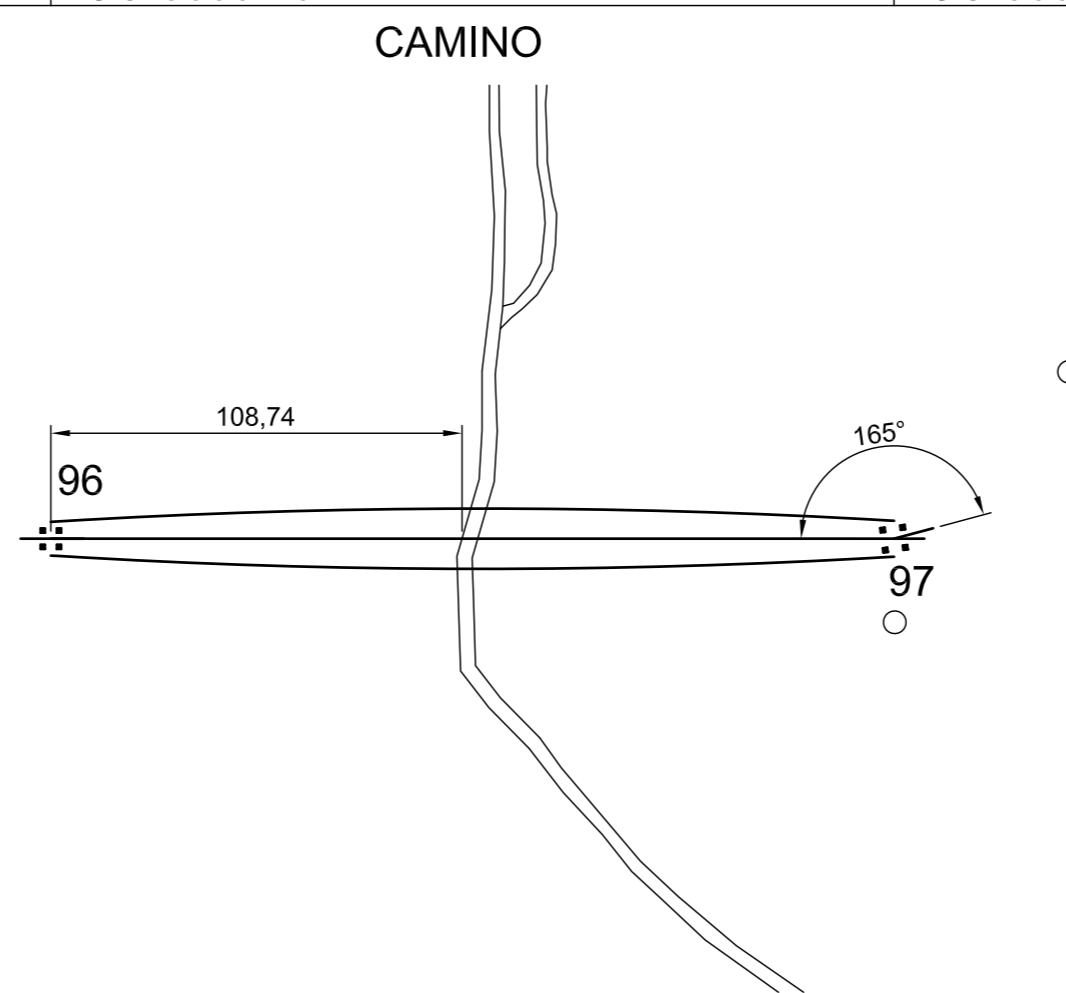


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 39	
Nº	40	Sustituye a:	
		Sustituido por:	

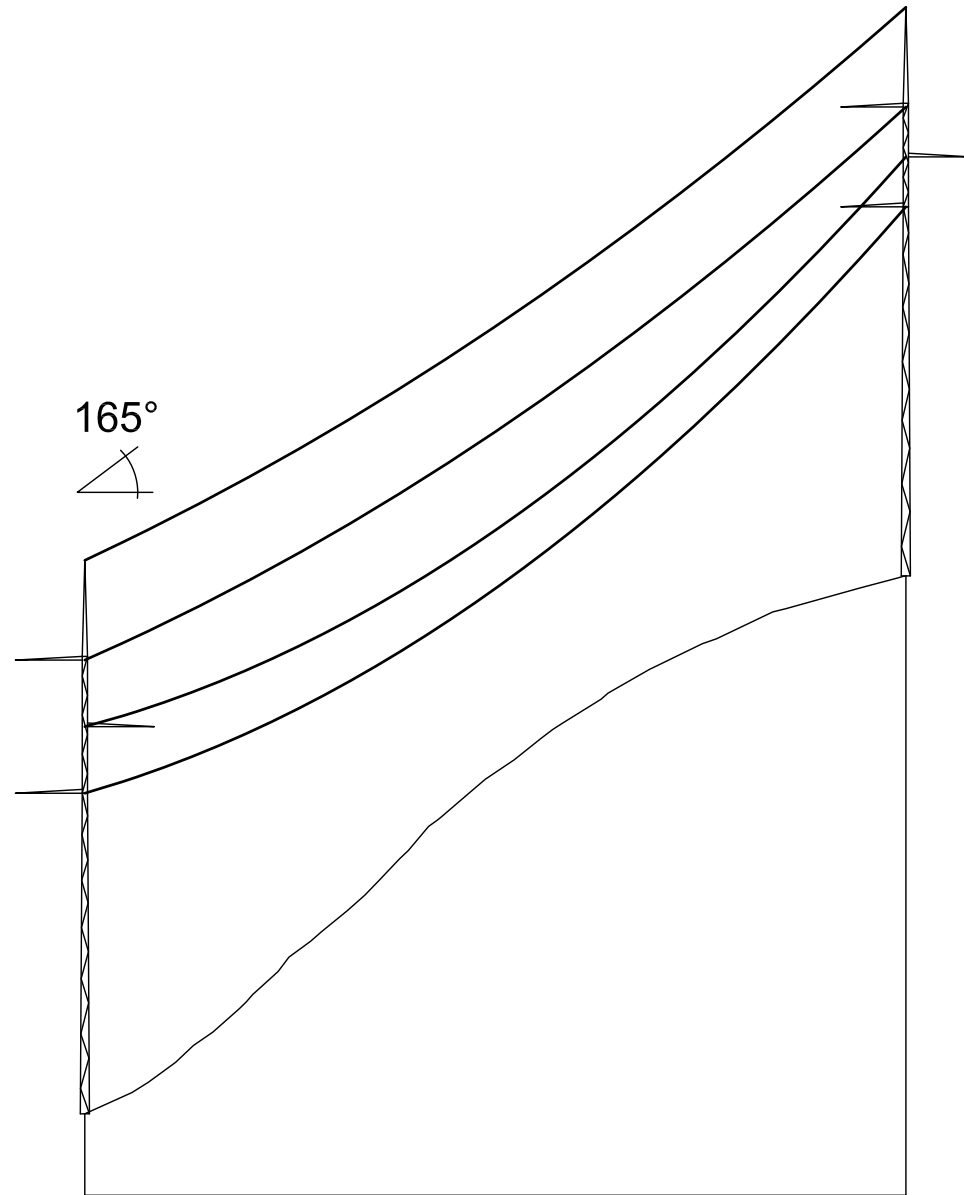


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	96	222.99	97
Cota Terreno (m)	300.64		320.59
Distancia Parcial (m)	266.31		222.99
Distancia Origen (m)	27635.91		27858.90
Función Apoyo	AL-AM		AN-AM (165°)
Serie Apoyo	CO-9000-15		CO-9000-21

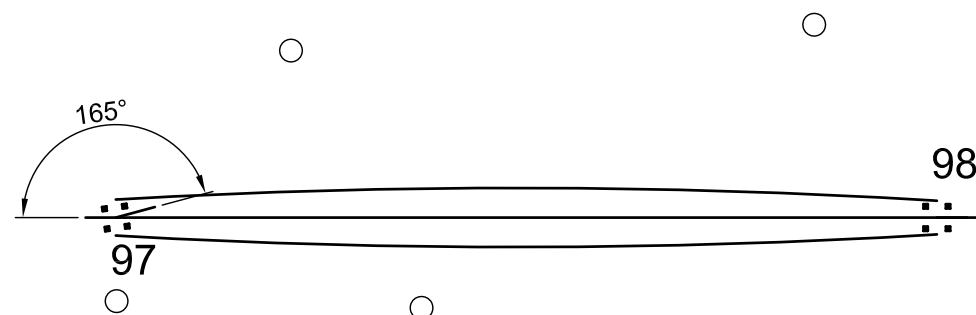


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 40		Nº 41
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

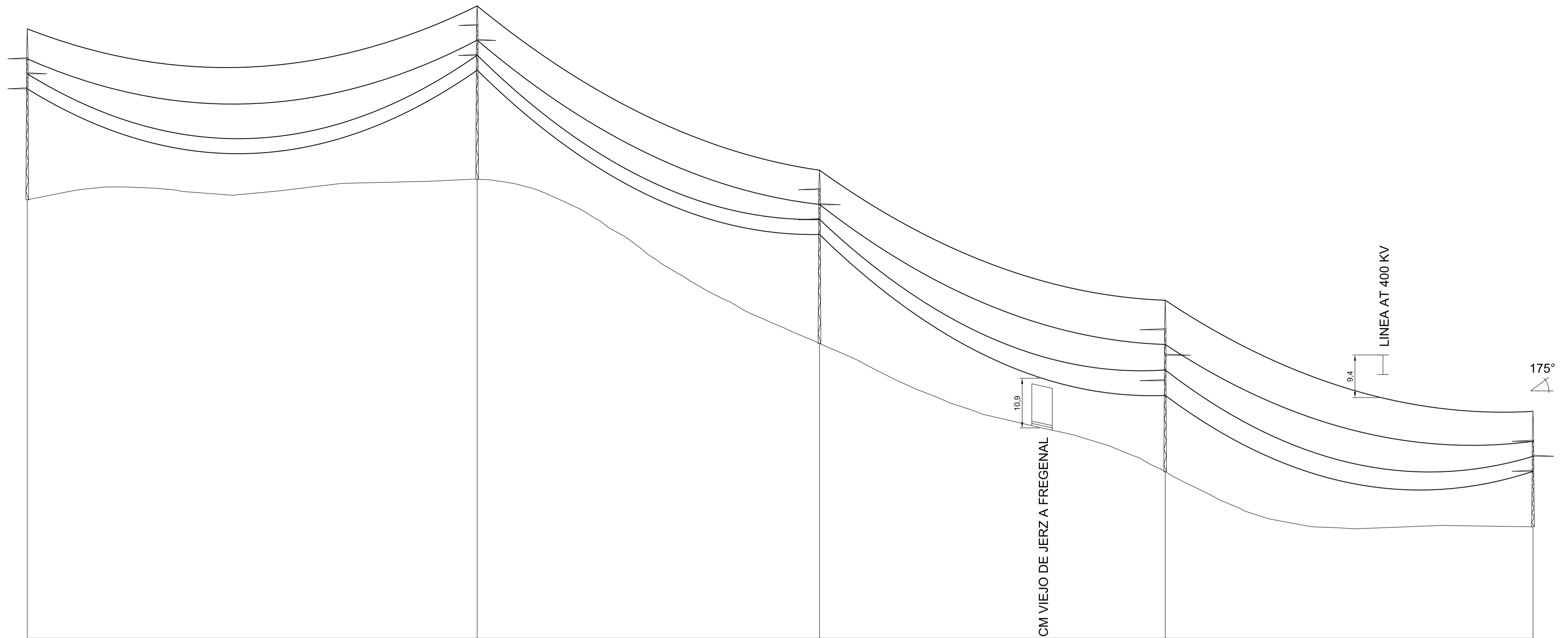


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	97	217.24	98
Cota Terreno (m)	320.59		356.17
Distancia Parcial (m)	222.99		217.24
Distancia Origen (m)	27858.90		28076.14
Función Apoyo	AN-AM (165°)		AL-ANC
Serie Apoyo	CO-9000-21		CO-9000-24

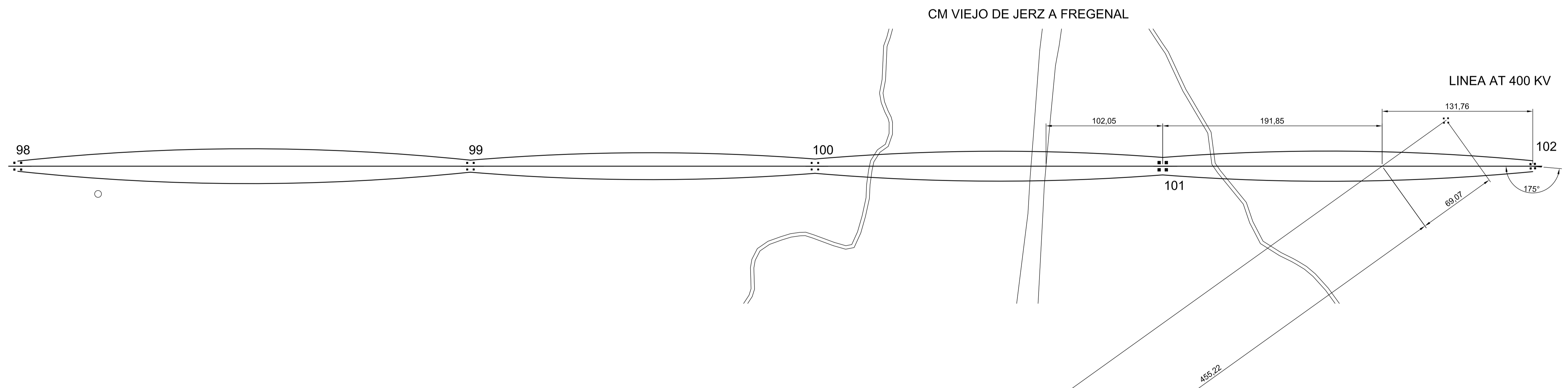


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 42
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 41			Sustituye a:
			Sustituido por:

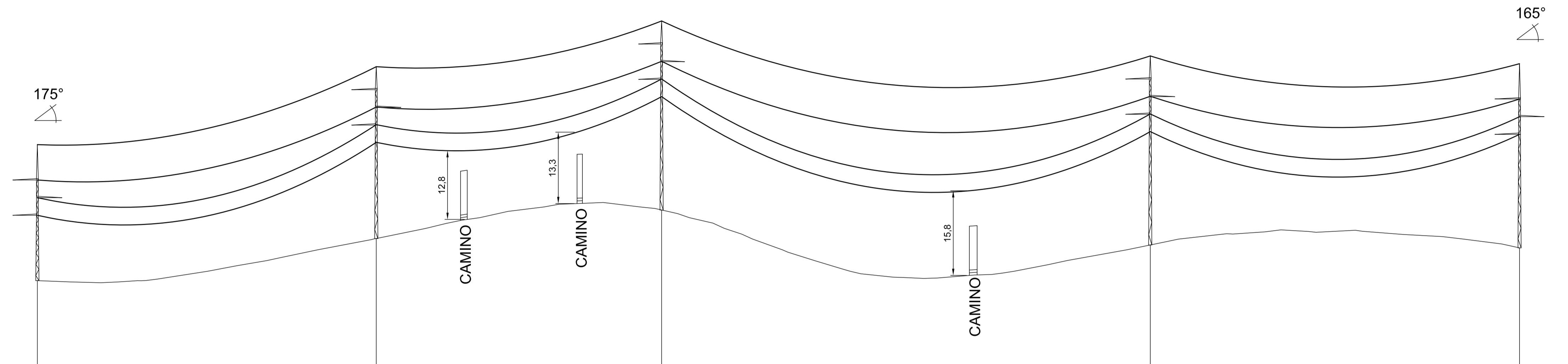


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	98	395.86	99	301.22	100	304.17	304.17	101	323.61	102
Cota Terreno (m)	356.17		360.70		324.57			296.37		284.24
Distancia Parcial (m)	217.24		395.86		301.22			304.17		323.61
Distancia Origen (m)	28076.14		28472.00		28773.22			29077.38		29400.99
Función Apoyo	AL-ANC		AL-SU		AL-SU			AL-SU		AN-AM (175°)
Serie Apoyo	CO-9000-24		CO-5000-27		CO-3000-27			GCO-40000-20		CO-9000-12

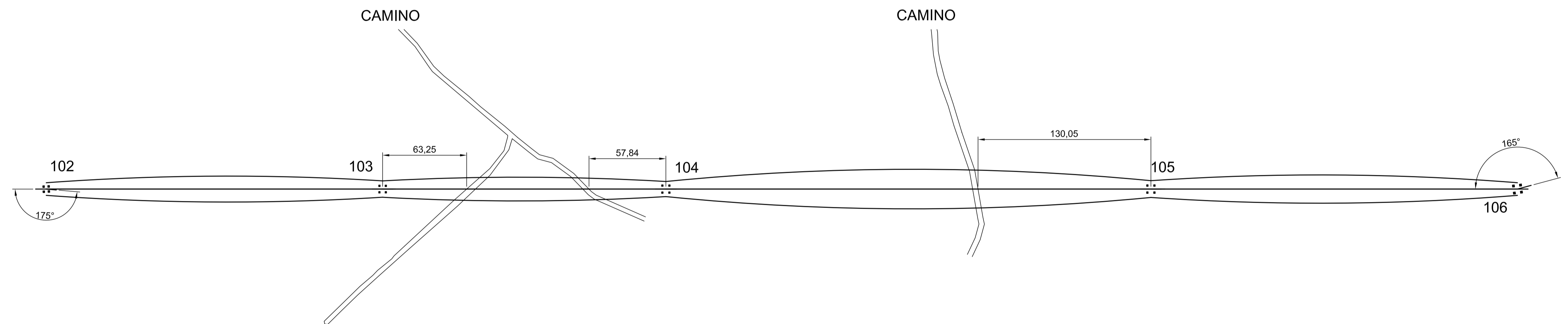


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala			Nº 43
H 1:2000	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 42		Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

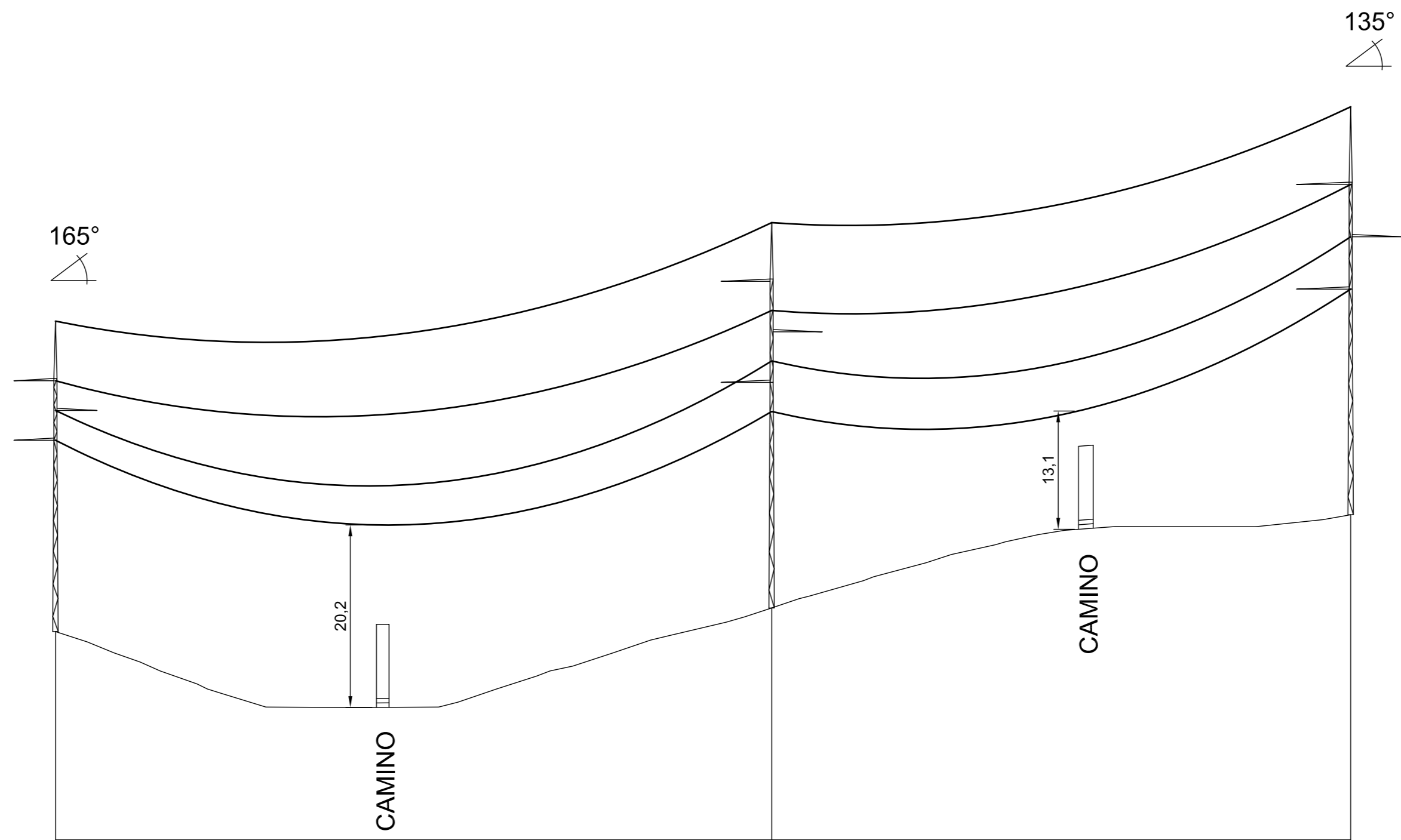


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	102	253.07	103	213.08	104	364.91	105	275.77	106
Cota Terreno (m)	284.24		292.10		297.43		290.90		290.36
Distancia Parcial (m)	323.61		253.07		213.08		364.91		275.77
Distancia Origen (m)	29400.99		29654.06		29867.15		30232.06		30507.83
Función Apoyo	AN-AM (175°)		AL-SU		AL-SU		AL-SU		AN-AM (165°)
Serie Apoyo	CO-9000-12		CO-3000-21		CO-3000-24		CO-5000-24		CO-12000-21

