Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

LÍNEA AEREA DE 132KV ENTRE GUADAME Y ANDÚJAR

Alumno: Alejandro Jiménez Manjón

Tutor: D. Francisco Jurado Melguizo

Depto.: Electricidad

Junio, 2016

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

LÍNEA AEREA DE 132KV ENTRE GUADAME Y ANDÚJAR

Alumno:

Fdo. Alejandro Jiménez Manjón

Vº Bº del tutor:

Fdo. D. Fco. Sutil Melquizo

Junio, 2016

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

LÍNEA AEREA DE 132KV ENTRE GUADAME Y ANDÚJAR

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Resumen

Tabla de contenido

1 Resumen……..4

2 Índice……6

3 Memoria……..15

4 Anexo I: Cálculos justificados……..30

5 Planos……205

6 Pliego de Condiciones……207

7 Mediciones……241

8 Presupuesto……245

9 Impacto ambiental y protección avifauna……263

10 Estudio de seguridad y salud……279

1. RESUMEN

A continuación se va a realizar el diseño de una línea de 132 kV entre la subestación de Guadame y Ándujar, con una potencia de 60 MW. Para ello se realizarán todos los cálculos y estudios pertinentes para la implantación de dicha línea como la elección del conductor, cálculos eléctricos, mecánicos y su puesta a tierra.

I you will realize the design of an airline of 132 kV between the substation of Guadame and Ándujar, with a power of 60 MW. For this I will make all calculations and relevant studies for the implementation of this airline, for example the choice of conductor, electrical calculations, mechanics and grounding will be made.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Índice

2. INDICE

1. RESUMEN 4
2. INDICE 6
3. MEMORIA 15
3.1 HOJAS DE IDENTIFICACIÓN 15
3.2 OBJETO 15
3.3 ALCANCE 15
3.4 ANTECEDENTES 16
3.5 NORMAS Y REFERENCIAS 16
3.5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas 16
3.5.2 Bibliografía 17
3.5.3 Programas de cálculo 18
3.6 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 18
3.7 REQUISITOS DE DISEÑO 23
3.8 ANÁLISIS DE SOLUCIONES 23
3.9 RESULTADOS FINALES 23
3.9.1 Introducción 23
3.9.2 Conexión a la subestación 24
3.9.3 Sistemas de protección de la línea 25
3.9.3.1 Protección a distancia 25
3.9.3.2 Protección de mínima y máxima tensión 26
3.9.3.3 Protección de frecuencia 26
4. ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICADOS 30
4.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA 30
4.2 CÁLCULOS 30
4.2.1 Cálculos eléctricos 30
4.2.1.1 Características de los conductores empleados 30
4.2.1.2 Secciones de los conductores 30
4.2.1.3 Constantes características de la línea: 31
4.2.1.3.1 Resistencia eléctrica: 31
4.2.1.3.2 Coeficiente de autoinducción: 32
4.2.1.3.3 Reactancia de autoinducción 32
4.2.1.3.4 Impedancia de la línea 33
4.2.1.3.5 Intensidad de la línea 33

4.2.1.3.6 Caída de tensión 33
4.2.1.3.7 Potencia máxima transportada por la línea: 34
4.2.1.3.8 Potencia máxima por intensidad 34
4.2.1.3.9 Pérdidas de potencia: 35
4.2.2 Cálculos mecánicos 35
4.2.2.1 Datos iniciales. 35
4.2.2.2 Hipótesis opcionales y de obligado cumplimiento: 37
4.2.2.3 Ecuación del cambio de condiciones y flecha. 37
4.2.2.4 Vano a nivel 38
4.2.2.5 Vano ideal de regulación 39
4.2.2.6 Condiciones iniciales 43
4.2.2.7 Cálculo de sobrecargas (p0) 43
4.2.2.8 Cálculo de tensión máxima admisible 44
4.2.2.9 Cálculo de las condiciones iniciales 44
4.2.2.10 Cálculo de la componente horizontal (T0). 50
4.2.2.11 Comprobación de fenómenos vibratorios. 55
4.2.2.11.1 Cálculo del fenómeno vibratorios EDS 55
4.2.2.11.2 Cálculo del fenómeno vibratorio THF 56
4.2.2.11.3 Tabla de resultados. 57
4.2.2.12 Cálculo de tensiones y flechas 59
4.2.2.12.1 Tablas de resultados de flechas y tensiones 62
4.2.2.13 Tabla de tendido 71
4.2.2.14 Constantes de catenaria 137
4.2.2.15 Cálculo mecánico de apoyos 139
4.2.2.15.1 Apoyos de principio y final de línea (P_L y F_L). 141
4.2.2.15.2 Apoyos de alineación-suspensión. 143
4.2.2.15.3 Apoyos de alineación-amarre. 145
4.2.2.15.4 Apoyos de ángulo-anclaje. 146
4.2.2.15.5 Tablas de resultados 147
4.2.2.16 Elección de Apoyos 160

4.2.2.17 Cadena de aisladores. 175
4.2.2.17.1 Nivel de aislamiento. 175
4.2.2.17.2 Tabla de resultados 176
4.2.2.18 Cálculo de cimentaciones. 179
4.2.2.18.1 Cálculo de apoyos con cimentación monobloque. 179
4.2.2.18.2 Cálculo de cimentaciones fraccionadas. 182
4.2.2.18.3 Tablas de resultados 184
4.2.2.19 Otras medidas de interés. 191
4.2.3 Puesta a tierra de la instalación 191
4.2.3.1 Elección del electrodo 192
4.2.3.2 Intensidad de defecto. Coeficiente reductor 193
4.2.3.3 Tensiones transferidas por el apoyo 194
4.2.3.4 Tensiones reglamentarias 195
4.3 DECRETO 178-2006 196
4.4 REGLAMENTO DE CENTROS Y ALTA TENSIÓN 202
5. PLANOS 205
5.1 Plano Planta-Perfil longitudinal (I) 205
5.2 Plano Planta-Perfil longitudinal (II) 205
5.3 Plano Planta-Perfil longitudinal (III) 205
5.4 Plano Planta-Perfil longitudinal (IV) 205
5.5 Plano Planta-Perfil longitudinal (V) 205
5.6 Plano Planta-Perfil longitudinal (VI) 205
5.7 Plano Planta-Perfil longitudinal (VII) 205
5.8 Plano Planta-Perfil longitudinal (VIII) 205
5.9 Plano Planta-Perfil longitudinal (IX) 205
5.10 Plano Planta-Perfil longitudinal (X) 205
5.11 Plano Planta-Perfil longitudinal (XI) 205
5.12 Plano Planta-Perfil longitudinal (XII) 205
5.13 Plano Planta-Perfil longitudinal (XIII) 205
5.14 Plano planta digital 205
5.15 Plano situación Guadame 205
5.16 Plano situación Andújar 205
5.17 Mallazo electrosoldado 205
5.18 Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-SIM-VID 205
5.19 Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-SIM-VID 205

5.20 Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-DOB-VID 205
5.21 Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-DOB-VID 205
6. PLIEGO DE CONDICIONES 207
6.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 207
6.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS 215
6.3 PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS 222
7. MEDICIONES 241
7.1 APOYOS 241
7.2 LÍNEA HEXAFÁSICA 241
7.3 CADENA DE AISLADORES 242
7.4 CIMENTACIÓN Y EXCAVACION 242
7.5 ARMADOS 242
7.6 TOMA DE TIERRA 242
8. PRESUPUESTO 245
8.1 CUADRO DE PRECIOS SIMPLES 245
8.2 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS 246
8.2.1 APOYOS 246
8.2.2 LINEA HEXAFÁSICA AEREA 254
8.2.3 CADENA DE AISLADORES 255
8.2.4 CIMENTACION Y EXCAVACION 256
8.2.5 ARMADOS 257
8.2.6 TOMAS DE TIERRA 258
8.3 PRESUPUESTO DE EJECUCION DE MATERIAL 259
8.4 PRESUPUESTO TOTAL 260
9. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN AVIFAUNA 263
9.1 IMPACTO AMBIENTAL 263
9.1.1 Generalidades 263
9.1.2 Contenido y alcance 263
9.1.3 Descripción del proyecto 263
9.1.4 Relación de las actuaciones del proyecto 264
9.1.5 Inventario del medio y pasillos de paso 264
9.1.6 Identificación y valoración de impactos 264
9.2 PROTECCIÓN AVIFAUNA 268
9.2.1 Electrocución 269
9.2.1.1 Medidas antielectrocución propuestas por las compañías 271