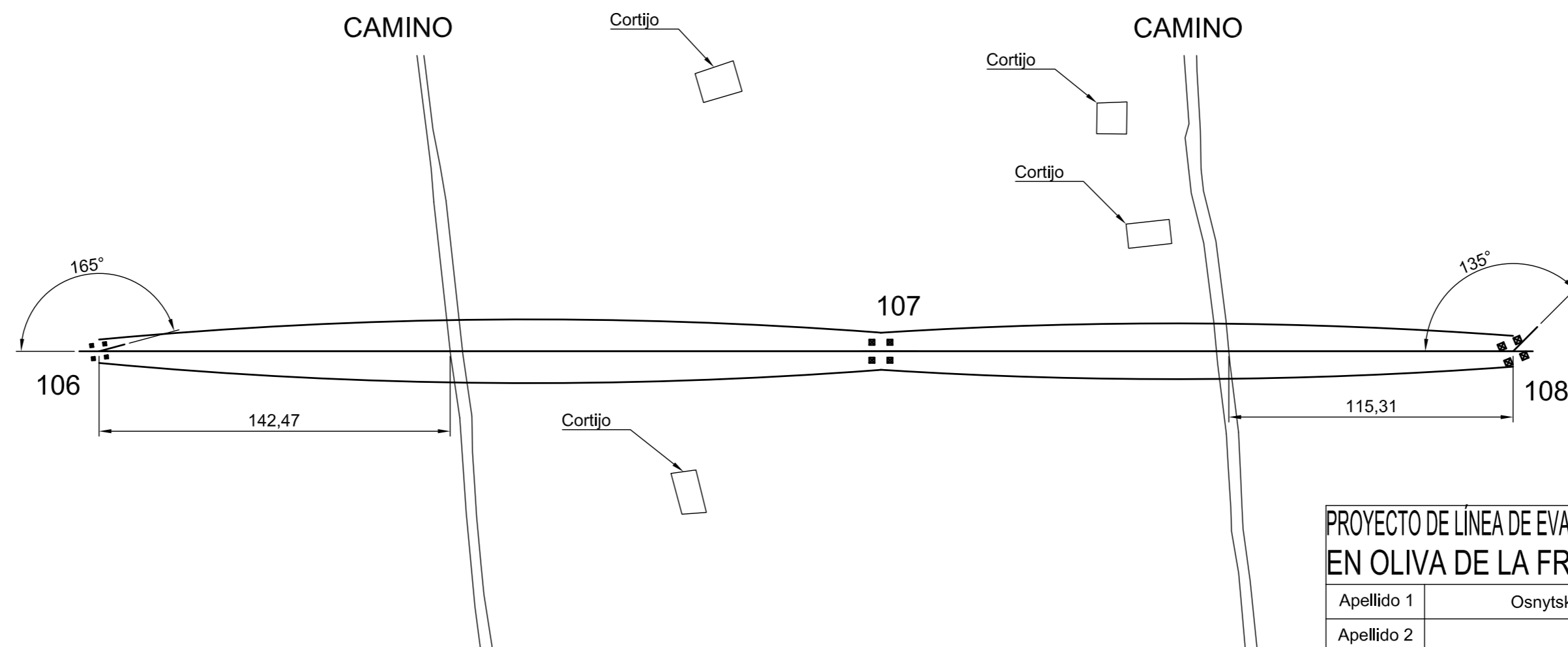


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 44
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 43			Sustituye a:
			Sustituido por:

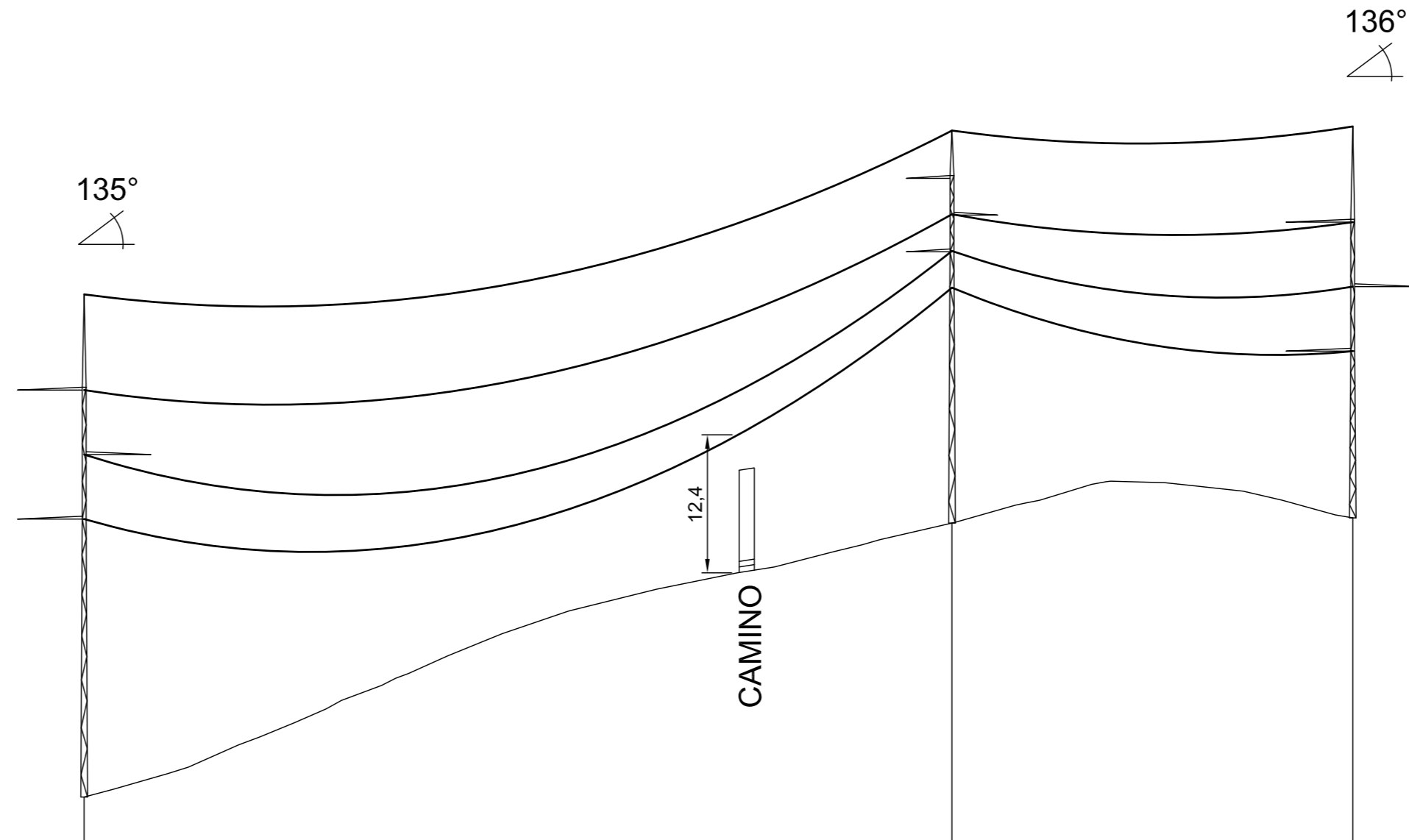


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	106	317.21	107	256.46	108
Cota Terreno (m)	290.36		292.98		303.31
Distancia Parcial (m)	275.77		317.21		256.46
Distancia Origen (m)	30507.83		30825.04		31081.50
Función Apoyo	AN-AM (165°)		AL-SU		AN-AM (135°)
Serie Apoyo	CO-12000-21		GCO-40000-25		IC-55000-25

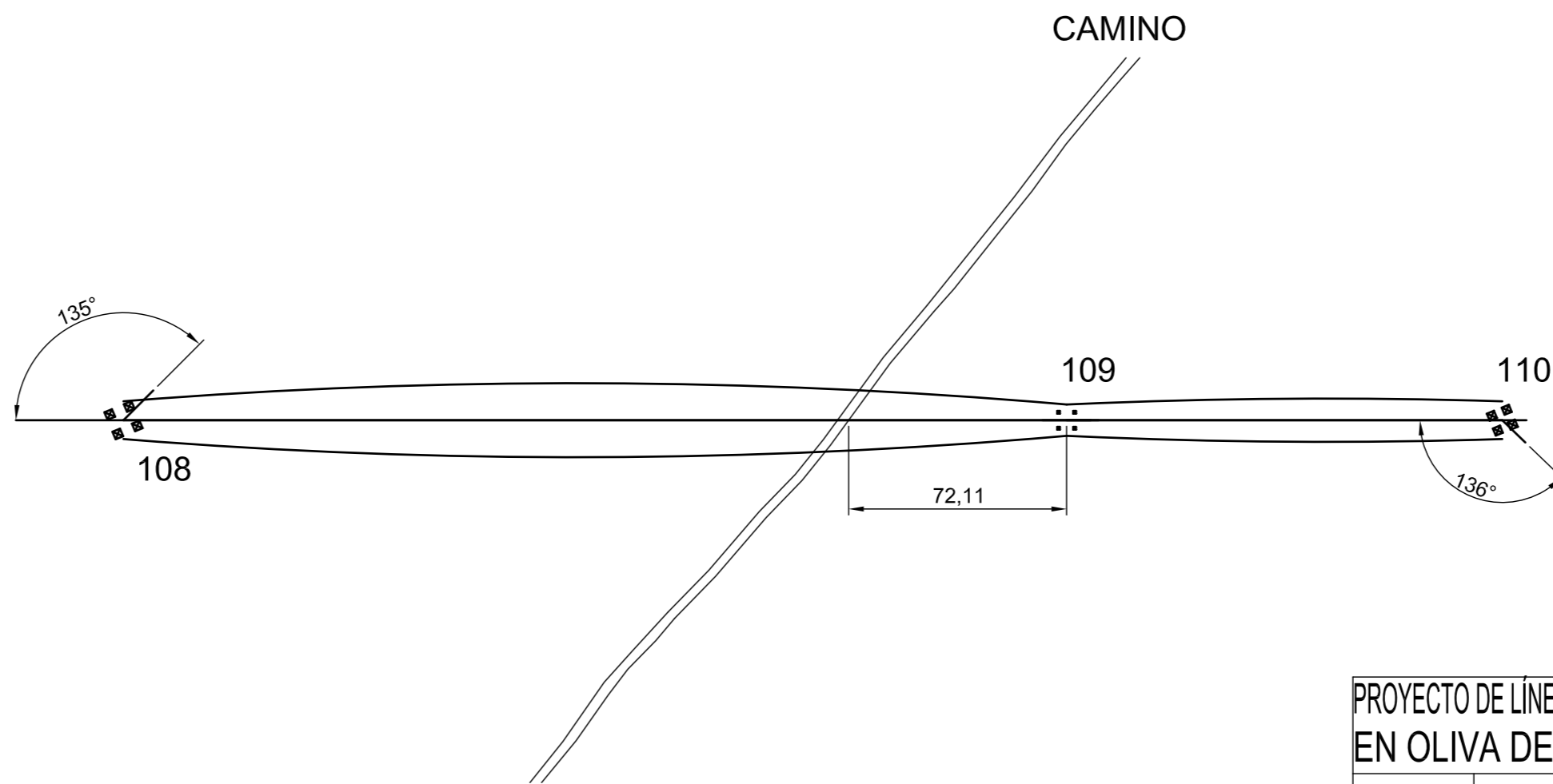


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 44		Nº 45
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

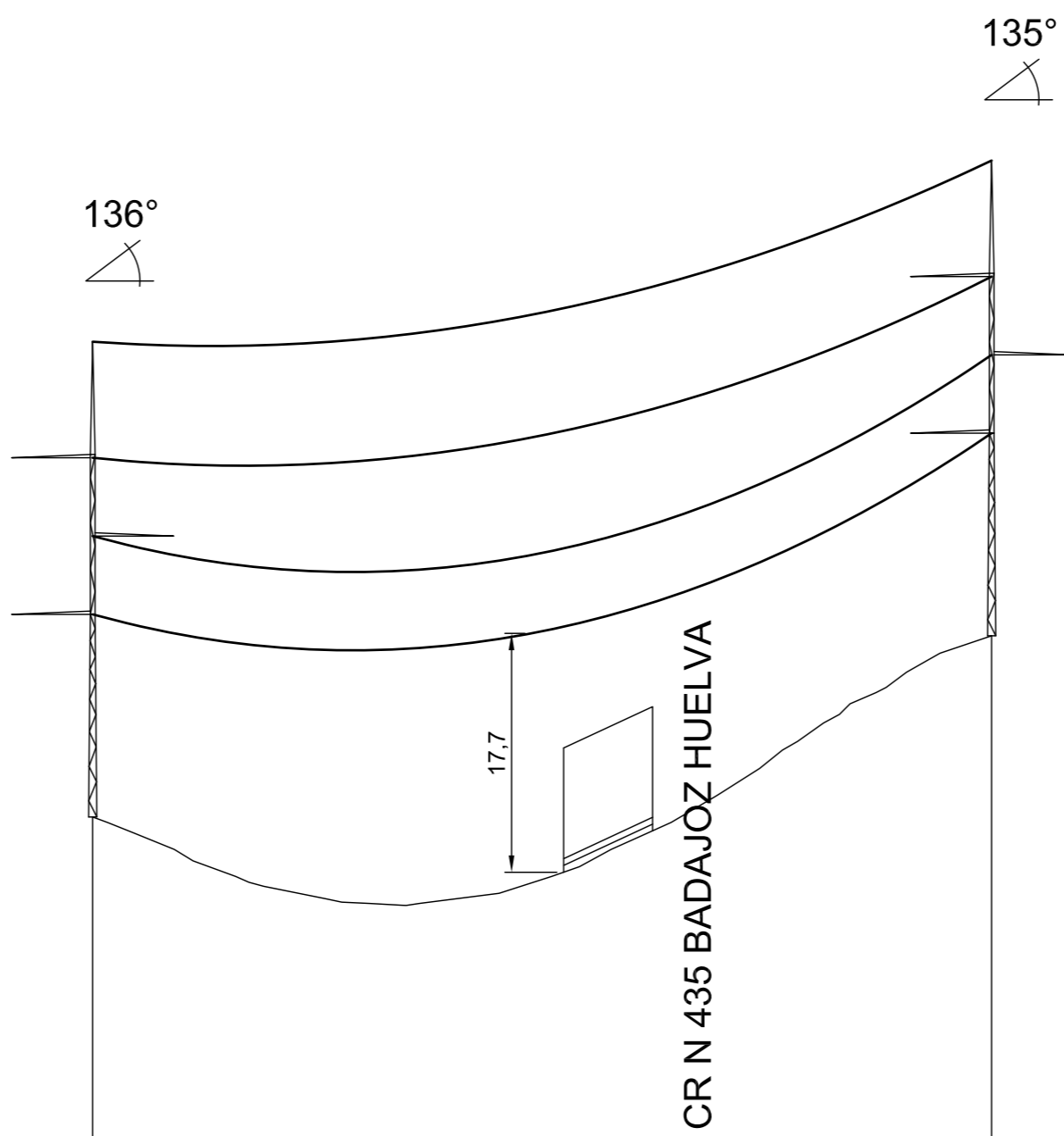


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	108	311.97	109	144.08	110
Cota Terreno (m)	303.31		327.94		328.41
Distancia Parcial (m)	256.46		311.97		144.08
Distancia Origen (m)	31081.50		31393.47		31537.55
Función Apoyo	AN-AM (135°)		AL-SU		AN-AM (136°)
Serie Apoyo	IC-55000-25		CO-3000-24		IC-55000-15

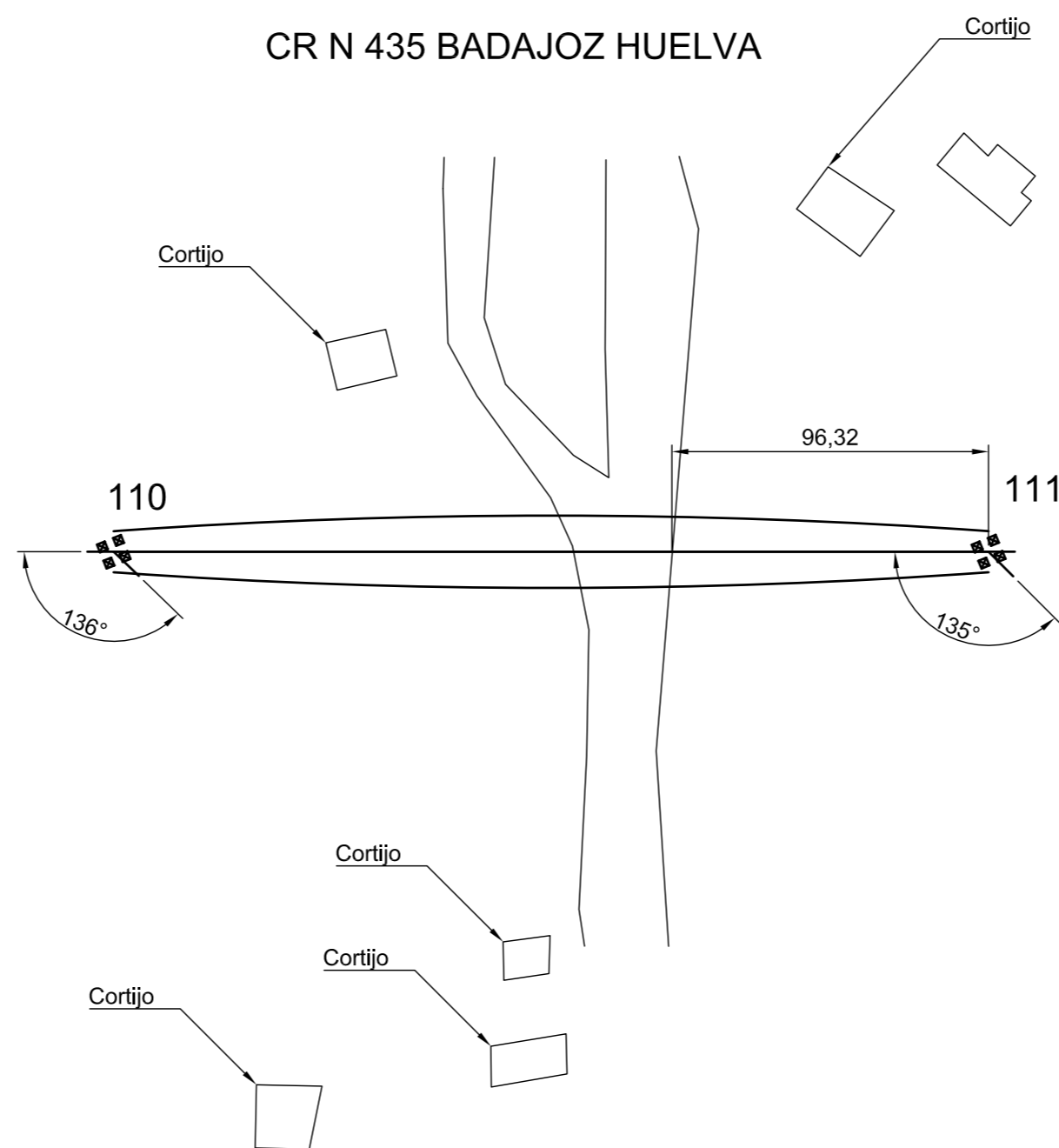


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 46
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 45			Sustituye a:
			Sustituido por:

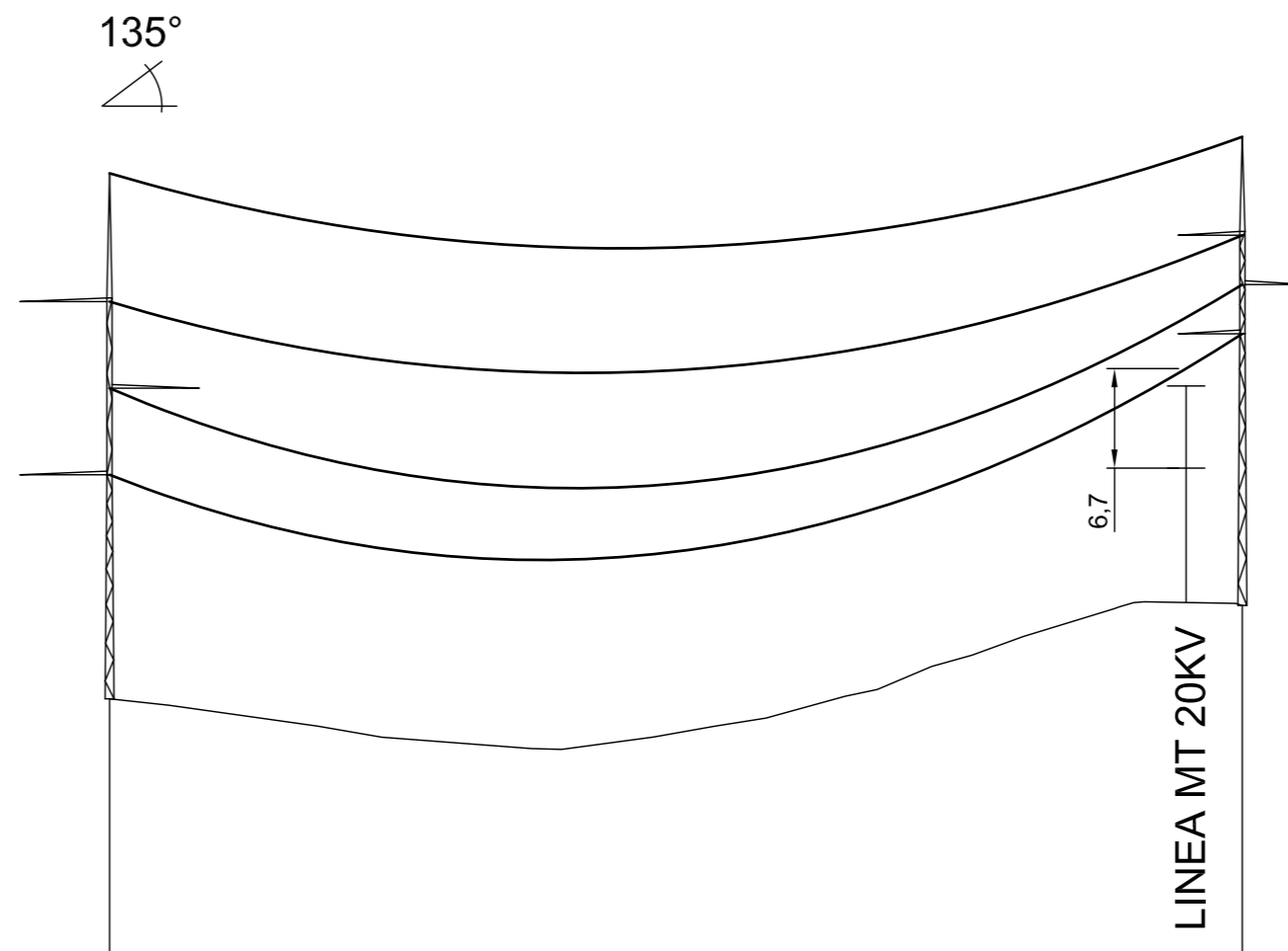


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	110	266.16	111
Cota Terreno (m)	328.41		341.83
Distancia Parcial (m)	144.08		266.16
Distancia Origen (m)	31537.55		31803.71
Función Apoyo	AN-AM (136°)		AN-AM (135°)
Serie Apoyo	IC-55000-15		IC-55000-15