9.2.2 Colisión 271
8.2.2.1 Medidas anticolisión 272
9.2.3 Algunas medidas correctoras. 274
10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 279
10.1 OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN 279
10.2 DATOS GENERALES DE LA OBRA 279
10.2.1 Descripción de los trabajos 279
10.2.2 Actividades principales: 280
10.2.3 Situación y climatología 280
10.2.4 Características del entorno de trabajo 280
10.2.5 Plazo de ejecución 280
10.2.6 Personal previsto 281
10.2.7 Oficios 281
10.2.8 Maquinaria y medios auxiliares 281
10.2.9 Instalaciones eléctricas provisionales 283
10.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS: 283
10.3.1 Instalaciones 283
10.3.2 Profesionales 285
10.3.2.1 Con carácter general 285
10.3.2.2 Con carácter específico 287
10.3.2.3 Relativos al proceso constructivo 314
10.3.2.4 Relativos a la maquinaria y herramientas 328
10.3.2.5 Relativos al entorno 386
10.3.2.6 Distancias en cruzamientos y paralelismos 394
10.3.2.6.1 Líneas eléctricas y de telecomunicación 394
10.3.2.6.1.1 Cruzamientos 394
10.3.2.6.1.2 Paralelismos entre líneas eléctricas 396
10.3.2.6.1.3 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación 396
10.3.2.6.2 Carreteras 396
10.3.2.6.2.1 Cruzamientos 396
10.3.2.6.2.2 Paralelismos 397
10.3.2.6.3 FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR 397
10.3.2.6.3.1 Cruzamientos 397

10.3.2.6.3.2 Paralelismos 397
10.3.2.6.4 Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses 398
10.3.2.6.4.1 Cruzamientos 398
10.3.2.6.4.2 Paralelismos 398
10.3.2.6.5 Ríos y canales, navegables o flotables 398
10.3.2.6.5.1 Cruzamientos 398
10.3.2.6.5.2 Paralelismos 399
10.3.2.6.6 Paso por zonas 399
10.3.2.6.6.1 Bosques, árboles y masas de arbolado 399
10.3.2.6.6.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas 399
10.3.3 A terceros 400
10.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 400
10.4.1 Riesgos previsibles 400
10.4.2 Medidas preventivas 401
10.5 CONDICIONES AMBIENTALES 402
10.5.1 Ventilación 403
10.5.2 Temperatura 403
10.5.3 Factores atmosféricos 403
10.6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 403
10.6.1 Revisiones periódicas 403
10.7 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL 404
10.7.1 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra 404
10.7.2 Charla sobre riesgos específicos 404
10.8 REUNIONES DE SEGURIDAD 405
10.9 MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS 405
10.9.1 Control médico 405
10.9.2 Medios de actuación y primeros auxilios 405
10.9.3 Medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional 406
10.10 VESTUARIOS Y ASEOS 406
10.11 RECURSOS PREVENTIVOS 406
10.12 PRESUPUESTO ECONÓMICO 408
10.12.1 Objeto 408
10.12.2 Protecciones personales 408
10.12.3 Protecciones colectivas 409
10.12.4 Protecciones instalación eléctrica 411

10.12.5 Medicina preventiva y primeros auxilios 411
10.12.6 Vigilancia y formación 411
10.12.7 Instalaciones de higiene y bienestar 412
10.12.8 Presupuesto total 413
10.13 PLANOS 414

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Memoria

3. MEMORIA 15
3.1 HOJAS DE IDENTIFICACIÓN 15
3.2 OBJETO 15
3.3 ALCANCE 15
3.4 ANTECEDENTES 16
3.5 NORMAS Y REFERENCIAS 16
3.5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas 16
3.5.2 Bibliografía 17
3.5.3 Programas de cálculo 18
3.6 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS 18
3.7 REQUISITOS DE DISEÑO 23
3.8 ANÁLISIS DE SOLUCIONES 23
3.9 RESULTADOS FINALES 23
3.9.1 Introducción 23
3.9.2 Conexión a la subestación 24
3.9.3 Sistemas de protección de la línea 25

3. MEMORIA

3.1 HOJAS DE IDENTIFICACIÓN

Título del Proyecto: Línea de 132 KV Guadame - Andújar

La subestación de Guadame (Jaén) se encuentra en la localidad de Marmolejo. Coordenadas UTM: 395439,77, 4212092,46. El final de la línea aérea será en la subestación eléctrica de Andújar. (412669,90, 4211230,95).