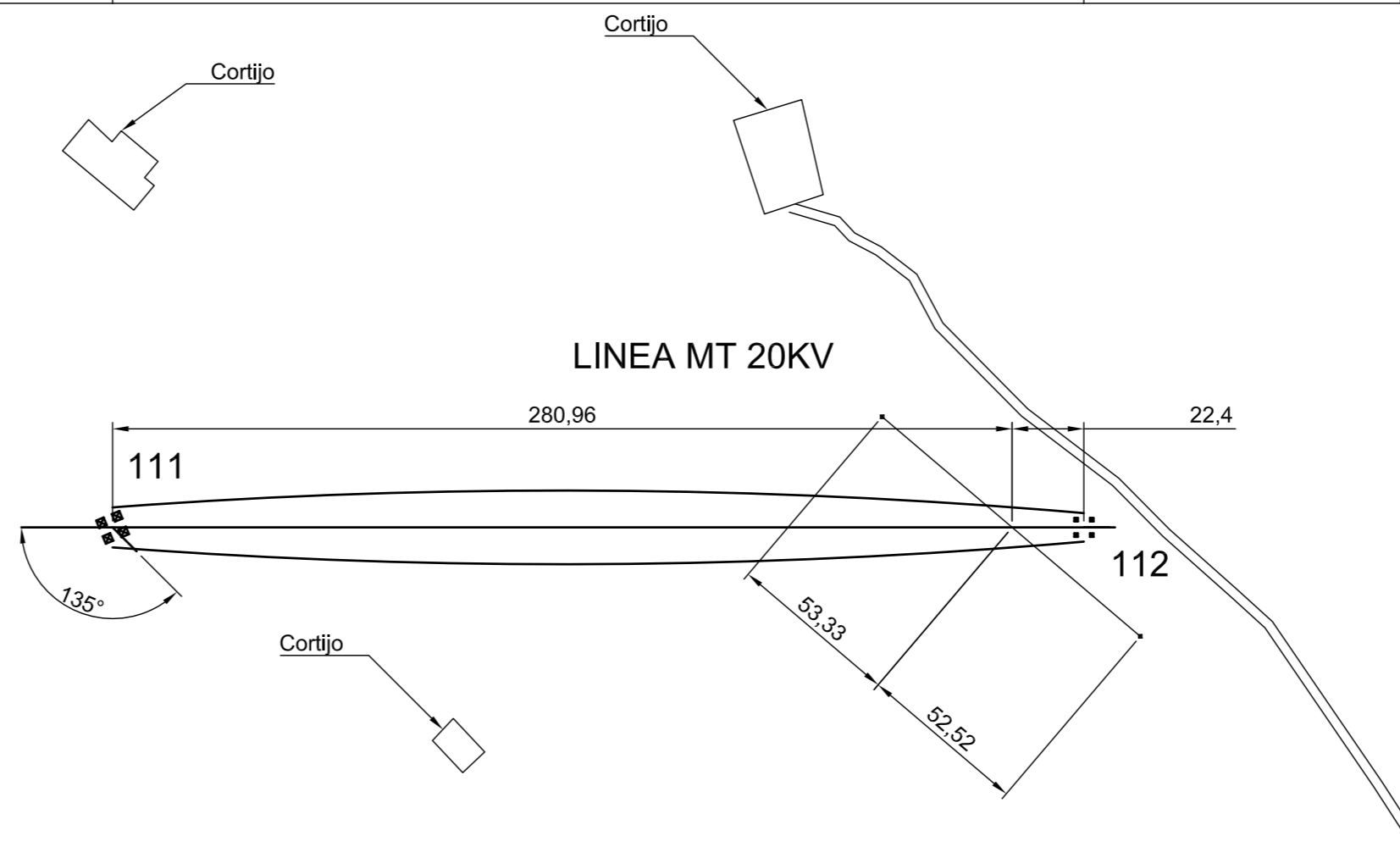


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 47
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 46			Sustituye a:
			Sustituido por:

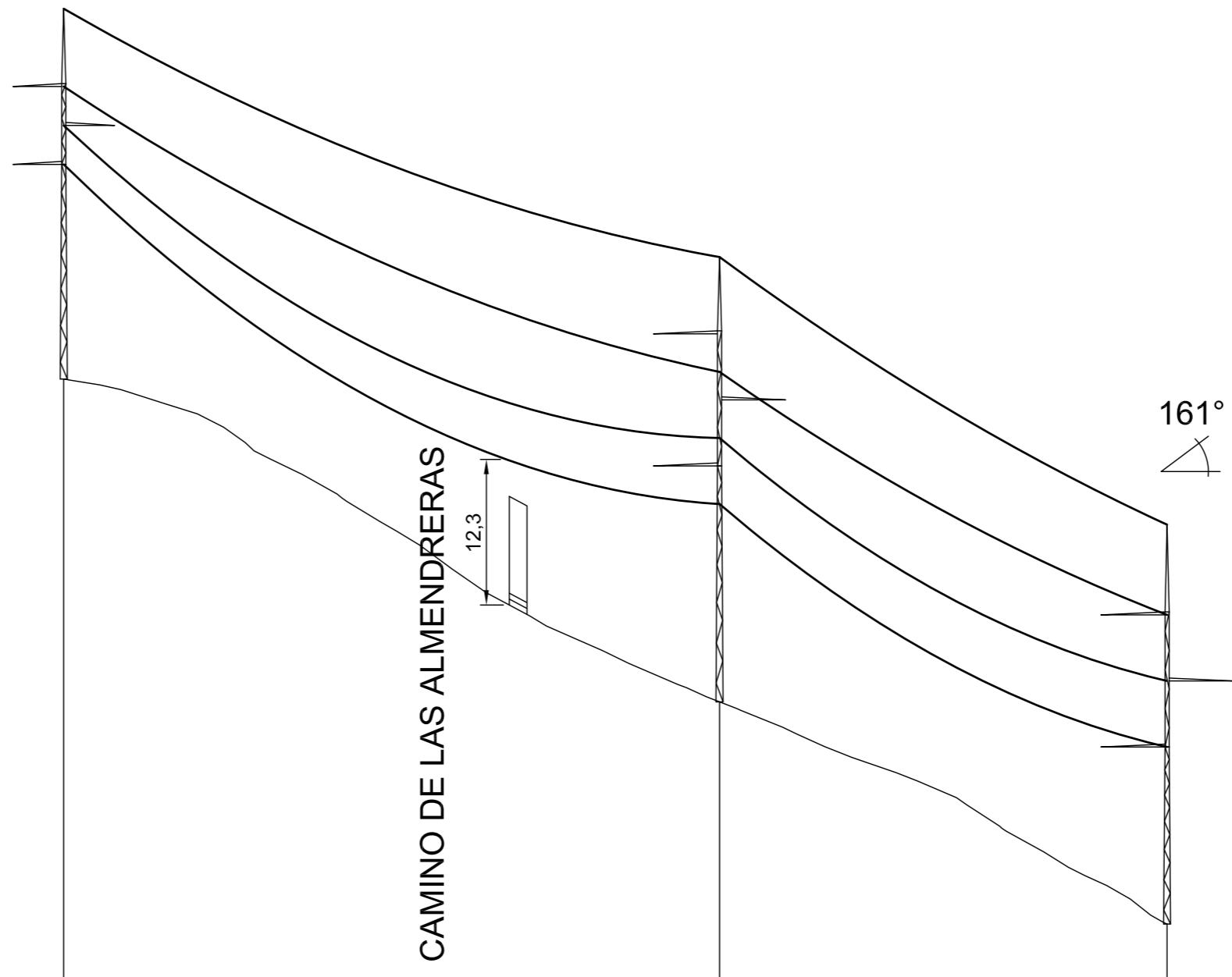


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	111	303.35	112
Cota Terreno (m)	341.83		348.08
Distancia Parcial (m)	266.16		303.35
Distancia Origen (m)	31803.71		32107.06
Función Apoyo	AN-AM (135°)		AL-ANC
Serie Apoyo	IC-55000-15		CO-9000-18



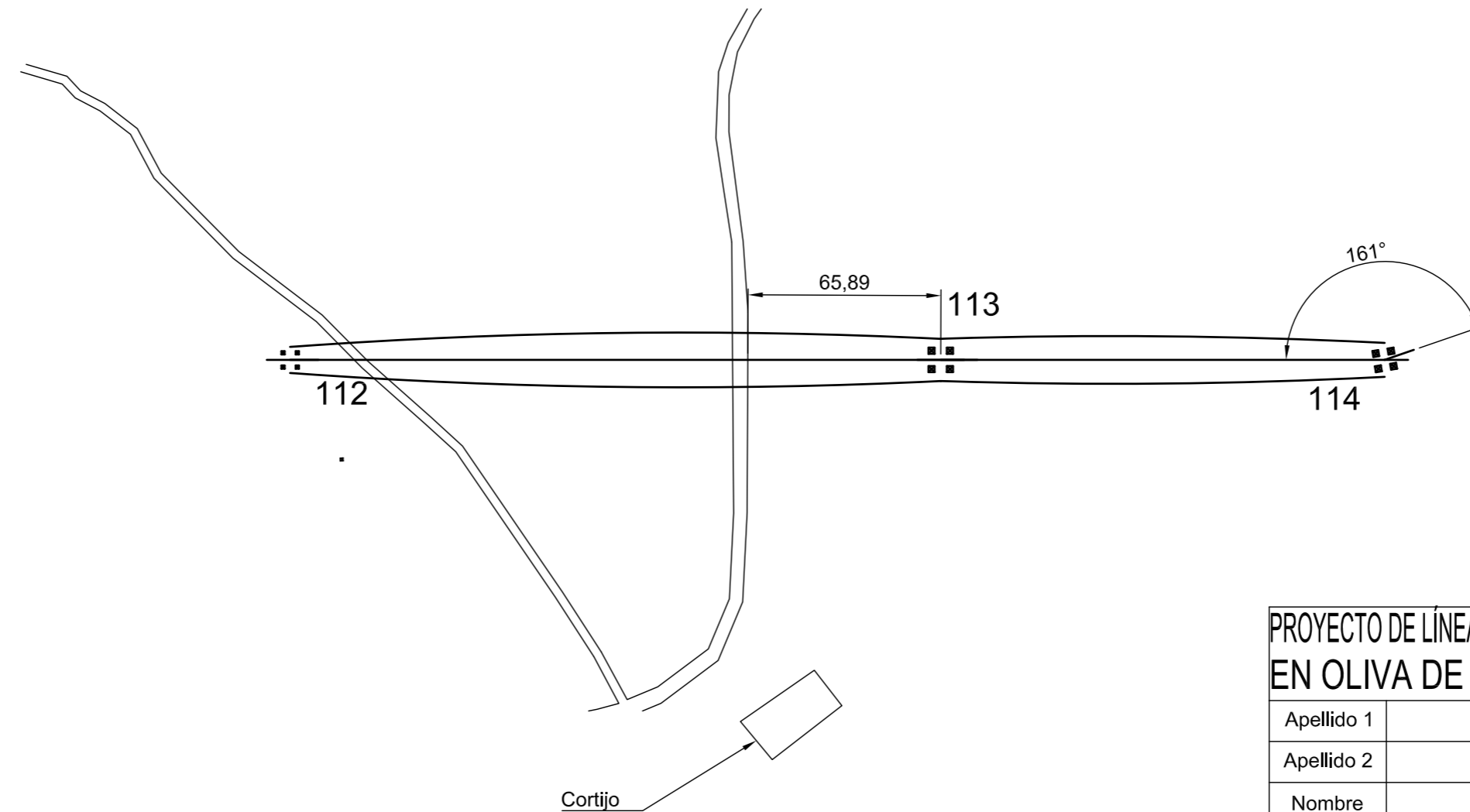
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUOLA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 48
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 47			Sustituye a:
			Sustituido por:



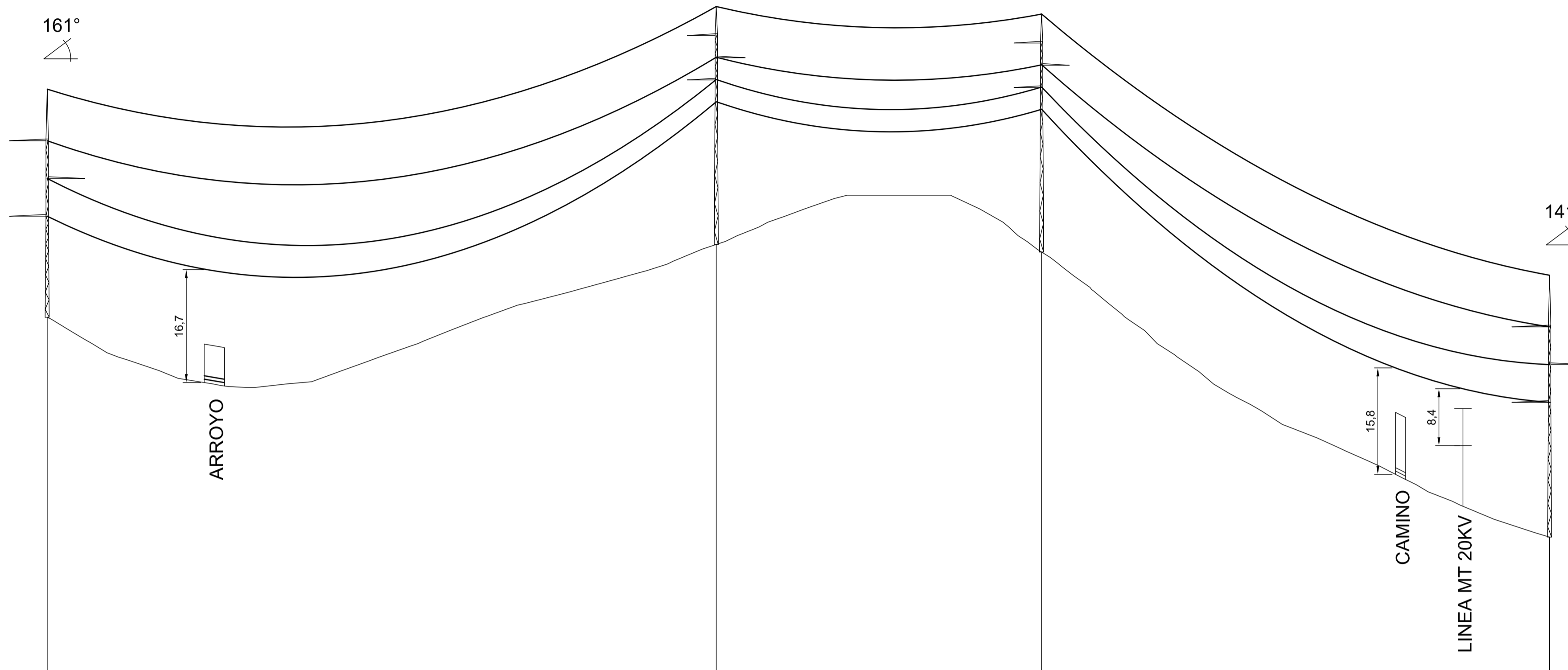
Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	112	222.18	113	151.61	114
Cota Terreno (m)	348.08		320.72		301.89
Distancia Parcial (m)	303.35		222.18		151.61
Distancia Origen (m)	32107.06		32329.25		32480.86
Función Apoyo	AL-ANC		AL-SU		AN-AM (161°)
Serie Apoyo	CO-9000-18		GCO-40000-20		GCO-40000-15

CAMINO DE LAS ALMENDRERAS

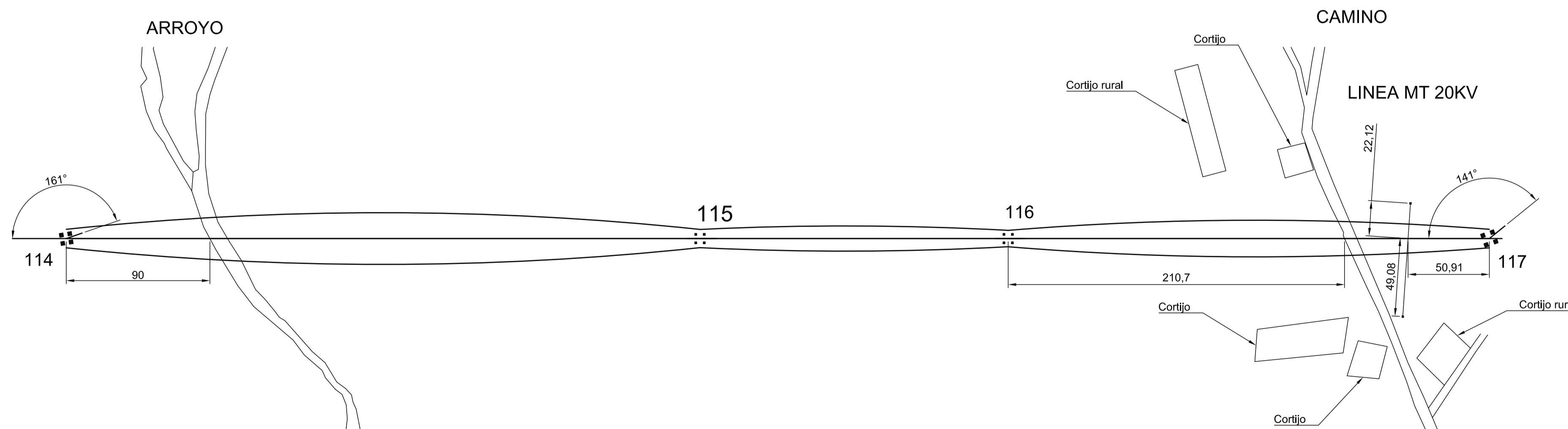


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 49
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 48			Sustituye a:
			Sustituido por:

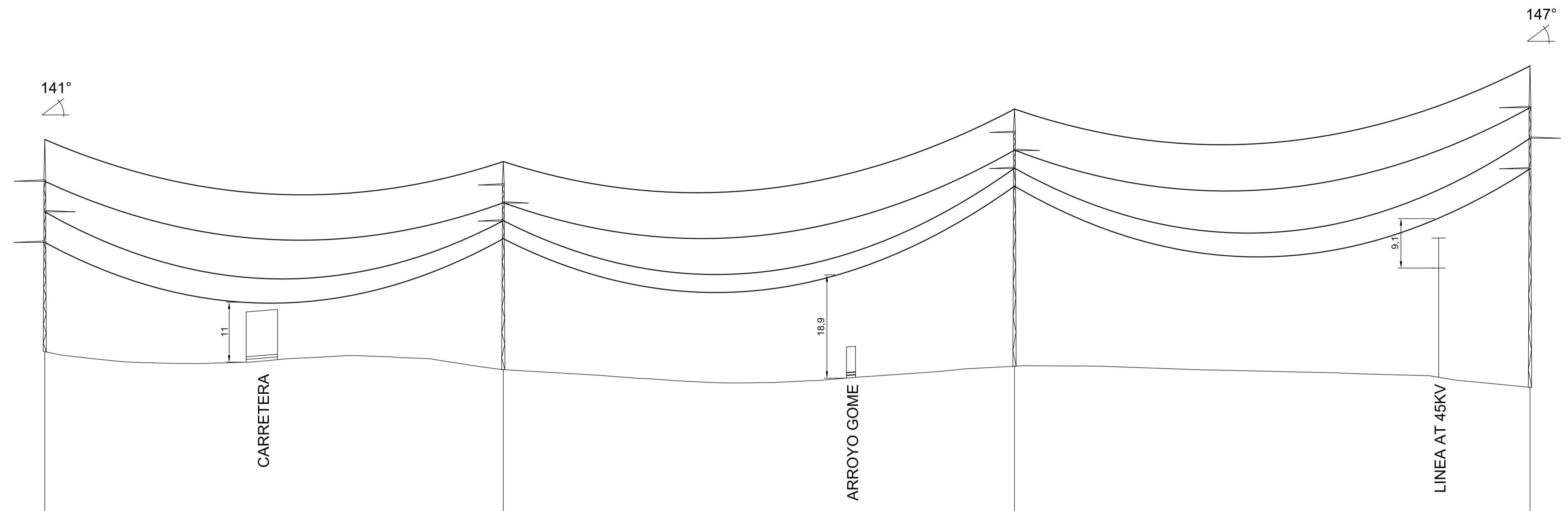


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	114	397.03	115	193.06	116	301.43	117
Cota Terreno (m)	301.89		312.70		311.58		269.28
Distancia Parcial (m)	151.61		397.03		193.06		301.43
Distancia Origen (m)	32480.86		32877.89		33070.95		33372.38
Función Apoyo	AN-AM (161°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (141°)
Serie Apoyo	GCO-40000-15		CO-3000-24		CO-3000-24		GCO-40000-20

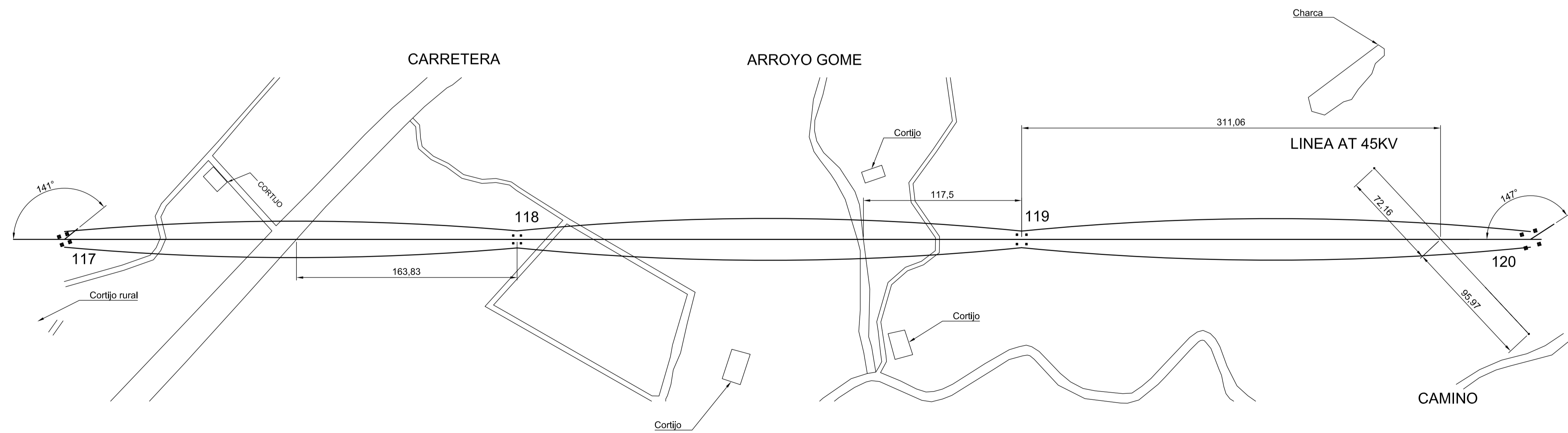


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 50
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 49			Sustituye a:
			Sustituido por:

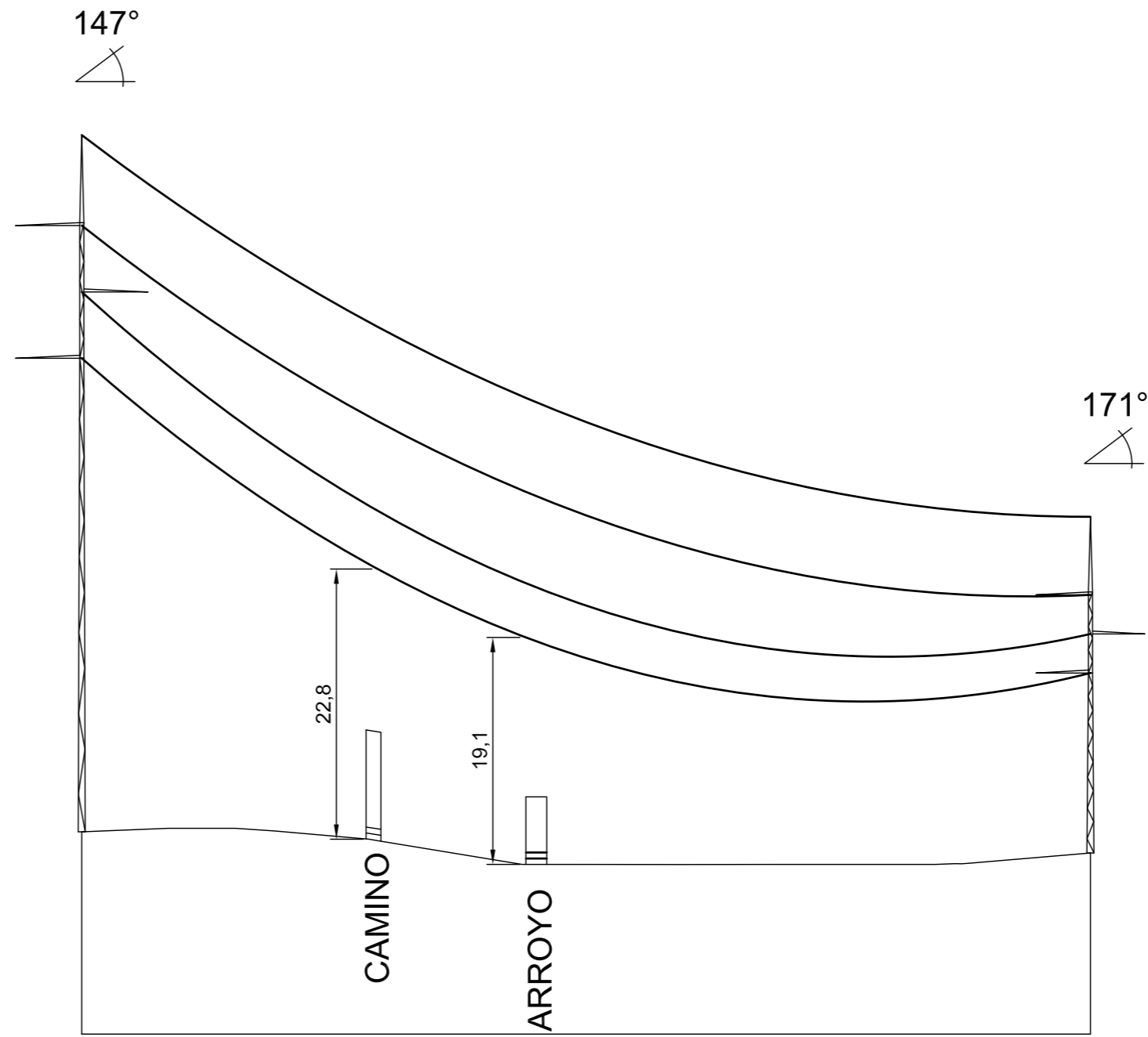


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	117	336.07	118	374.68	119	377.83	120
Cota Terreno (m)	269.28		265.98		266.61		262.75
Distancia Parcial (m)	301.43		336.07		374.68		377.83
Distancia Origen (m)	33372.38		33708.45		34083.13		34460.96
Función Apoyo	AN-AM (141°)		AL-SU		AL-SU		AN-AM (147°)
Serie Apoyo	GCO-40000-20		CO-5000-27		CO-5000-36		GCO-40000-40

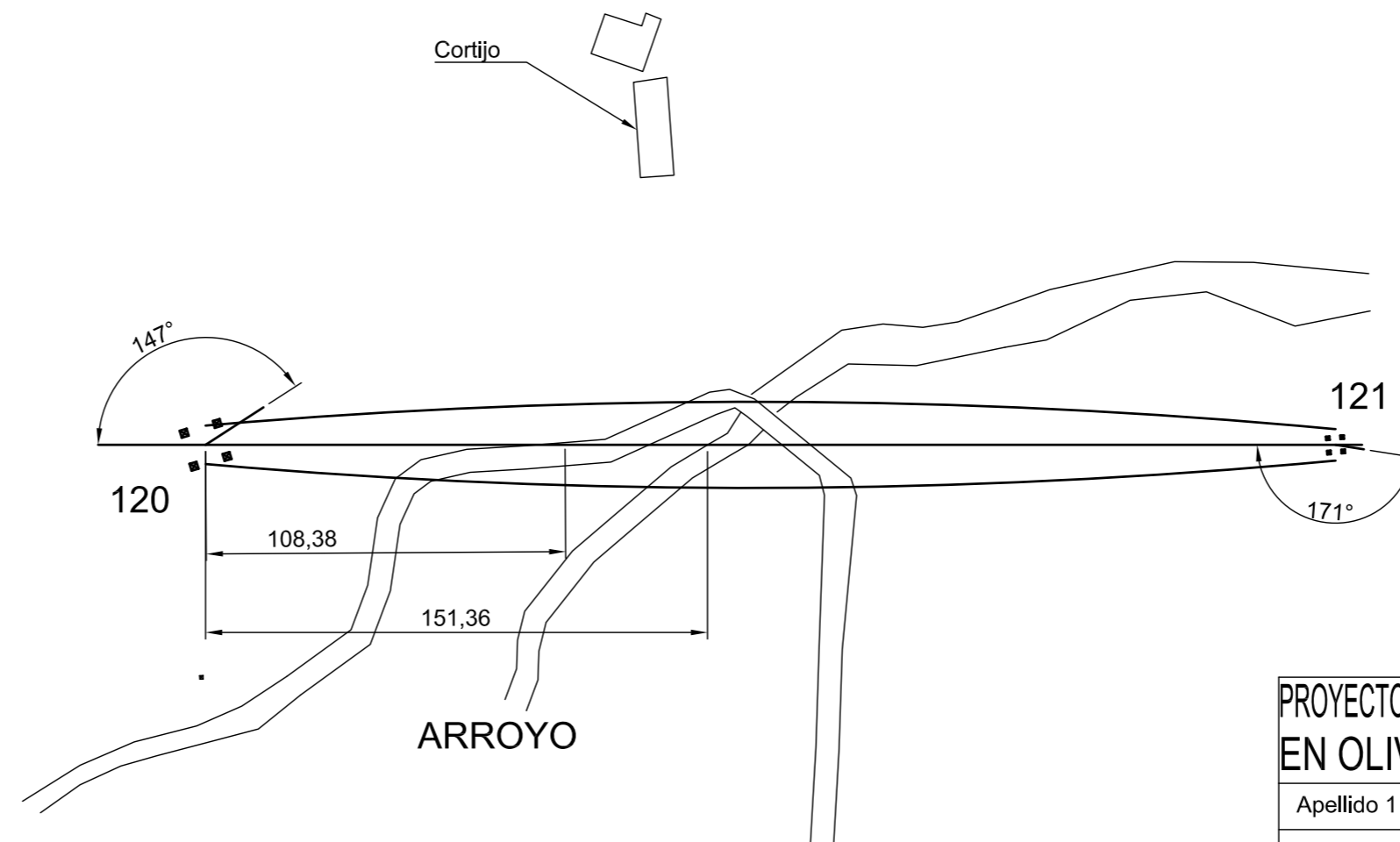


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala	H 1:2000 V 1:500		Nº 51
PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 50			Sustituye a:
			Sustituido por:

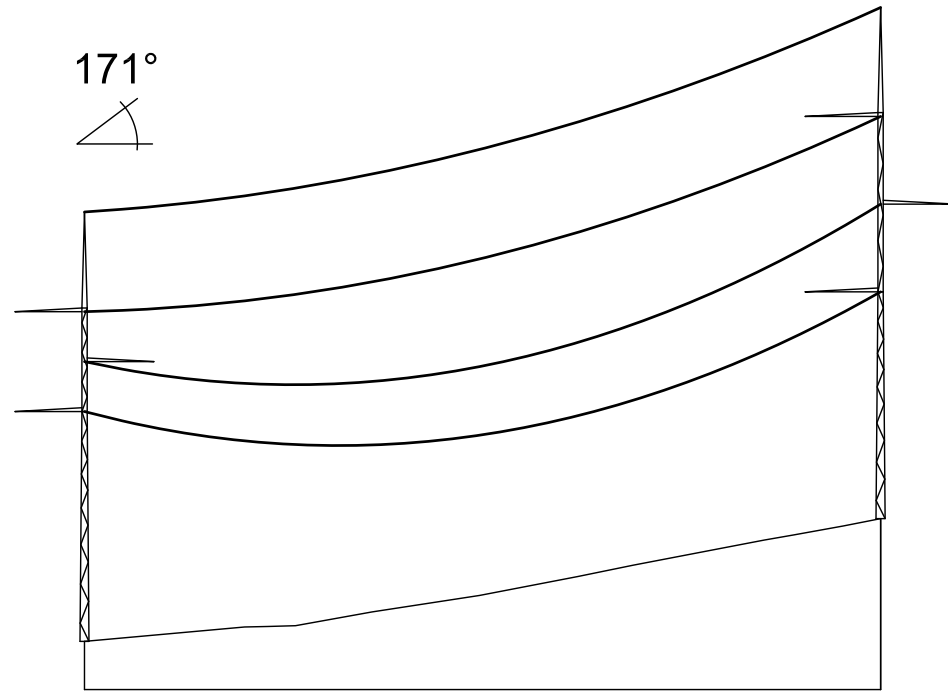


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	120	340.71	121
Cota Terreno (m)	262.75		260.96
Distancia Parcial (m)	377.83		340.71
Distancia Origen (m)	34460.96		34801.67
Función Apoyo	AN-AM (147°)		AN-AM (171°)
Serie Apoyo	GCO-40000-40		CO-9000-15

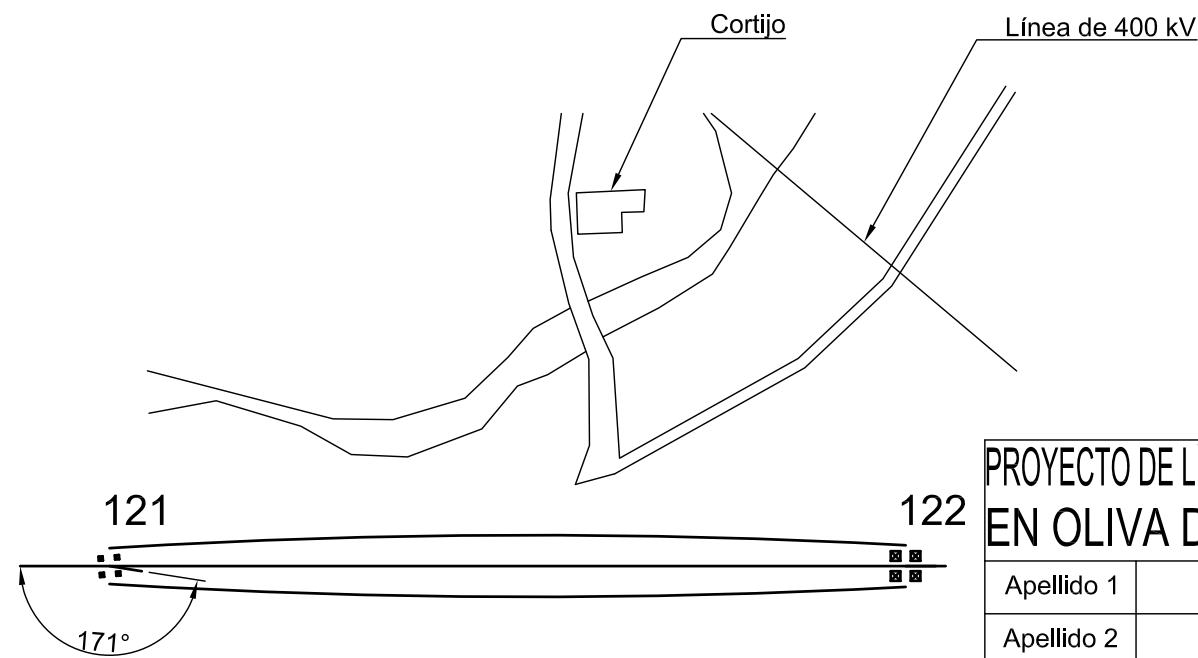


PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 51		Nº 52
H 1:2000			Sustituye a:
V 1:500			Sustituido por:

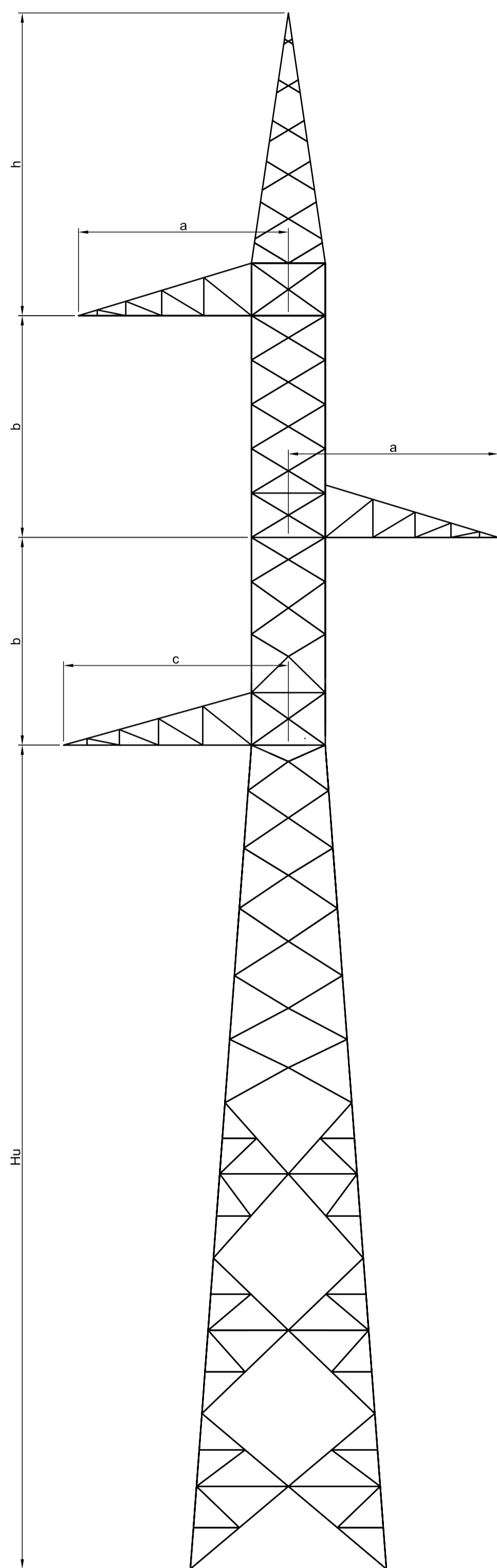


Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	121	210.63	122
Cota Terreno (m)	260.96		269.08
Distancia Parcial (m)	340.71		210.63
Distancia Origen (m)	34801.67		35012.30
Función Apoyo	AN-AM (171°)		FL
Serie Apoyo	CO-9000-15		IC-55000-15



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala H 1:2000 V 1:500	PERFIL Y PLANTA DE LÍNEA. TRAMO 52		Nº 53
			Sustituye a:
			Sustituido por:

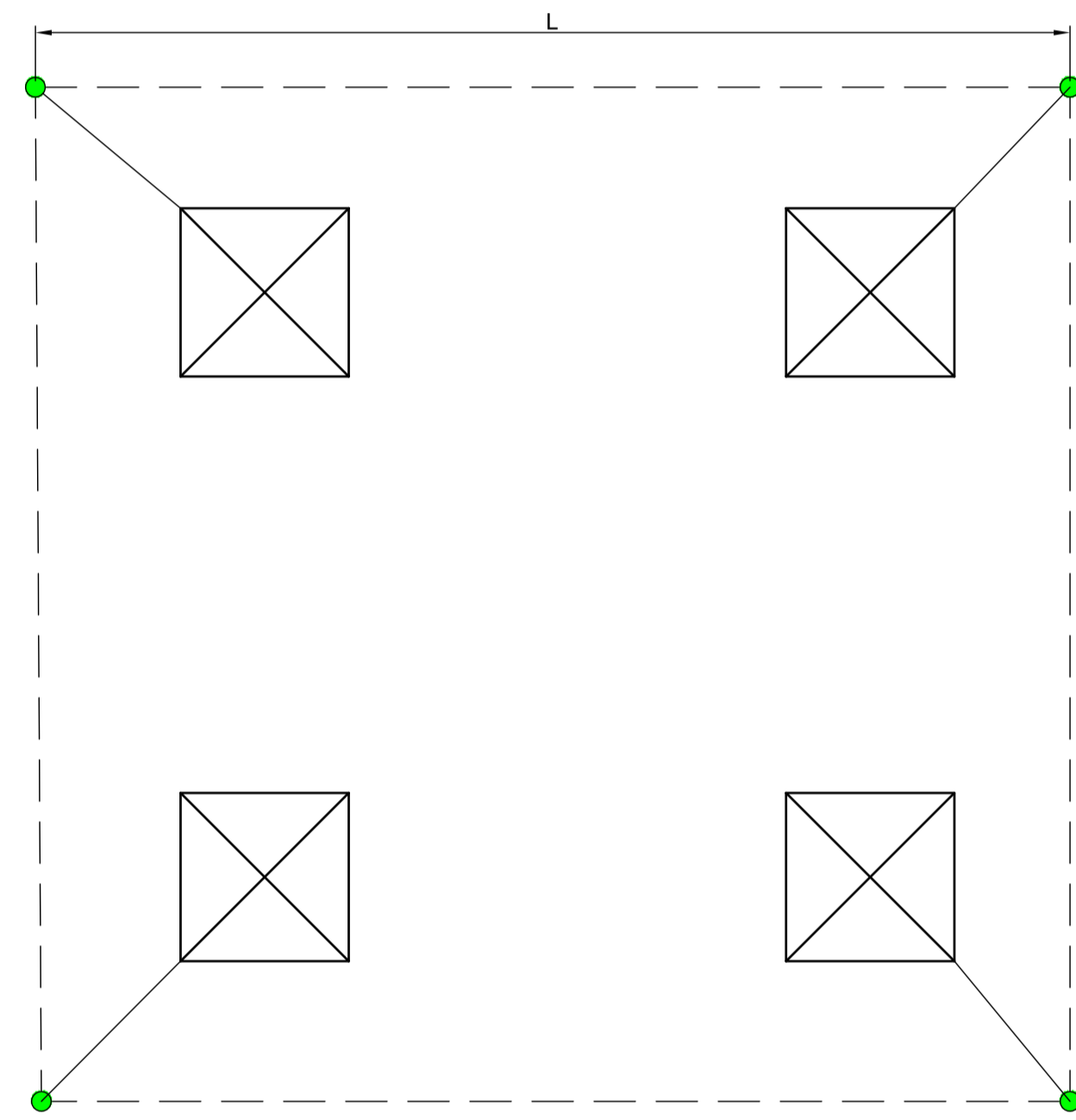
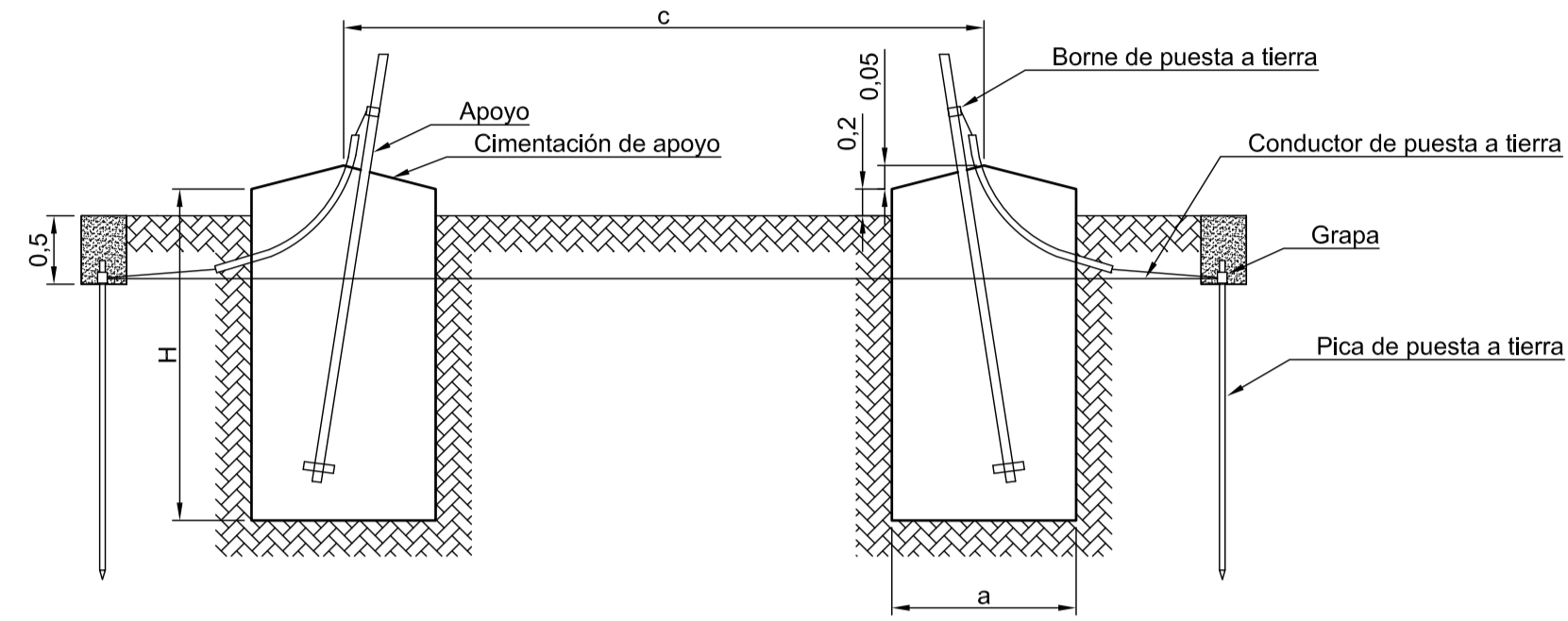


Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Altura útil (m) "Hu"	Armados S			
				Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"
1	FL	IC-55000	15	5,8	5	6	7,2
2	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
3	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
4	AN-AM	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	7,65
5	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
6	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
7	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
8	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
9	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,3	4,6	4,3
10	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
11	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
12	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,1	4,3	4,3
13	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
14	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
15	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
16	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
17	AL-ANC	CO-9000	18,2	3,3	4,3	4,6	6,6
18	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
19	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
20	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
21	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
22	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
23	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
24	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
25	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
26	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
27	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
28	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
29	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
30	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,3	4,6	4,3
31	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
32	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
33	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
34	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
35	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	3,6	3,8	4,3
36	AL-ANC	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
37	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
38	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
39	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
40	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
41	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
42	AL-SU	CO-5000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
43	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
44	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
45	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
46	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
47	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
48	AL-SU	CO-5000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
49	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
50	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
51	AN-ANC	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
52	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
53	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
54	AL-ANC	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
55	AL-SU	IC-55000	25	5,8	6	6,5	7,2
56	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
57	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
58	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
59	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
60	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
61	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
62	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
63	AN-AM	IC-55000	20	5,8	6	6,5	8,6
64	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
65	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
66	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
67	AN-ANC	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
68	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
69	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
70	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,3	4,6	4,3

Nº del Apoyo	Función de apoyo	Denominación de torre	Altura útil (m) "Hu"	Armados S			
				Cabeza (m) "b"	Cruceta (m) "a"	Cruceta (m) "c"	Cúpula (m) "h"
71	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
72	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
73	AN-AM	CO-12000	21,2	3,3	4,6	4,9	6,6
74	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
75	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
76	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
77	AL-SU	GCO-40000	35	5,6	5,6	6	6,5
78	AL-SU	GCO-40000	30	5,6	5,6	6	6,5
79	AL-AM	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
80	AN-ANC	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
81	AL-AM	CO-9000	21,2	3,3	4,3	4,6	6,6
82	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
83	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
84	AL-AM	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
85	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
86	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
87	AL-SU	IC-55000	25	5,8	6	6,5	7,2
88	AN-AM	CO-9000	18,2	3,3	4,6	4,9	6,6
89	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	3,8	4,1	4,3
90	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
91	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
92	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
93	AN-AM	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	7,65
94	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
95	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
96	AL-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,3	4,6	6,6
97	AN-AM	CO-9000	21,2	4,4	4,6	4,9	6,6
98	AL-ANC	CO-9000	24,4	3,3	4,3	4,6	6,6
99	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,1	4,3	4,3
100	AL-SU	CO-3000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
101	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
102	AN-AM	CO-9000	12,2	3,3	4,6	4,9	6,6
103	AL-SU	CO-3000	21,2	3,3	4,6	4,9	4,3
104	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
105	AL-SU	CO-5000	24,4	3,3	4,6	4,9	4,3
106	AN-AM	CO-12000	21,2	3,3	4,6	4,9	6,6
107	AL-SU	GCO-40000	25	5,6	5,6	6	6,5
108	AN-AM	IC-55000	25	5,8	6	6,5	8,6
109	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
110	AN-AM	IC-55000	15	5,8	6	6,5	8,6
111	AN-AM	IC-55000	15	5,8	6	6,5	8,6
112	AL-ANC	CO-9000	18,2	3,3	4,3	4,6	6,6
113	AL-SU	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	6,5
114	AN-AM	GCO-40000	15	5,6	5,6	6	7,65
115	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,3	4,6	4,3
116	AL-SU	CO-3000	24,4	3,3	4,1	4,3	4,3
117	AN-AM	GCO-40000	20	5,6	5,6	6	7,65
118	AL-SU	CO-5000	27,2	3,3	4,6	4,9	4,3
119	AL-SU	CO-5000	36,2	3,3	4,6	4,9	4,3
120	AN-AM	GCO-40000	40	5,6	5,6	6	7,65
121	AN-AM	CO-9000	15,2	3,3	4,6	4,9	6,6
122	FL	IC-55000	15	5,8	5	6	7,2

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala S/E	DETALLE DE APOYOS		Nº 54
			Sustituye a:
			Sustituido por:

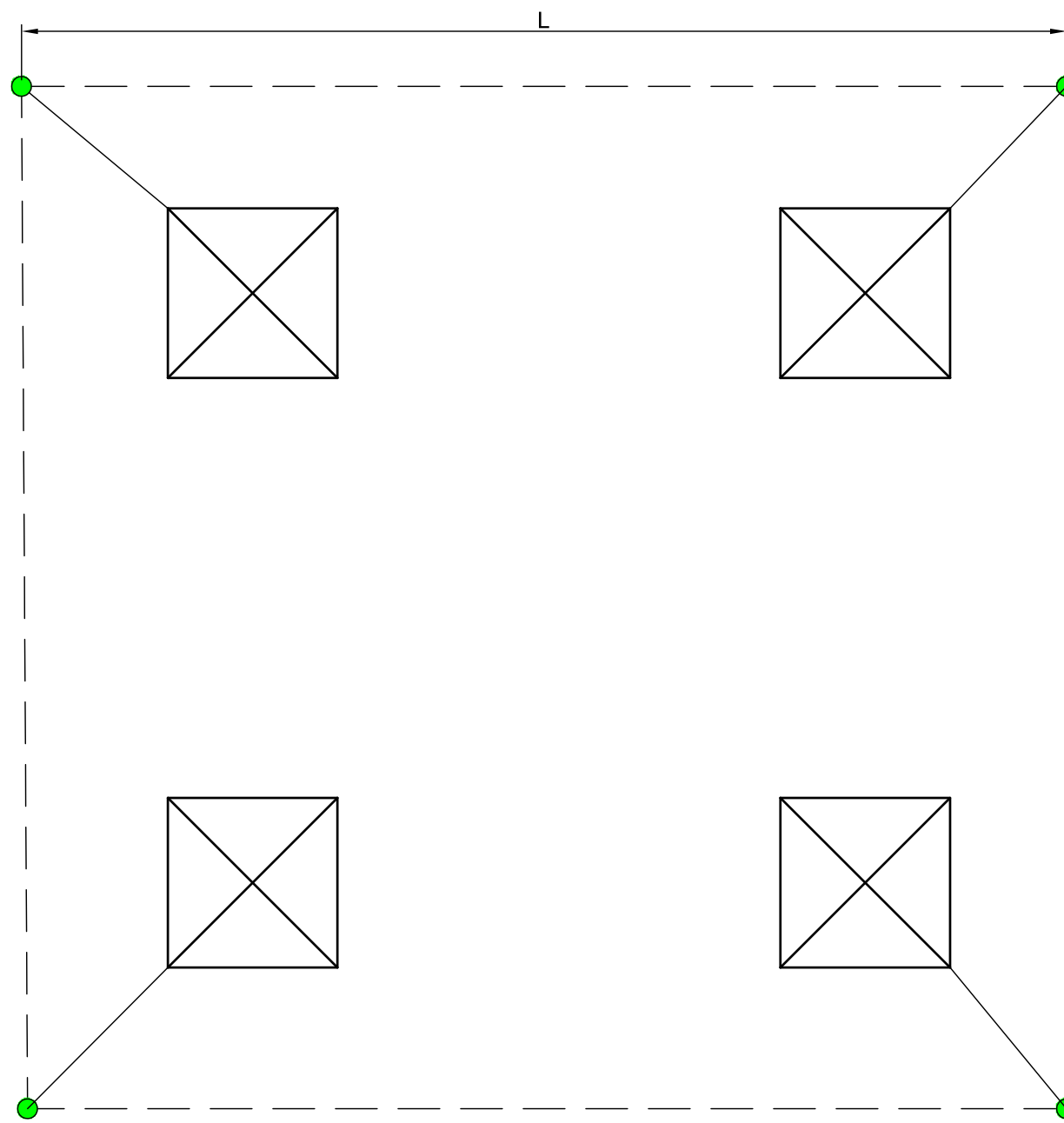
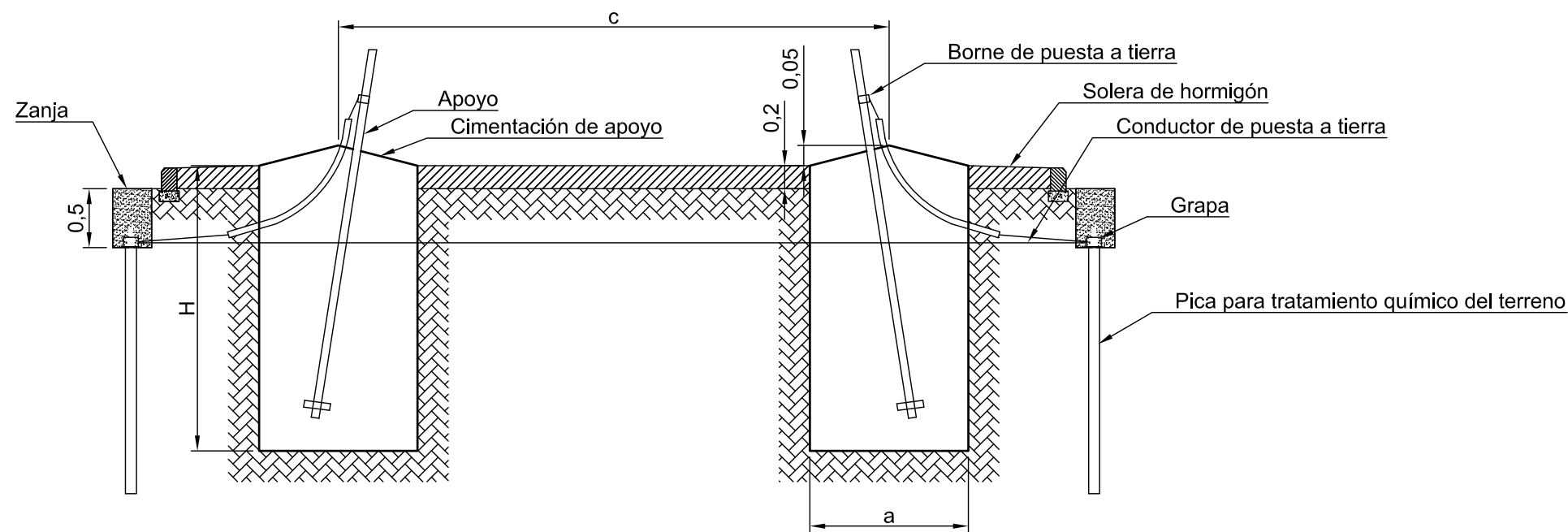


Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)				Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c	L		
1	FL	2,55	3,85	5,3	11	100,14	105,77
2	AN-AM	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
3	AN-AM	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
4	AN-AM	2,2	3,6	8,32	11	69,7	73,89
5	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
6	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66
7	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
8	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
9	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66
10	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
11	AL-SU	2,2	3,6	8,32	11	69,7	73,89
12	AL-SU	0,9	2,2	5,72	11	7,12	7,82
13	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
14	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
15	AL-AM	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
16	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
17	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	11	12,12	13,17
18	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
19	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
20	AN-AM	2,6	3,95	6,14	11	106,81	112,66
21	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
22	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
23	AN-AM	2,6	3,95	6,14	11	106,81	112,66
24	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
25	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
26	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
27	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
28	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
29	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
30	AL-SU	0,9	2,2	5,72	11	7,12	7,82
31	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
32	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
33	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
34	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
35	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
36	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
37	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
38	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
39	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
40	AL-SU	1	2,4	5,72	11	9,6	10,47
41	AL-SU	1	2,4	5,72	11	9,6	10,47
42	AL-SU	0,95	2,35	4,83	11	8,48	9,27
43	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66
44	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
45	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
46	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
47	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
48	AL-SU	0,95	2,35	4,83	11	8,48	9,27
49	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
50	AL-AM	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
51	AN-ANC	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
52	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
53	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
54	AL-ANC	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
55	AL-SU	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
56	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
57	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
58	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
59	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
60	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
61	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
62	AL-SU	2,2	3,6	8,32	11	69,7	73,89
63	AN-AM	2,6	3,95	6,14	11	106,81	112,66
64	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
65	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
66	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
67	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
68	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
69	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
70	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66

Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)				Volumen Excavación (m³)	Volumen Hormigón (m³)
		a	H	c	L		
71	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66
72	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
73	AN-AM	1,3	2,8	5,35	11	18,92	20,38
74	AL-SU	0,9	2,2	5,72	11	7,12	7,82
75	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
76	AN-AM	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
77	AL-SU	2,2	3,6	9,37	11	69,7	73,89
78	AL-SU	2,2	3,6	8,32	11	69,7	73,89
79	AL-AM	1,15	2,6	5,92	11	13,76	14,91
80	AN-ANC	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
81	AL-AM	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
82	AN-AM	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
83	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
84	AL-AM	1,15	2,6	5,92	11	13,76	14,91
85	AN-AM	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
86	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
87	AL-SU	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
88	AN-AM	1,1	2,5	4,85	11	12,12	13,17
89	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
90	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
91	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
92	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
93	AN-AM	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
94	AL-SU	1	2,4	5,72	11	9,6	10,47
95	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
96	AL-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
97	AN-AM	1,15	2,55	5,35	11	13,48	14,63
98	AL-ANC	1,15	2,6	5,92	11	13,76	14,91
99	AL-SU	1	2,4	5,72	11	9,6	10,47
100	AL-SU	0,9	2,2	5,72	11	7,12	7,82
101	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
102	AN-AM	1,05	2,45	3,8	11	10,8	11,76
103	AL-SU	0,9	2,15	4,83	11	6,96	7,66
104	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
105	AL-SU	0,95	2,35	5,3	11	8,48	9,26
106	AN-AM	1,3	2,8	5,35	11	18,92	20,38
107	AL-SU	2,15	3,6	7,3	11	66,56	70,57
108	AN-AM	2,7	3,95	6,97	11	115,18	121,5
109	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
110	AN-AM	2,55	3,85	5,3	11	100,14	105,77
111	AN-AM	2,55	3,85	5,3	11	100,14	105,77
112	AL-ANC	1,1	2,5	4,85	11	12,12	13,17
113	AL-SU	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32
114	AN-AM	2,05	3,6	5,27	11	60,52	64,16
115	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
116	AL-SU	0,9	2,15	5,3	11	6,96	7,66
118	AL-SU	1	2,4	5,72	11	9,6	10,47
119	AL-SU	1,1	2,55	7,06	11	12,34	13,39
120	AN-AM	2,2	3,65	10,39	14	70,66	74,86
121	AN-AM	1,1	2,45	4,32	11	11,84	12,89
122	FL	2,55	3,85	5,3	11	100,14	105,77

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

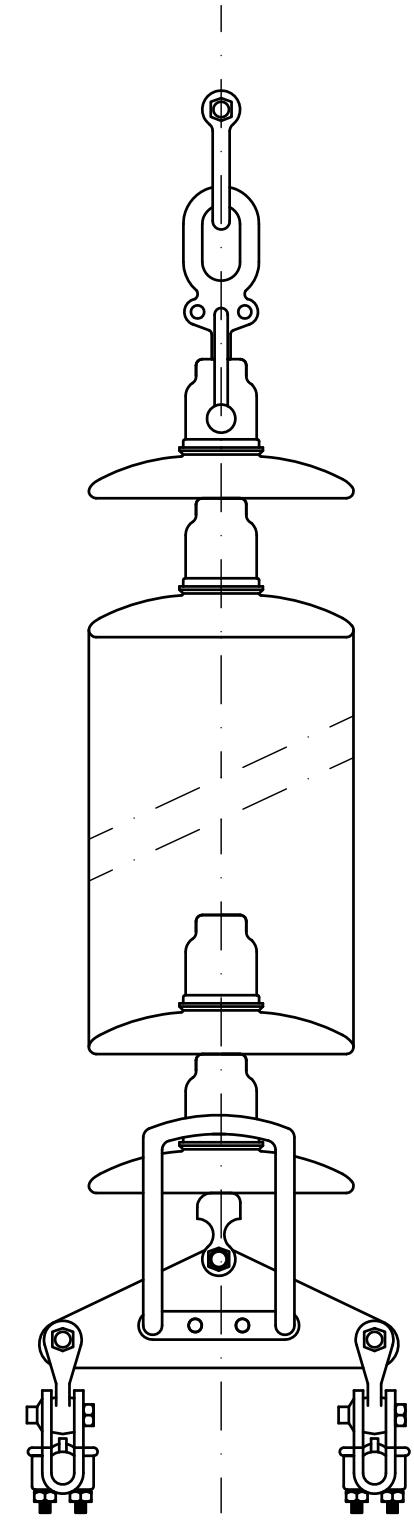
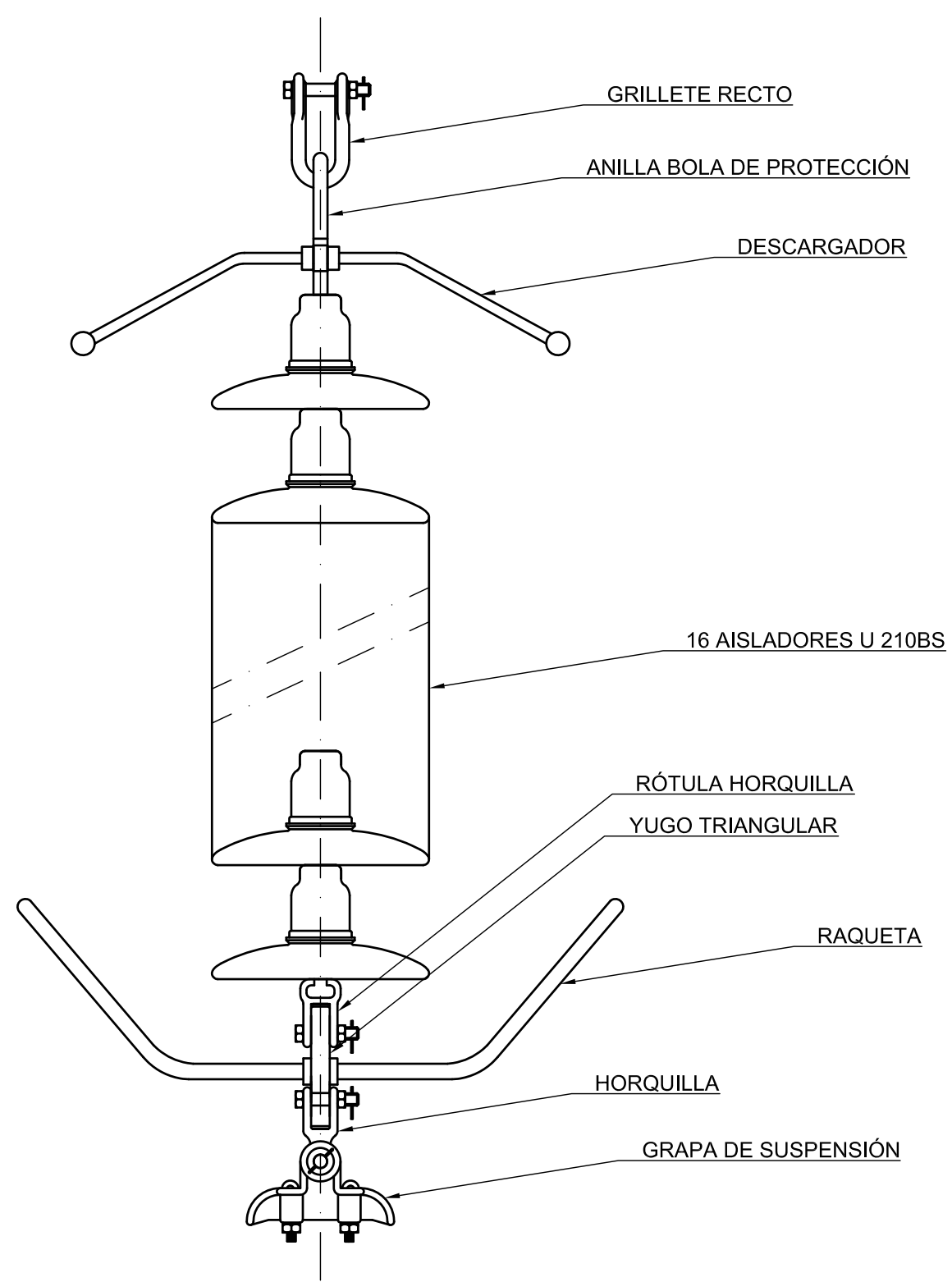
Apellido 1	Osnyskiy	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala S/E	PUESTA A TIERRA AP. NO FRECUENT.		Nº 55
			Sustituye a:
			Sustituido por:



Nº del Apoyo	Función de Apoyo	Dimensiones (m)				Volumen Excavación (m ³)	Volumen Hormigón (m ³)
		a	H	c	L		
117	AN-AM	2,1	3,6	6,28	11	63,5	67,32

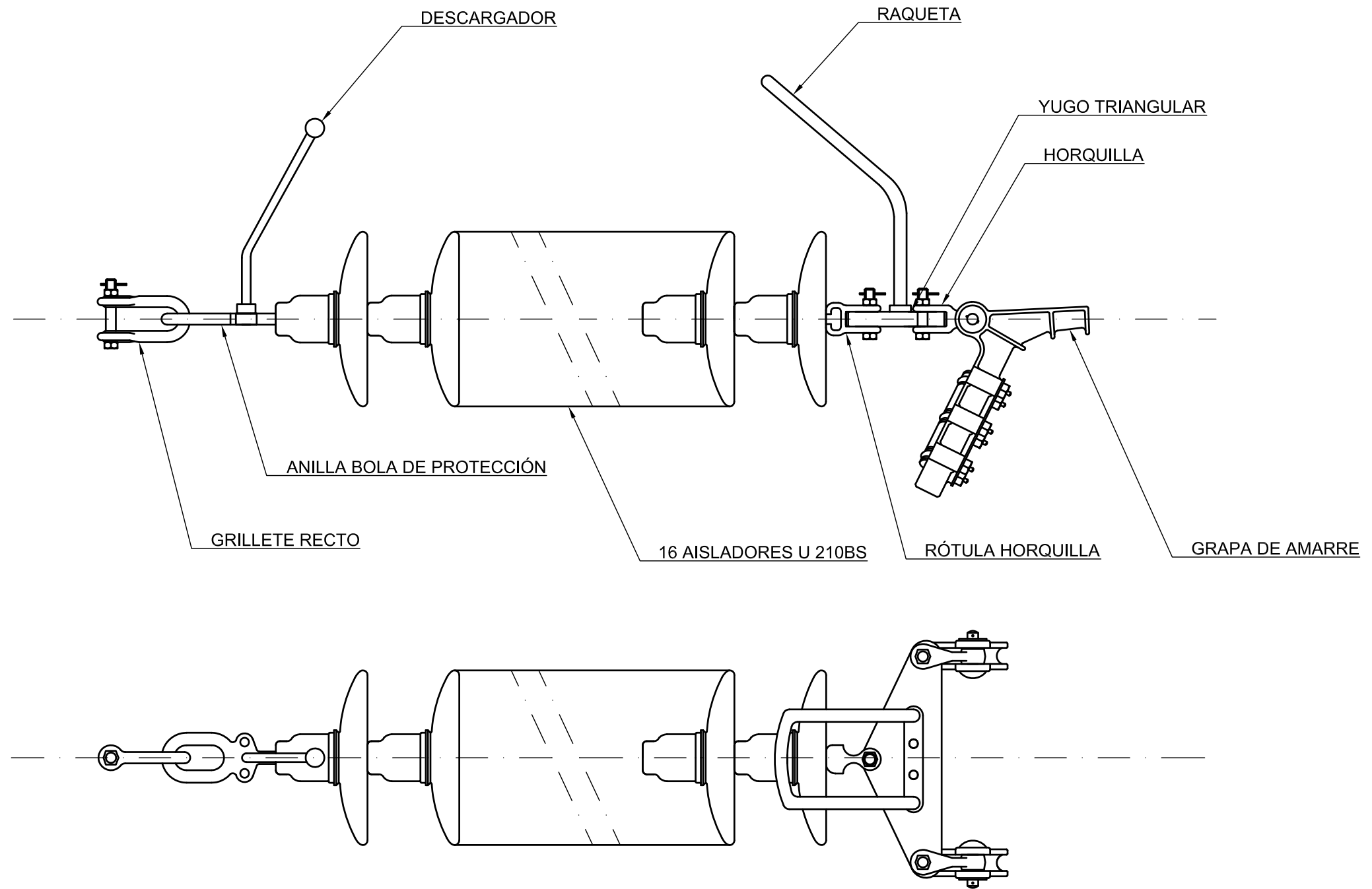
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala S/E	PUESTA A TIERRA AP. FRECUENTADAS		Nº 56
			Sustituye a:
			Sustituido por:



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

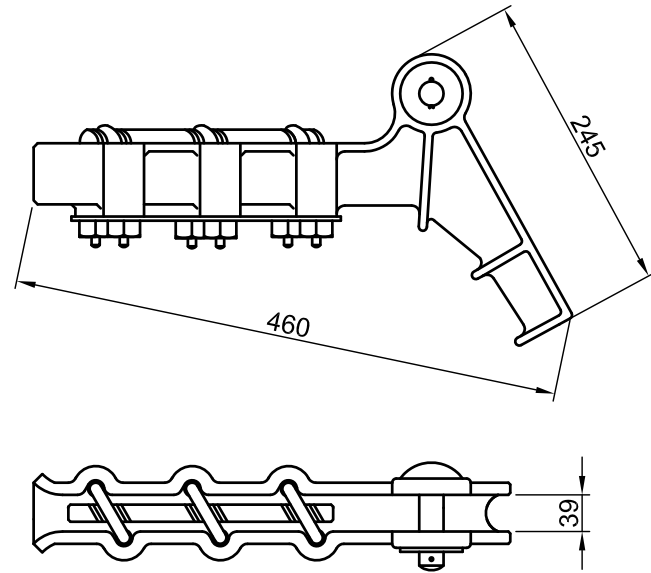
Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2		01/2015	
Nombre	Roman		
Escala S/E	CAD. DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN		Nº 57
			Sustituye a:
			Sustituido por:



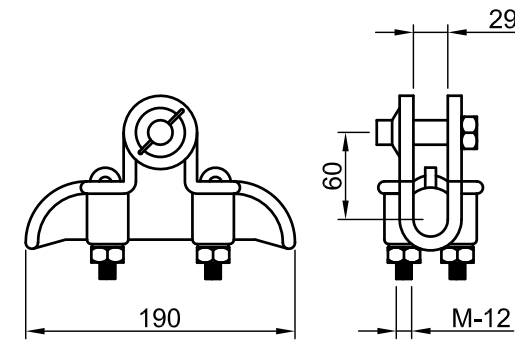
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA"
 EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala S/E	CAD. DE AISLADORES EN AMARRE		Nº 58
			Sustituye a:
			Sustituido por:

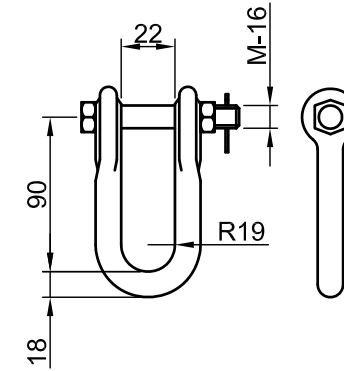
GRAPA DE AMARRE
GA-4T



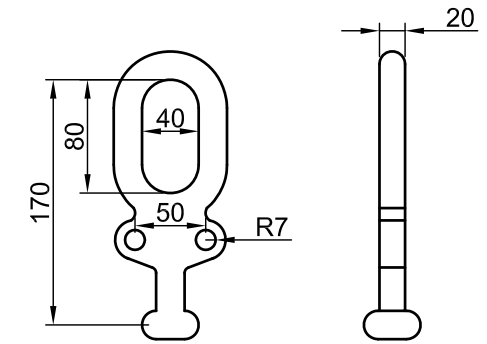
GRAPA DE SUSPENSIÓN
GS-4T



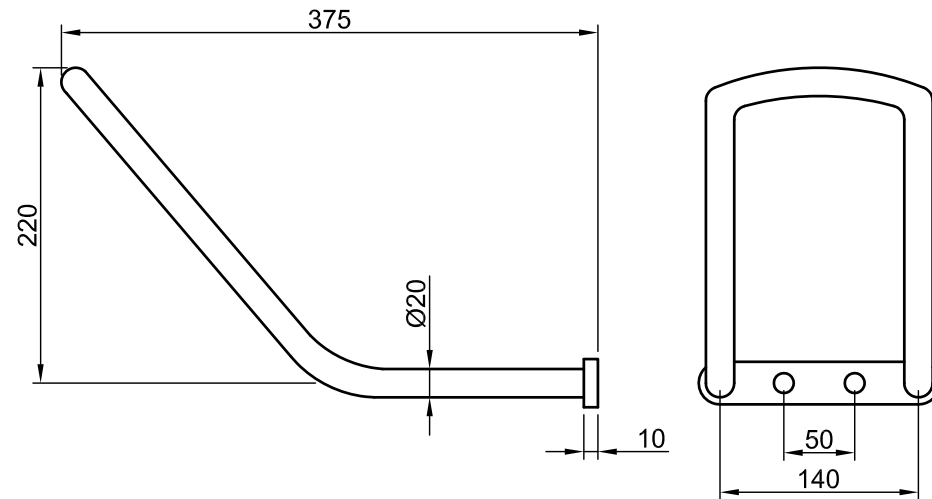
GRILLETES RECTOS
GN-16T-L



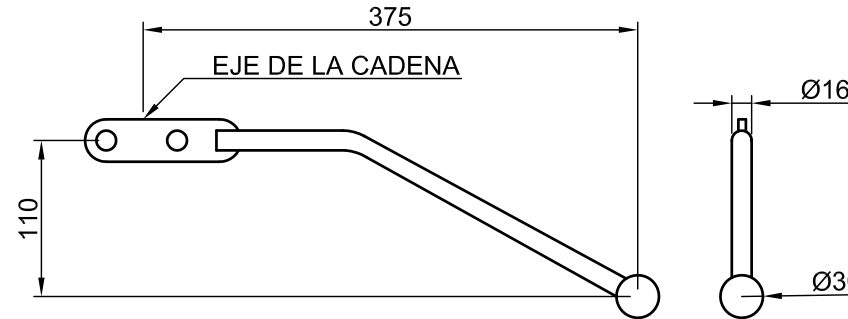
ANILLAS BOLA DE PROTECCIÓN
AB-20-P



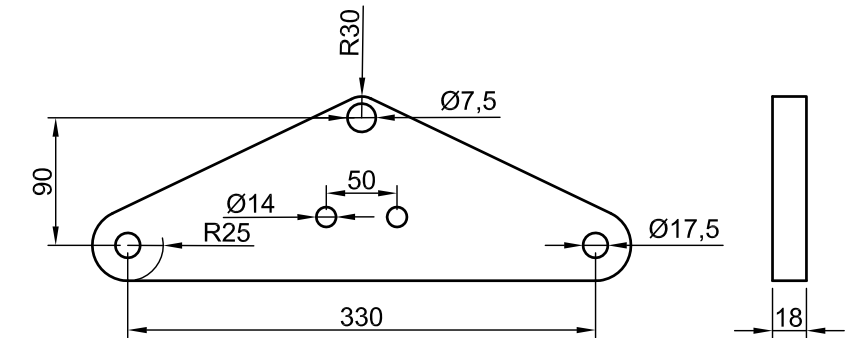
RAQUETAS
R-37/22



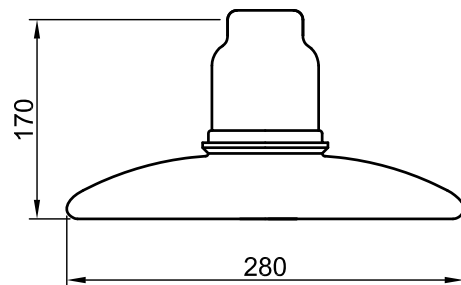
DESCARGADORES
DC-37/11



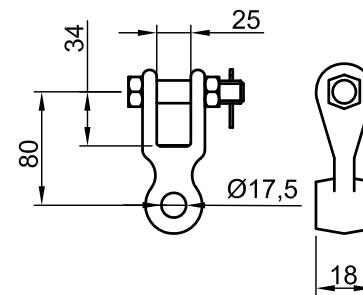
YUGOS TRIANGULARES
Y-16/330-21



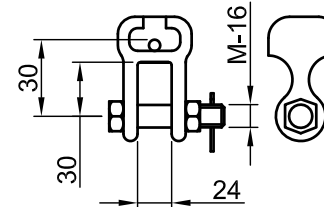
AISLADORES
U210BS



HORQUILLAS
HR-16/E



ROTULAS HORQUILLA
RH-16



PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW "LA FORESTA" EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS, BADAJOZ

Apellido 1	Osnytskyi	Fecha y Firma	ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES BADAJOZ
Apellido 2			
Nombre	Roman	01/2015	
Escala S/E	DETALLE DE HERRAJES		Nº 59
			Sustituye a:
			Sustituido por:

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán especificadas en el presente pliego y correspondiente proyecto.

2. DESCRIPCIONES GENERALES

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del presente proyecto.

Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

El director técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto. Lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-24042 "Contratación de Obras, Condiciones Generales", siempre que no modifiquen el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 28 de Marzo de 1968 en el grupo, subgrupo y categoría correspondientes al proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1 Datos de la Obra

Se entregará al Contratista una copia de los planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las

características de la Obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, ni adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2 Replanteo de la obra

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado un Acta, en la que constarán, muy bien los datos entregados, firmados por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

3.3 Mejoras y variaciones del Proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito, por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.4 Recepción del material

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.5 Organización

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.6 Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en éste Pliego de condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto, como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El Contratista no podrá utilizar, en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.7 Subcontratación de las obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

1. A que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
2. A que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al Contratante.

3.8 Plazos de ejecución

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.9 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose las Actas que correspondan en las que se harán constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso.

Dichas Actas serán firmadas por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibidas, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.10 Períodos de garantía

El periodo de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.11 Recepción definitiva

Al terminar el Plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por

duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.12 Pago de obras

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documento provisional a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por las certificaciones siguientes.

3.13 Abono de materiales acopiados

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación.

Dicho material será indicado por el Director de Obra e indicado en el Acta de recepción de Obra.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían.

4. CONDICIONES TÉCNICAS EN LA EJECUCIÓN

El Director Técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto, lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

4.1 Excavaciones

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el Director de Obra.

Las paredes de los hoyos serán verticales. Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomara las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abierto las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno.

En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos.

Cuando deban emplearse explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

4.2 Hormigón

Este se deberá dosificar a 250 kg de cemento por cada metro cúbico.

Si la excavación superara el 10 % del volumen técnico, por conveniencia del contratista, siempre de acuerdo con el Director técnico de las obras, o el empleo de explosivos, la dosificación del hormigón será siempre la misma.

El cemento empleado será Portland, de fraguado lento, o bien de otra marca similar, de primera calidad.

Los áridos empleados para las cimentaciones de los apoyos, deberán ser de buena calidad, limpios y no heladizos, estando exentos de materiales orgánicos y de arcillas.

Será preferible la piedra con aristas y superficies rugosas y ásperas, por su mayor adherencia al mortero.

La arena puede proceder de minas o canteras, ríos, o bien, de machaqueo.

La dimensión de los granos de arena no será superior al 6 % (ensayo de granulometría).

El agua empleada para la ejecución del hormigón será limpia y exenta de elementos orgánicos, arcillas, etc.

4.3 Armado e izado de apoyos metálicos

El transporte de todos los materiales a la obra se realizará con el mayor cuidado, e intentando evitar al máximo los posibles desperfectos que pudieran acontecer.

En caso de dobleces de barras, éstas se enderezarán en caliente. Los taladros que se tengan que realizar, se harán con punzón o carraca, nunca por sopletes. Los taladros que no se usen, se cerrarán por medio de soldadura. En caso de que haya que aumentar el diámetro de los mismos, se hará por mediación del escariador. Se deberán eliminar las rebabas de los mismos.

Para el armado se empleará puntero y martillo para que coincidan las piezas que se unen, pero con cuidado para no agrandar el taladro.

Se aconseja armar en tierra el mayor número posible de piezas.

El izado deberá hacerse sin originar deformaciones permanentes sobre elementos que componen el apoyo.

Cuando la torre está izada, se hará un repaso general del ajuste de los componentes.

Los postes de hormigón se transportarán en vehículos preparados al efecto, y, al depositarlos se hará en un lugar llano y con sumo cuidado en evitación de deformaciones de los mismos.

Todas las piezas deberán estar recubiertas de material blando y flexible (gomas naturales o sintéticas).

4.4 Tendido, tensado y regulado de los conductores

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan.

En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

Para ejercer la tracción se pueden emplear cuerdas pilotos, pero deben ser las mismas del tipo flexible y antigiratorias, montando bulones de rotación para compensar los defectos de la torsión. Si se produce alguna rotura en los hilos de los cables, por cualquier causa, se deberán colocar manguitos separatorios.

Todo el tendido y tensado de los conductores se realizará conforme a la tabla de tendido proporcionada por el proyectista, y conforme a las características climatológicas a las que se va a realizar la operación.

- Poleas de tendido: Para cables de aluminio, éstas serán de aleación de aluminio. El diámetro será entre 25 y 30 veces el diámetro del cable que se extienda. Esta polea estará calculada para aguantar esfuerzos a que deba ser sometida.
- Tensado: Este deberá realizarse arriostrando las torres de amarre a los apoyos de hormigón de anclajes en sentido longitudinal. El tensado de los cables se hará por medio de un cable piloto de acero en evitación de flexiones exageradas. Todos los aparatos para el tensado deberán colocarse a distancia conveniente de la torre de tense, para que el ángulo formado por las tangentes del piloto al paso por la polea no sea inferior a los 150 grados.
- Regulado: Toda línea se divide en trozos de longitudes variables según situación de vértices. En el perfil longitudinal se definen los vanos y en los cálculos las flechas de cada uno de ellos, y al mismo se deberá adaptar.

4.5 Cadena de aisladores

Estos se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados. Se tendrá especial cuidado en su traslado y colocación para que no sufran desperfectos los herrajes que unen las cadenas.

4.6 Empalmes

Serán de tal calidad que garanticen la resistencia mecánica exigida por los Reglamentos y no exista aumento de la resistencia del conductor.

Los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente, tanto interior como exteriormente, con cepillo y baquetas especiales.

4.7 Engrapado

Para el mismo se deberá tomar medida para conseguir un buen aplomo de las cadenas de aisladores.

El apretado de los tornillos de las grapas se debe hacer alternativamente para asegurar un buen apriete.

5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales serán de primera calidad. No deberán presentar deterioro ni defecto alguno que disminuya la función que tengan que desarrollar.

5.1 Conductores trenzados

Deberán ir provistos de cubierta de aislamiento, el cual será de polietileno reticulado (PRC).

Se deberán distinguir de otros por lo que deberán ir grabados en tintas blancas o relieves en el exterior.

Las secciones de los conductores serán las determinadas en la Memoria.

Los empalmes deberán realizarse mediante manguitos a compresión y el aislamiento será regenerado con cinta de goma autovulcanizante y recubierta con cinta de P.V.C.

5.2 Abrazaderas y tacos de sujeción

Las abrazaderas serán de placas de acero isoplastificados y de una sola pieza, dotadas de punta de acero roscada.

Las abrazaderas para cable fiador, serán las mismas, de iguales características, pero sin punta de acero.

Los tacos de sujeción se embutirán previa la realización de taladro.

5.3 Herrajes

El cable fiador de acero y de arriostamiento será flexible y galvanizado.

El resto de los herrajes (aprietahilos, grilletes, etc.), serán galvanizados en caliente.

5.4 Torres metálicas

Serán de hierro laminado y responderán a la altura determinada en la Memoria.

Serán galvanizadas en caliente. Las cimentaciones se tendrán que adaptar a lo especificado en el cálculo de las mismas.

DOCUMENTO 5: ESTADO DE MEDICIONES

1. CAPÍTULO 1. APOYOS

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
1		APOYOS	Apoyos metálicos de estructura troncopiramidal y sección cuadrada construidas con perfiles angulares galvanizadas, unidos mediante tornillería. Incluido el transporte del material.	
1,1	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1231		13.052,000
1,2	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342		18.019,000
1,3	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232		12.715,000
1,4	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1232		14.913,000
1,5	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,6	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781		3.301,000
1,7	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,8	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,9	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1671		3.259,000
1,1	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,11	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231		14.821,000
1,12	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1561		4.128,000
1,13	Kg	Apoyo GCO-40000-21 y armado S1232		9.131,000
1,14	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1671		3.908,000
1,15	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674		4.843,000
1,16	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,17	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1674		4.418,000
1,18	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561		3.648,000
1,19	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674		3.835,000
1,2	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342		15.575,000
1,21	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781		3.950,000
1,22	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,23	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342		15.575,000
1,24	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,25	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,26	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1671		3.908,000
1,27	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,28	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,29	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,3	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1671		4.150,000
1,31	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671		3.670,000
1,32	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,33	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,34	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,35	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1341		3.618,000
1,36	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674		4.843,000
1,37	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 KV PARA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 MW “LA FORESTA” EN OLIVA DE LA FRONTERA Y JEREZ DE LOS CABALLEROS (BADAJOZ)

DOCUMENTO 5: ESTADO DE MEDICIONES

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
1,38	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781		3.950,000
1,39	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,4	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781		4.501,000
1,41	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781		4.501,000
1,42	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781		3.500,000
1,43	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781		3.301,000
1,44	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,45	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,46	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,47	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		10.623,000
1,48	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781		3.500,000
1,49	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,5	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674		4.843,000
1,51	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232		12.715,000
1,52	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674		3.835,000
1,53	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,54	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674		4.843,000
1,55	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1341		17.918,000
1,56	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674		3.835,000
1,57	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,58	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781		3.950,000
1,59	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,6	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,61	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561		3.648,000
1,62	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231		14.821,000
1,63	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342		15.575,000
1,64	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,65	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,66	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671		3.670,000
1,67	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,68	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,69	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,7	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1671		3.259,000
1,71	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781		3.301,000
1,72	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,73	Kg	Apoyo CO-12000-21 y armado S1784		5.354,000
1,74	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1781		4.192,000
1,75	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,76	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342		18.019,000
1,77	Kg	Apoyo GCO-40000-35 y armado S1231		17.466,000
1,78	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231		14.821,000
1,79	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674		5.469,000
1,8	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,81	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674		4.843,000

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
1,82	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232		12.715,000
1,83	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671		3.670,000
1,84	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674		5.469,000
1,85	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342		18.019,000
1,86	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674		3.835,000
1,87	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1341		17.918,000
1,88	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1784		4.475,000
1,89	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1451		3.632,000
1,9	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,91	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781		3.712,000
1,92	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,93	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232		12.715,000
1,94	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781		4.501,000
1,95	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,96	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674		3.835,000
1,97	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S2784		5.095,000
1,98	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674		5.469,000
1,99	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1561		4.437,000
1,1	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1781		4.192,000
1,101	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,102	Kg	Apoyo CO-9000-12 y armado S1784		3.418,000
1,103	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781		3.301,000
1,104	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671		3.670,000
1,105	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781		3.950,000
1,106	Kg	Apoyo CO-12000-21 y armado S1784		5.354,000
1,107	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231		12.623,000
1,108	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342		18.019,000
10,109	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561		3.648,000
1,11	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1342		13.293,000
1,111	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1342		13.293,000
1,112	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1674		4.418,000
1,113	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231		10.756,000
1,114	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232		9.131,000
1,115	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671		3.670,000
1,116	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561		3.648,000
1,117	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232		10.848,000
1,118	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781		4.501,000
1,119	Kg	Apoyo CO-5000-36 y armado S1781		6.065,000
1,12	Kg	Apoyo GCO-40000-40 y armado S1232		20.347,000
1,121	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1784		3.892,000
1,122	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1231		13.052,000

2. CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
2		CIMENTACIONES	Cimentaciones tetrabloque cuadradas sin cueva. Hormigón de 250 Kg/m3. Incluido el transporte del material.	
2,1	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 1		105,770
2,2	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 2		121,500
2,3	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 3		70,570
2,4	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 4		73,890
2,5	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 5		70,570
2,6	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 6		7,660
2,7	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 7		7,660
2,8	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 8		64,160
2,9	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 9		13,170
2,1	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 10		64,160
2,11	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 11		73,890
2,12	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 12		7,820
2,13	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 13		64,160
2,14	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 14		9,260
2,15	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 15		14,630
2,16	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 16		67,320
2,17	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 17		13,170
2,18	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 18		7,660
2,19	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 19		12,890
2,2	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 20		112,660
2,21	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 21		9,260
2,22	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 22		70,570
2,23	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 23		112,660
2,24	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 24		67,320
2,25	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 25		7,660
2,26	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 26		9,260
2,27	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 27		7,660
2,28	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 28		7,660
2,29	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 29		67,320
2,3	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 30		7,820
2,31	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 31		7,660
2,32	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 32		70,570
2,33	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 33		70,570
2,34	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 34		67,320
2,35	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 35		7,660
2,36	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 36		14,630
2,37	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 37		70,570
2,38	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 38		9,260
2,39	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 39		67,320
2,4	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 40		10,470
2,41	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 41		10,470

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
2,42	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 42		9,270
2,43	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 43		7,660
2,44	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 44		64,160
2,45	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 45		70,570
2,46	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 46		67,320
2,47	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 47		70,570
2,48	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 48		9,270
2,49	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 49		67,320
2,5	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 50		14,630
2,51	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 51		70,570
2,52	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 52		12,890
2,53	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 53		70,570
2,54	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 54		14,630
2,55	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 55		121,500
2,56	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 56		12,890
2,57	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 57		64,160
2,58	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 58		9,260
2,59	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 59		67,320
2,6	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 60		7,660
2,61	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 61		7,660
2,62	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 62		73,890
2,63	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 63		112,660
2,64	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 64		7,660
2,65	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 65		70,570
2,66	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 66		7,660
2,67	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 67		67,320
2,68	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 68		70,570
2,69	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 69		64,160
2,7	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 70		7,660
2,71	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 71		7,660
2,72	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 72		64,160
2,73	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 73		20,380
2,74	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 74		7,820
2,75	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 75		70,570
2,76	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 76		121,500
2,77	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 77		73,890
2,78	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 78		73,890
2,79	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 79		14,910
2,8	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 80		67,320
2,81	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 81		14,630
2,82	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 82		70,570
2,83	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 83		7,660
2,84	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 84		14,910
2,85	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 85		121,500

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
2,86	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 86		12,890
2,87	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 87		121,500
2,88	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 88		13,170
2,89	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 89		7,660
2,9	mn3	Cimentación tetrabloque apoyo 90		67,320
2,91	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 91		7,660
2,92	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 92		70,570
2,93	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 93		70,570
2,94	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 94		10,470
2,95	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 95		70,570
2,96	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 96		12,890
2,97	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 97		14,630
2,98	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 98		14,910
2,99	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 99		10,470
2,1	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 100		7,820
2,101	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 101		67,320
2,102	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 102		11,760
2,103	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 103		7,660
2,104	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 104		7,660
2,105	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 105		9,260
2,106	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 106		20,380
2,107	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 107		70,570
2,108	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 108		121,500
2,109	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 109		7,660
2,11	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 110		105,770
2,111	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 111		105,770
2,112	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 112		13,170
2,113	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 113		67,320
2,114	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 114		64,160
2,115	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 115		7,660
2,116	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 116		7,660
2,117	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 117		67,320
2,118	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 118		10,470
2,119	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 119		13,390
2,12	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 120		74,860
2,121	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 121		12,890
2,122	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 122		105,770

3. CAPÍTULO 3. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
3		CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA	Conductores de aluminio con alma de acero LA-280 incluido el transporte de sobrantes y devolución de bobinas. Cable de guarda OPGW-48 con alma de acero en cuyo interior se alojan fibras ópticas.	

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
3,01	km	Conductor de fase LA-280		210,070
3,02	km	Conductor de protección OPGW-48		35,010

4. CAPÍTULO 4. AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
4		AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES	Comprende a los amortiguadores tipo Stockbridge y separadores para haces dobles de conductores, totalmente instalados y funcionando.	
4,01	Ud	Amortiguador AMG-091526		1.464,000
4,02	Ud	Separador SP-1/20-23/400		2.541,000

5. CAPÍTULO 5. MANO DE OBRA

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
5		MANO DE OBRA	Incluye tales operaciones como: montaje, armado e izado de apoyos; excavación y hormigonado; Tendido, tensado y engrapado de conductores de fase y de protección.	
5,01	Kg	Montaje, armado e izado de apoyos		1.014.369,000
5,02	m3	Mano de obra, movimiento de tierra, excavación y hormigonado		5.317,000
5,03	km	Mano de obra tendido, tensado y engrapado del LA-280		210,070
5,04	km	Mano de obra tendido, tensado y engrapado OPGW-48		35,010

6. CAPÍTULO 6. CADENAS DE AISLADORES EN AMARRE

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
6		CADENA DE AISLADORES EN AMARRE	Aislamiento de amarre compuesto por 16 unidades de aisladores U210BS, Grillete recto, Anilla Bola de Protección, Descargadores, Rotula corta, Yugo triangular, Raquetas, Rotulas Horquilla y grapa de amarre.	
6,01	Ud	Grillete Recto GN-16T-L		318,000
6,02	Ud	Anilla Bola de Protección AB-20-P		318,000
6,03	Ud	Aislador U210BS		4.608,000
6,04	Ud	Rotula corta R-16		318,000
6,05	Ud	Yugo triangular Y-16		318,000
6,06	Ud	Rotulas Horquilla RH-16		636,000
6,07	Ud	Grapa de amarre GA-4T		636,000
0,8	Ud	Descargadores		318,000

7. CAPÍTULO 7. CADENAS DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
7		CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN	Aislamiento de suspensión compuesto por 16 unidades de aisladores U210BS, Grillete recto, Anilla Bola de Protección, Descargadores, Rotula corta, Yugo triangular, Raquetas, Rotulas Horquilla y grapa de suspensión.	
6,01	Ud	Grillete Recto GN-16T-L		207,000
6,02	Ud	Anilla Bola de Protección AB-20-P		207,000

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
6,03	Ud	Aislador U210BS		3.264,000
6,04	Ud	Rotula corta R-16		207,000
6,05	Ud	Yugo triangular Y-16		207,000
6,06	Ud	Rotulas Horquilla RH-16		414,000
7,01	Ud	Grapa de suspensión GS-4T		414,000
0,8	Ud	Descargadores		414,000

8. CAPÍTULO 8. CADENAS DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
8		CADENA DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN	Cadena de suspensión de protección formada por Grillete Recto, Eslabón plano, Grapa de suspensión armada, Grapa de conexión paralela y Conector de puesta a tierra. Totalmente instalada y funcionando.	
8,01	Ud	Cadena de suspensión de cable de protección		69,000

9. CAPÍTULO 9. CADENAS DE AMARRE DE PROTECCIÓN

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
9		CADENA DE AMARRE DE PROTECCIÓN	Cadena de amarre de protección formada por Grillete Recto, Tirante, Guardacabos, Retención preformada y Conector de puesta a tierra. Totalmente instalada y funcionando.	
9,01	Ud	Cadena de amarre de cable de protección		53,000

10. CAPÍTULO 10. INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA

Código	Unidad	Resumen	Descripción	Cantidad
10		INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA	Suministro y colocación de una toma de tierra realizada con un conductor desnudo de 50 mm ² y cuatro picas de cobre de 2 mts de longitud y 14 mm de diámetro, mediante el sistema de anillo de 11 metros de lado, totalmente instalada y funcionando.	
10,1	m	Tubo corrugado de PVC		976,000
10,2	Kg	Conductor desnudo de Cu 50mm ²		2.684,000
10,3	Ud	Pica de tierra de 2m		488,000
10,4	Ud	Terminal Al-Cu compres.50mm ²		488,000
10,5	h	Mano de Obra		451,400

DOCUMENTO 6: PRESUPUESTO

1. CAPÍTULO 1. APOYOS

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1	Capítulo		APOYOS		2.024.738,00	2.024.738,00
1,1	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1231	13.052,000	2,00	26.104,00
1,2	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342	18.019,000	2,00	36.038,00
1,3	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232	12.715,000	2,00	25.430,00
1,4	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1232	14.913,000	2,00	29.826,00
1,5	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,6	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781	3.301,000	2,00	6.602,00
1,7	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,8	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,9	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1671	3.259,000	2,00	6.518,00
1,1	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,11	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231	14.821,000	2,00	29.642,00
1,12	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1561	4.128,000	2,00	8.256,00
1,13	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-21 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,14	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1671	3.908,000	2,00	7.816,00
1,15	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674	4.843,000	2,00	9.686,00
1,16	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,17	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1674	4.418,000	2,00	8.836,00
1,18	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561	3.648,000	2,00	7.296,00
1,19	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674	3.835,000	2,00	7.670,00
1,2	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342	15.575,000	2,00	31.150,00
1,21	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781	3.950,000	2,00	7.900,00
1,22	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,23	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342	15.575,000	2,00	31.150,00
1,24	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,25	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,26	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1671	3.908,000	2,00	7.816,00
1,27	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,28	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,29	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,3	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1671	4.150,000	2,00	8.300,00
1,31	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671	3.670,000	2,00	7.340,00
1,32	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,33	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,34	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,35	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1341	3.618,000	2,00	7.236,00
1,36	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674	4.843,000	2,00	9.686,00
1,37	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,38	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781	3.950,000	2,00	7.900,00

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1,39	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,4	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781	4.501,000	2,00	9.002,00
1,41	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781	4.501,000	2,00	9.002,00
1,42	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781	3.500,000	2,00	7.000,00
1,43	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781	3.301,000	2,00	6.602,00
1,44	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,45	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,46	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,47	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	10.623,000	2,00	21.246,00
1,48	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-21 y armado S1781	3.500,000	2,00	7.000,00
1,49	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,5	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674	4.843,000	2,00	9.686,00
1,51	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232	12.715,000	2,00	25.430,00
1,52	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674	3.835,000	2,00	7.670,00
1,53	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,54	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674	4.843,000	2,00	9.686,00
1,55	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1341	17.918,000	2,00	35.836,00
1,56	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674	3.835,000	2,00	7.670,00
1,57	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,58	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781	3.950,000	2,00	7.900,00
1,59	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,6	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,61	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561	3.648,000	2,00	7.296,00
1,62	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231	14.821,000	2,00	29.642,00
1,63	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-20 y armado S1342	15.575,000	2,00	31.150,00
1,64	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,65	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,66	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671	3.670,000	2,00	7.340,00
1,67	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,68	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,69	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,7	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1671	3.259,000	2,00	6.518,00
1,71	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781	3.301,000	2,00	6.602,00
1,72	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,73	Partida	Kg	Apoyo CO-12000-21 y armado S1784	5.354,000	2,00	10.708,00
1,74	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1781	4.192,000	2,00	8.384,00
1,75	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,76	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342	18.019,000	2,00	36.038,00
1,77	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-35 y armado S1231	17.466,000	2,00	34.932,00
1,78	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-30 y armado S1231	14.821,000	2,00	29.642,00
1,79	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674	5.469,000	2,00	10.938,00
1,8	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,81	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S1674	4.843,000	2,00	9.686,00

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1,82	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232	12.715,000	2,00	25.430,00
1,83	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671	3.670,000	2,00	7.340,00
1,84	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674	5.469,000	2,00	10.938,00
1,85	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342	18.019,000	2,00	36.038,00
1,86	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674	3.835,000	2,00	7.670,00
1,87	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1341	17.918,000	2,00	35.836,00
1,88	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1784	4.475,000	2,00	8.950,00
1,89	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1451	3.632,000	2,00	7.264,00
1,9	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,91	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1781	3.712,000	2,00	7.424,00
1,92	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,93	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1232	12.715,000	2,00	25.430,00
1,94	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781	4.501,000	2,00	9.002,00
1,95	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,96	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1674	3.835,000	2,00	7.670,00
1,97	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-21 y armado S2784	5.095,000	2,00	10.190,00
1,98	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-24 y armado S1674	5.469,000	2,00	10.938,00
1,99	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1561	4.437,000	2,00	8.874,00
1,1	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-27 y armado S1781	4.192,000	2,00	8.384,00
1,101	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,102	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-12 y armado S1784	3.418,000	2,00	6.836,00
1,103	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-21 y armado S1781	3.301,000	2,00	6.602,00
1,104	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671	3.670,000	2,00	7.340,00
1,105	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-24 y armado S1781	3.950,000	2,00	7.900,00
1,106	Partida	Kg	Apoyo CO-12000-21 y armado S1784	5.354,000	2,00	10.708,00
1,107	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-25 y armado S1231	12.623,000	2,00	25.246,00
1,108	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-25 y armado S1342	18.019,000	2,00	36.038,00
10,109	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561	3.648,000	2,00	7.296,00
1,11	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1342	13.293,000	2,00	26.586,00
1,111	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1342	13.293,000	2,00	26.586,00
1,112	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-18 y armado S1674	4.418,000	2,00	8.836,00
1,113	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1231	10.756,000	2,00	21.512,00
1,114	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-15 y armado S1232	9.131,000	2,00	18.262,00
1,115	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1671	3.670,000	2,00	7.340,00
1,116	Partida	Kg	Apoyo CO-3000-24 y armado S1561	3.648,000	2,00	7.296,00
1,117	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-20 y armado S1232	10.848,000	2,00	21.696,00
1,118	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-27 y armado S1781	4.501,000	2,00	9.002,00
1,119	Partida	Kg	Apoyo CO-5000-36 y armado S1781	6.065,000	2,00	12.130,00
1,12	Partida	Kg	Apoyo GCO-40000-40 y armado S1232	20.347,000	2,00	40.694,00
1,121	Partida	Kg	Apoyo CO-9000-15 y armado S1784	3.892,000	2,00	7.784,00
1,122	Partida	Kg	Apoyo IC-55000-15 y armado S1231	13.052,000	2,00	26.104,00
1				2.024.738,00	2.024.738,00	2.024.738,00

2. CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2	Capítulo		CIMENTACIONES		335.332,62	335.332,62
2,1	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 1	105,770	63,00	6.663,51
2,2	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 2	121,500	63,00	7.654,50
2,3	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 3	70,570	63,00	4.445,91
2,4	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 4	73,890	63,00	4.655,07
2,5	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 5	70,570	63,00	4.445,91
2,6	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 6	7,660	63,00	482,58
2,7	Partida	mn3	Cimentación tetrabloque apoyo 7	7,660	63,00	482,58
2,8	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 8	64,160	63,00	4.042,08
2,9	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 9	13,170	63,00	829,71
2,1	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 10	64,160	63,00	4.042,08
2,11	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 11	73,890	63,00	4.655,07
2,12	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 12	7,820	63,00	492,66
2,13	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 13	64,160	63,00	4.042,08
2,14	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 14	9,260	63,00	583,38
2,15	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 15	14,630	63,00	921,69
2,16	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 16	67,320	63,00	4.241,16
2,17	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 17	13,170	63,00	829,71
2,18	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 18	7,660	63,00	482,58
2,19	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 19	12,890	63,00	812,07
2,2	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 20	112,660	63,00	7.097,58
2,21	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 21	9,260	63,00	583,38
2,22	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 22	70,570	63,00	4.445,91
2,23	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 23	112,660	63,00	7.097,58
2,24	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 24	67,320	63,00	4.241,16
2,25	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 25	7,660	63,00	482,58
2,26	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 26	9,260	63,00	583,38
2,27	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 27	7,660	63,00	482,58
2,28	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 28	7,660	63,00	482,58
2,29	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 29	67,320	63,00	4.241,16
2,3	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 30	7,820	63,00	492,66
2,31	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 31	7,660	63,00	482,58
2,32	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 32	70,570	63,00	4.445,91
2,33	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 33	70,570	63,00	4.445,91
2,34	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 34	67,320	63,00	4.241,16
2,35	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 35	7,660	63,00	482,58
2,36	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 36	14,630	63,00	921,69
2,37	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 37	70,570	63,00	4.445,91
2,38	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 38	9,260	63,00	583,38
2,39	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 39	67,320	63,00	4.241,16

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2,4	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 40	10,470	63,00	659,61
2,41	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 41	10,470	63,00	659,61
2,42	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 42	9,270	63,00	584,01
2,43	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 43	7,660	63,00	482,58
2,44	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 44	64,160	63,00	4.042,08
2,45	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 45	70,570	63,00	4.445,91
2,46	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 46	67,320	63,00	4.241,16
2,47	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 47	70,570	63,00	4.445,91
2,48	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 48	9,270	63,00	584,01
2,49	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 49	67,320	63,00	4.241,16
2,5	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 50	14,630	63,00	921,69
2,51	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 51	70,570	63,00	4.445,91
2,52	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 52	12,890	63,00	812,07
2,53	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 53	70,570	63,00	4.445,91
2,54	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 54	14,630	63,00	921,69
2,55	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 55	121,500	63,00	7.654,50
2,56	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 56	12,890	63,00	812,07
2,57	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 57	64,160	63,00	4.042,08
2,58	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 58	9,260	63,00	583,38
2,59	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 59	67,320	63,00	4.241,16
2,6	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 60	7,660	63,00	482,58
2,61	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 61	7,660	63,00	482,58
2,62	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 62	73,890	63,00	4.655,07
2,63	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 63	112,660	63,00	7.097,58
2,64	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 64	7,660	63,00	482,58
2,65	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 65	70,570	63,00	4.445,91
2,66	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 66	7,660	63,00	482,58
2,67	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 67	67,320	63,00	4.241,16
2,68	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 68	70,570	63,00	4.445,91
2,69	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 69	64,160	63,00	4.042,08
2,7	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 70	7,660	63,00	482,58
2,71	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 71	7,660	63,00	482,58
2,72	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 72	64,160	63,00	4.042,08
2,73	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 73	20,380	63,00	1.283,94
2,74	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 74	7,820	63,00	492,66
2,75	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 75	70,570	63,00	4.445,91
2,76	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 76	121,500	63,00	7.654,50
2,77	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 77	73,890	63,00	4.655,07
2,78	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 78	73,890	63,00	4.655,07
2,79	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 79	14,910	63,00	939,33
2,8	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 80	67,320	63,00	4.241,16
2,81	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 81	14,630	63,00	921,69
2,82	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 82	70,570	63,00	4.445,91

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
2,83	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 83	7,660	63,00	482,58
2,84	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 84	14,910	63,00	939,33
2,85	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 85	121,500	63,00	7.654,50
2,86	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 86	12,890	63,00	812,07
2,87	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 87	121,500	63,00	7.654,50
2,88	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 88	13,170	63,00	829,71
2,89	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 89	7,660	63,00	482,58
2,9	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 90	67,320	63,00	4.241,16
2,91	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 91	7,660	63,00	482,58
2,92	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 92	70,570	63,00	4.445,91
2,93	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 93	70,570	63,00	4.445,91
2,94	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 94	10,470	63,00	659,61
2,95	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 95	70,570	63,00	4.445,91
2,96	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 96	12,890	63,00	812,07
2,97	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 97	14,630	63,00	921,69
2,98	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 98	14,910	63,00	939,33
2,99	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 99	10,470	63,00	659,61
2,1	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 100	7,820	63,00	492,66
2,101	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 101	67,320	63,00	4.241,16
2,102	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 102	11,760	63,00	740,88
2,103	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 103	7,660	63,00	482,58
2,104	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 104	7,660	63,00	482,58
2,105	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 105	9,260	63,00	583,38
2,106	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 106	20,380	63,00	1.283,94
2,107	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 107	70,570	63,00	4.445,91
2,108	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 108	121,500	63,00	7.654,50
2,109	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 109	7,660	63,00	482,58
2,11	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 110	105,770	63,00	6.663,51
2,111	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 111	105,770	63,00	6.663,51
2,112	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 112	13,170	63,00	829,71
2,113	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 113	67,320	63,00	4.241,16
2,114	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 114	64,160	63,00	4.042,08
2,115	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 115	7,660	63,00	482,58
2,116	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 116	7,660	63,00	482,58
2,117	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 117	67,320	63,00	4.241,16
2,118	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 118	10,470	63,00	659,61
2,119	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 119	13,390	63,00	843,57
2,12	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 120	74,860	63,00	4.716,18
2,121	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 121	12,890	63,00	812,07
2,122	Partida	m3	Cimentación tetrabloque apoyo 122	105,770	63,00	6.663,51
2					335.332,62	335.332,62

3. CAPÍTULO 3. CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
3	Capítulo		CONDUCTORES Y CABLE DE TIERRA		1.058.294,78	1.058.294,78
3,01	Partida	km	Conductor de fase LA-280	210,070	4.611,44	968.725,20
3,02	Partida	km	Conductor de protección OPGW-48	35,010	2.558,40	89.569,58
			3		1.058.294,78	1.058.294,78

4. CAPÍTULO 4. AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
4	Capítulo		AMORTIGUADORES Y SEPARADORES DE CABLES		62.393,82	62.393,82
4,01	Partida	Ud	Amortiguador AMG-091526	1.464,000	26,13	38.254,32
4,02	Partida	Ud	Separador SP-1/20-23/400	2.541,000	9,50	24.139,50
			4		62.393,82	62.393,82

5. CAPÍTULO 5. MANO DE OBRA

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
5	Capítulo		MANO DE OBRA		2.901.763,10	2.901.763,10
5,01	Partida	Kg	Montaje, armado e izado de apoyos	1.014.369,000	0,90	912.932,10
5,02	Partida	m3	Mano de obra, movimiento de tierra, excavación y hormigonado	5.317,000	110,00	584.870,00
5,03	Partida	km	Mano de obra tendido, tensado y engrapado del LA-280	210,070	6.000,00	1.260.420,00
5,04	Partida	km	Mano de obra tendido, tensado y engrapado OPGW-48	35,010	4.100,00	143.541,00
			5		2.901.763,10	2.901.763,10

6. CAPÍTULO 6. CADENAS DE AISLADORES EN AMARRE

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
6	Capítulo		CADENA DE AISLADORES EN AMARRE		148.985,28	148.985,28
6,01	Partida	Ud	Grillete Recto GN-16T-L	318,000	3,75	1.192,50
6,02	Partida	Ud	Anilla Bola de Protección AB-20-P	318,000	3,21	1.020,78
6,03	Partida	Ud	Aislador U210BS	4.608,000	26,80	123.494,40
6,04	Partida	Ud	Rotula corta R-16	318,000	4,90	1.558,20
6,05	Partida	Ud	Yugo triangular Y-16	318,000	12,40	3.943,20
6,06	Partida	Ud	Rotulas Horquilla RH-16	636,000	7,20	4.579,20
6,07	Partida	Ud	Grapa de amarre GA-4T	636,000	16,50	10.494,00
0,8	Partida	Ud	Descargadores	318,000	8,50	2.703,00
			6		148.985,28	148.985,28

7. CAPÍTULO 7. CADENAS DE AISLADORES EN SUSPENSIÓN

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
7	Capítulo		CADENA DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN		102.577,92	102.577,92
6,01	Partida	Ud	Grillete Recto GN-16T-L	207,000	3,75	776,25
6,02	Partida	Ud	Anilla Bola de Protección AB-20-P	207,000	3,21	664,47
6,03	Partida	Ud	Aislador U210BS	3.264,000	26,80	87.475,20
6,04	Partida	Ud	Rotula corta R-16	207,000	4,90	1.014,30

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
6,05	Partida	Ud	Yugo triangular Y-16	207,000	12,40	2.566,80
6,06	Partida	Ud	Rotulas Horquilla RH-16	414,000	7,20	2.980,80
7,01	Partida	Ud	Grapa de suspensión GS-4T	414,000	8,65	3.581,10
0,8	Partida	Ud	Descargadores	414,000	8,50	3.519,00
7					102.577,92	102.577,92

8. CAPÍTULO 8. CADENAS DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
8	Capítulo		CADENA DE SUSPENSIÓN DE PROTECCIÓN		3.588,00	3.588,00
8,01	Partida	Ud	Cadena de suspensión decable de protección	69,000	52,00	3.588,00
8					3.588,00	3.588,00

9. CAPÍTULO 9. CADENAS DE AMARRE DE PROTECCIÓN

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
9	Capítulo		CADENA DE AMARRE DE PROTECCIÓN		4.134,00	4.134,00
9,01	Partida	Ud	Cadena de amarre de cable de protección	53,000	78,00	4.134,00
9					4.134,00	4.134,00

10. CAPÍTULO 10. INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA

Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
10	Capítulo		INSTALACIÓN DE TOMA DE TIERRA		19.113,50	19.113,50
10,1	Partida	m	Tubo corrugado de PVC	976,000	0,10	97,60
10,2	Partida	Kg	Conductor desnudo de Cu 50mm ²	2.684,000	2,87	7.703,08
10,3	Partida	Ud	Pica de tierra de 2m	488,000	7,20	3.513,60
10,4	Partida	Ud	Terminal Al-Cu compres.50mm ²	488,000	0,59	287,92
10,5	Partida	h	Mano de Obra	451,400	16,64	7.511,30
10					19.113,50	19.113,50

11. TOTAL PRESUPUESTO

Resumen	Precio (€)	Importe (€)
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN DE 220 kv 100 MW LA FORESTA-BROVALES	6.660.921,02	6.660.921,02

DOCUMENTO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

1. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es la redacción de los documentos necesarios que definan, en el marco del Real Decreto 1627/1991, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, las previsiones y desarrollo de las soluciones necesarias para los problemas de ejecución de la obra, y la prevención de riesgos de accidentes preceptivos de sanidad, higiene y bienestar de los trabajadores durante el desarrollo de la misma.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud de la obra, cada contratista, subcontratista y trabajadores autónomos, elaborarán un plan de seguridad y salud en el trabajo, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio.

2. DATOS GENERALES DE LA OBRA

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de la línea aérea de alta tensión "La Foresta"- "Brovaes" de 220 kV, 125 MVA.

Las unidades constructivas que componen la presente obra son:

- Replanteo.
- Desbroce.
- Excavación.
- Cimentación.
- Armado e izado de apoyos
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores.
- Instalación de crucetas.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puesta a tierra y conexiones equipotenciales.

3. NORMATIVA APLICABLE

3.1 Normas oficiales

Son de obligado cumplimiento todas las disposiciones legales o reglamentarias, resoluciones y cuantas otras fuentes normativas contengan concretas regulaciones en materia de Seguridad e Higiene en el trabajo, propias de la Industria Eléctrica o de carácter general, que se encuentren vigentes y sean de aplicación durante el tiempo en el que subsista la relación contractual promotor-contratista, según las actividades a realizar.

En particular:

- Ley 8/1980, de 1 de marzo, del Estatuto de los Trabajadores
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (9 de marzo de 1.971).
- Homologación de medios de Protección personal de los trabajadores (BOL. de 29 de mayo de 1.974. Orden de 15 de julio de 1.974).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 811.980, de 20 de marzo).
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1.995, de 8 de noviembre).
- Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 27 de junio de 1.997, por la que se desarrolla el RD 39/1.997, de 17 de enero.
- Real Decreto 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1.997, de 20 de Junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 1215/1.997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y de Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación (Decreto 3275/1 .982 de 12 de noviembre) e instrucciones Técnicas Complementarias.

3.2 Normas específicas

Dentro de estas Normas deben tener especialmente en cuenta todas las Recomendaciones, Prescripciones e Instrucciones de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS), que se recogen en:

- “Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas”.
- “Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos”.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Alta Tensión y sus Desarrollos.
- Instrucción General para la realización de los trabajos en tensión en Baja Tensión y sus Desarrollos.

4. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

El promotor está obligado a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento del Proyecto de Obra.

Antes del inicio de los trabajos, designará un coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o empresas y trabajadores autónomos, o diversos trabajadores autónomos.

La designación de coordinadores en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5. OBLIGACIONES DEL COORDINADOR

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá coordinar los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Deberá coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de prevención de

Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El Coordinador deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

Así mismo organizará la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y coordinará las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

El Coordinador deberá adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

6. CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se

relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- 1 Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros
 - Recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - Adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Cooperación entre todos los intervinientes en la obra
 - Interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2 Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.
- 3 Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- 4 Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5 Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
- 6 Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997.
- 7 Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.
- 8 Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

8. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

9. DERECHO DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

10. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

10.1 Protecciones individuales generales

- Cascos: para todas las personas que participan en obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general.
- Guantes de goma.
- Guantes dactílicos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dialécticas.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Cinturón antivibratorio.

- Chalecos reflectantes.

10.2 Protecciones colectivas generales

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cintas de balizamiento.
- Redes.
- Soportes y anclajes de redes.
- Tubo sujeción cinturón de seguridad.
- Anclaje para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Toma de tierra.
- Válvula antiretroceso.
- Riegos.

10.3 Formación

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los trabajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todo el personal interviniente en la obra, sobre la existencia de productos inflamables, tóxicos, etc. y medidas a tomar en cada caso.

10.4 Medicina preventiva y primeros auxilios

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Botiquín: Deberá existir en la obra al menos un botiquín con todos los elementos suficientes para curas, primeros auxilios, dolores, etc.
- Asistencia a accidentados: Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos, Residencia Sanitaria, médicos, ATS., etc., donde deba

trasladarse a los posibles accidentados para un más rápido y efectivo tratamiento, disponiendo en la obra de las direcciones, teléfonos, etc., en sitios visibles.

- Reconocimiento Médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo que certifique su aptitud.

11. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

El análisis de los riesgos existentes en cada fase de los trabajos se ha realizado en base al proyecto y a la tecnología constructiva prevista en el mismo. De cualquier forma, puede ser variada por el Contratista siempre y cuando se refleje en el Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus medios.

11.1 Fase de actuaciones previas

En esta fase se consideran las labores previas al inicio de las obras, como puede ser el replanteo, red de saneamiento provisional para vestuarios y aseos de personal de obra...

Riesgos detectables:

- Atropellos y colisiones originados por maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de vehículos de obra.
- Caídas en el mismo nivel.
- Torceduras de pies.
- Generación de polvo.

Medidas de seguridad:

- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal, en las proximidades y ámbito de giro de maniobra de vehículos y en operaciones de carga y descarga de materiales.
- La entrada y salida de camiones de la obra a la vía pública, será debidamente avisada por persona distinta al conductor.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos.
- La carga de materiales sobre camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada.
- El personal irá provisto de calzado adecuado.
- Todos los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables, estarán herméticamente cerrados.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.

Prendas de protección personal:

- Casco homologado.
- Mono de trabajo y en su caso, trajes de agua y botas de goma de media caña.
- Empleo de cinturones de seguridad por parte del conductor de la maquinaria si no está dotada de cabina y protección antivuelco.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico.

11.2 Fase de acopio de material

Riesgos Detectables:

- Caídas de objetos
- Golpes.
- Heridas
- Sobreesfuerzos.

Medidas de seguridad:

- Antes de comenzar el acopio de material a los lugares de trabajo, se deberá realizar un reconocimiento del terreno, con el fin de escoger la mejor ruta.
- En el caso en que para acceder al lugar de trabajo fuera necesario adecuar o construir una ruta de acceso, esta deberá realizarse con la maquinaria y medios adecuados.

Prendas de protección personal:

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.
- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

11.3 Carga y descarga de materiales

Riesgos Detectables:

- Caída de operarios al mismo nivel.
- Golpes, heridas y sobreesfuerzos.
- Caída de objetos.

Medidas de seguridad:

- Con el fin de evitar posibles lesiones en la columna vertebral, el operario llevará a cabo el levantamiento de la carga realizando el esfuerzo con las piernas, y manteniendo en todo momento la columna recta.

- Un operario no podrá levantar más de 50 Kg en la carga y descarga manual. En el caso en concreto en que la carga fuera superior a la cantidad límite, se deberá realizar entre más trabajadores.
- En el caso en que el acarreo de pesos se estime en una duración superior a las 4 horas de trabajo continuadas, el peso máximo a acarrear será de 25 Kg., o bien deberán utilizarse medios mecánicos adecuados.
- Para la carga y descarga con medios mecánicos, la maquinaria a emplear deberá ser la adecuada (grúa, pala cargadora, etc.) y su maniobra deberá ser dirigida por personal especializado, no debiéndose superar en ningún momento la carga máxima autorizada.
- Todas las máquinas que participen en las operaciones deberán estar correctamente estabilizadas. La elevación de la carga deberá realizarse de forma suave y continuada.
- En el transcurso de operaciones de carga y descarga, ninguna persona ajena se acercará al vehículo. Debe acotarse el entorno y prohibirse el permanecer o trabajar dentro del radio de acción del brazo de una máquina
- Nunca permanecerá ni circulará personal debajo de las cargas suspendidas, ni permanecerá sobre las cargas.
- Para la descarga de bobinas de conductores, se emplearán cuerdas, rampas, raíles...
- Bajo ningún concepto se hará rodar la bobina por un solo canto.
- Se prohíbe el acopio de materiales a menos de 2 metros de las coronaciones de taludes.

Prendas de protección personal:

- Guantes adecuados
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Fajas antilumbago, si existen cargas muy pesadas.

11.4 Movimientos de tierra y excavación

Riesgos Detectables:

- Choque, atropellos y atrapamientos ocasionados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de las máquinas.
- Caídas en altura del personal que intervienen en el trabajo.
- Generación de polvo.
- Desprendimiento de tierra y proyección de rocas.

- Caídas de personal al interior de pozos.
- Caídas a distinto nivel.

Medidas de seguridad:

- En el caso de uso de herramientas, debido a las reducidas dimensiones que generalmente tendrán los hoyos, se recomienda que sea un único trabajador el que permanezca en su interior, para evitar accidentes por alcance entre ellos de las herramientas a emplear.
- Los picos, palas y otras herramientas deberán estar en buenas condiciones.
- En el caso de hoyos con probable peligro de derrumbamiento de paredes, nunca deberá quedar un operario solo en su interior, sino que en el exterior de hoyo debe permanecer, al menos, otro operario, para caso de auxilio.
- Las maniobras de las máquinas estarán dirigidas por persona distinta al conductor.
- Los escombros procedentes de la excavación deberán situarse a una distancia adecuada del hoyo, para evitar la caída al interior del mismo.
- Los pozos de cimentación se señalarán para evitar caídas del personal a su interior desde su realización hasta que sean rellenados.
- Durante la ausencia de los operarios de la obra, los hoyos serán tapados con tablonos u otros elementos adecuados.
- Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
- Durante la retirada de árboles no habrá personal trabajando en planos inclinados con fuerte pendiente.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Al proceder a la realización de excavaciones, correcto apoyo de las máquinas excavadoras en el terreno.
- Si se realizan excavaciones de hoyos en roca que exijan uso de explosivos, la manipulación de estos deberá ser realizada por personal especializado, con el correspondiente permiso oficial y poseedor del carné de dinamitero.
- En caso de que sobrase dinamita, se entregará en el Cuartel de la Guardia Civil o se destruirá en obra.

Prendas de protección personal:

- El equipo de los operarios que efectúen las labores de excavación estará formado por: ropa adecuada de trabajo, guantes adecuados, casco de seguridad, botas reforzadas y

gafas antipolvo reforzadas si existiese la posibilidad de que pueda penetrar tierra y otras partículas en los ojos.

- Empleo del cinturón de seguridad por parte del conductor de la maquinaria.

11.5 Cimentación

Riesgos Detectables:

- Caída de persona y/o objetos al mismo nivel.
- Caída de persona y/o objetos a distinto nivel.
- Contactos con el hormigón por salpicaduras en cara y ojos.
- Quemadura de la piel por la acción del cemento.
- Caída de la hormigonera por efecto del volteo por no estar suficientemente nivelada y sujeta.

Medidas de seguridad:

Vertidos directos mediante canaleta:

- Se instalarán fuertes topes de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelcos.
- Se prohíbe acerar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- La maniobra de vertidos será dirigida por u capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

Vertidos directos mediante cubo o cangilón:

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se señalizará, mediante una traza horizontal ejecutada con pintura en color amarilla, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables
- La maniobra de aproximación, se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista.

En general habrá que tomar las siguientes medidas preventivas:

- Ningún trabajador con antecedentes de problemas cutáneos participará en las labores de hormigonado.
- Si por alguna causa, algún trabajador sufriese lesiones por acción del cemento, se deberá notificar la aparición de las mismas lo antes posible, con el fin de evitar la cronificación y nuevas sensibilizaciones.
- Si el amasado se realiza con hormigonera in situ, ésta deberá estar correctamente nivelada y sujeta.
- Los trabajadores deberán tener especial cuidado con:
 - 1 No utilizar prendas con elementos colgantes y que no sean de la talla adecuada.
 - 2 No exponer la piel al contacto con el cemento.
 - 3 Realizar las operaciones con las debidas condiciones de estabilidad.
 - 4 No manejar elementos metálicos sin usar guantes adecuados.
 - 5 Utilizar el casco protector y gafas de protección si existe riesgo de que penetren partículas en los ojos.

Prendas de protección personal:

- Casco de seguridad
- Gafas protectoras
- Ropas y guantes adecuados.
- Faja antilumbago.

11.6 Izado y armado de apoyos

Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura
- Atrapamientos.
- Golpes y heridas.

Medidas de seguridad:

- No participarán en el armado de apoyos ningún operario con antecedentes de vértigo o epilepsia.
- Los desplazamientos de operarios por los apoyos se realizarán con las manos libres y siempre bien sujetos por el cinturón de seguridad.

- Se utilizarán grúas adecuadas (camión grúa, pluma...) según el peso y la altura, para el izado del apoyo. Cuidándose mucho de no sobrepasar la carga máxima autorizada.
- El manejo de la misma lo realizará siempre personal especializado.
- La grúa deberá estar en todo momento perfectamente nivelada.
- La elevación de las cargas deberá realizarse lentamente, evitando todo arranque o paro bruscos.
- Las maniobras deberán ser dirigidas por personal especializado, debiendo ser una única persona la encargada de dirigir al operador.
- En ningún momento deberá permanecer ninguna persona sobre las cargas ni sobre la maquinaria.
- La permanencia o circulación bajo carga suspendida queda terminantemente prohibida.
- Se tomarán especiales cuidados en la vestimenta cuando se trabaje con soldaduras.
- Una vez izado el apoyo deberá dejarse debidamente aplomado y estable.
- El armado del apoyo se realizará cuando el cimiento esté consolidado.
- Los apoyos sin hormigonar nunca se dejarán izados en ausencia de personal.
- Las herramientas y materiales no se lanzarán bajo ningún concepto, siempre se subirán y bajarán con la ayuda de cuerdas.
- Los trabajadores que realicen estos trabajos deberán usar cinturones portaherramientas.

Prendas de protección personal:

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

11.7 Montaje y apriete de tornillería

Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

Medidas de seguridad:

- Se utilizarán herramientas adecuadas, según el esfuerzo que haya que realizar, para el apriete de los tornillos.
- En el trabajo de apriete de tornillería trabajarán como máximo dos operarios, situados al mismo nivel o a trebolillos, y siempre en la cara externa del apoyo.
- La subida y bajada de material y herramientas se realizará con la ayuda de cuerdas, nunca lanzándolas.
- Los desplazamientos de los operarios por el apoyo se realizará con las manos libres y cinturón de seguridad.

Prendas de protección personal:

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad que se amarrará a partes fijas de la torre.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.

11.8 Colocación de herrajes y aisladores. Tendido, tensado y engrapado de conductores

Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura.
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

Medidas de seguridad:

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.
- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.

- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner el alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar las descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

Prendas de protección personal:

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.

11.9 Uso de maquinarias y herramientas

Riesgos Detectables:

- Caída de personal desde altura
- Caídas de objetos desde altura.
- Golpes y heridas.

Medidas de seguridad:

- Estas labores serán realizadas por personal especializado.
- El personal realizará su trabajo siempre con cinturón de seguridad sujeto a las partes fijas del apoyo y con las manos libres.
- Se entenderán la zona interior de los apoyos y las proyecciones de las crucetas como zonas peligrosas.

- Los gatos que soporten las bobinas dispondrán de elementos de frenado que impidan el movimiento rotatorio de la bobina.
- Las poleas de tendido deberán amarrarse adecuadamente a las cadenas de aisladores.
- En las operaciones de tensado y flechado, los apoyos fin de línea deberán estar arriostrados, de manera que no sufran esfuerzos superiores a los previstos en las condiciones normales de trabajo.
- Durante las operaciones de tendido y tensado el operario no deberá permanecer dentro del radio de acción del conductor.
- Para efectuar correctamente estas operaciones se usarán aparatos radioteléfonos, y de esta manera transmitir todas las órdenes de parada y puesta en marcha del tendido, o poner el alerta de cualquier imprevisto.
- Con el fin de evitar la descompensación de las crucetas, el flechado se realizará alternativamente en cada cruceta.
- Si fuera necesario, en los cruces con carreteras, ríos, calles, otras líneas... se instalarán protecciones (pórticos), según el tipo de cruzamiento, con el fin de proteger la zona de cruce, con el fin de evitar daños a terceros.
- Los cables se procurará pasarlos sobre cualquier obstáculo existente, de esta manera se evitarán resistencias a la hora de realizar el tendido.

Prendas de protección personal:

- Cascos de seguridad
- Cinturón de seguridad.
- Ropas y guantes adecuados.
- Botas de seguridad.
- Cinturón antilumbago.
- Protección auditiva en caso necesario.

12. SEÑALIZACIÓN

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar del mismo. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas...

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentada para cada tipo de carretera.30 de diciembre de 2014

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estarán prescritas en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad, prohibiendo tocar los conductores y apoyos. Esta señalización se coloca en los apoyos.

DOCUMENTO 8: BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diego Carmona Fernández, *Cálculo de Instalaciones y Sistemas Eléctricos. Volumen I*, Editorial Abecedario, 2003.
- [2] Diego Carmona Fernández, *Manual de Instalaciones Eléctricas*, Editorial Abecedario, 2005.
- [3] Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el *Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión*, Editorial Abecedario, 2008.
- [4] Pascual Simón Comín, Fernando Garnacho Vecino, Jorge Moreno Mohíno, Alberto González Sanz, *Cálculo y Diseño de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aplicación al Reglamento de Líneas de Alta Tensión (RLAT)*, Garceta Grupo, 2011.
- [5] Industrias Arruti, *Catálogo de herrajes para líneas de AT*.
- [6] SGD La Granja, *Catálogo de aisladores de vidrio*.
- [7] Imedexsa, *Catálogo General 2012*.
- [8] Grupo Quintas & Quintas, *Conductores Eléctricos*.
- [9] Ingesco Lightning Solutions, *Catálogo 37*.
- [10] Geccai. Venezuela. [Consultada el día: 15 de diciembre de 2014]. Disponible en: <https://puestatierra.wordpress.com/tratamiento-quimico/>