Proyecto encargado por: Universidad de Linares

- ✓ Autor: Alejandro Jiménez Manjón
- ✓ Universidad de Linares
- ✓ Grado en Ingeniería Eléctrica
- ✓ 26495290 A

3.2 OBJETO

El objeto de este proyecto consiste en el análisis y la descripción técnica y económica de los acondicionamientos anteriormente enumerados que deben efectuarse.

El proyecto constituye la documentación técnica necesaria para realizar ante los Organismos Competentes la tramitación administrativa necesaria para la instalación y posterior puesta en funcionamiento de la línea eléctrica.

3.3 ALCANCE

El ámbito de aplicación del presente Proyecto es la Alta Tensión ya que nuestra línea es de 132 KV y corresponde a este grupo como podemos observar en la tabla:

Tensión	Ámbito
< 1000 V	Baja Tensión
Entre 1000 y 60000 V	Media Tensión
Entre 60 y 220 Kv	Alta Tensión
Más de 220 Kv	Muy alta Tensión

3.4 ANTECEDENTES

Este proyecto contiene la ejecución de las instalaciones necesarias para construir una línea de alta tensión aérea entre las subestaciones de Guadame y Andújar.

El elemento principal de la instalación es una línea aérea de 132 KV y 50 Hz de 19497,824 metros de longitud que derivará de la subestación de la distribuidora.

3.5 NORMAS Y REFERENCIAS

3.5.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones Técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 3275/82 por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2949/82 por el que se aprueba el Reglamento sobre Acometidas Eléctricas.
- Decreto de 12 de marzo de 1.954 por el que se aprueba el Reglamento de verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.
- Real Decreto 1725/84 por el que se modifica el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía. Normas particulares de la compañía distribuidora.
- Real Decreto 1650/77 sobre Normativa de la Edificación por el que se establecen las Normas Básicas de la Edificación NBE.

- Orden de 28 de julio de 1977 que desarrolla el Real Decreto 1650/77, y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 2661/1998 por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Armado (EHE).
- REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. ORDEN de 20-MAY-52, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 15-JUN- 52.

- MODIFICACION DEL REGLAMENTO ANTERIOR. ORDEN de 10-DIC-53, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 22-DIC-53.
- COMPLEMENTO DEL REGLAMENTO ANTERIOR. ORDEN de 23-SEP-66, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 1-OCT-66.
- ORDENANZA DEL TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION, VIDRIO Y CERAMICA (CAP. XVI). ORDEN de 28-AGO-70, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 5 a 9- SEP-70. Corrección errores 17-OCT-70.
- INTERPRETACION DE VARIOS ARTICULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR. ORDEN de 21-NOV-70, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 28-NOV-70.
- INTERPRETACIÓN DE VARIOS ARTICULOS DE LA ORDENANZA ANTERIOR. RESOLUCION de 24-NOV-70, de la Dirección General del Trabajo.B.O.E.5-DIC-70
- ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. ORDEN de 9-MAR- 71, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 16 y 17-MAR-71. Corrección errores 6- ABR-71.
- ANDAMIOS. CAPITULO VII DEL REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE DE 1940. ORDEN de 31-ENE-40, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 3-FEB-4
- NORMAS PARA LA ILUMINACION DE LOS CENTROS DE TRABAJO. ORDEN de 26-AGO-40, del Ministerio de Trabajo. B.O.E. 29-AGO-40
- NORMA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORABLES, ANEXO L 12/97 20 NOV. DECRETO 1627/1997, 24 DE OCTUBRE, POR EL QUE SE ESTABLECEN DISPOSICIONES MÍMIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

3.5.2 Bibliografía

- *LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA*
  Autor: Checa, Luis María.
  Editorial: Marcombo 1988.

- *CÁLCULO DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN*
  Autor: Moreno Clemente, Julián.
  Editorial: T. G. Arte Granada, Málaga 2000.

- *REDES ELÉCTRICAS*
  Autor: Zoppetti, Claudio.
  Editorial: Gustavo Gili.

- *ELECTROTÉCNIA TOMO III*
  Autor: Morillo y Farfán, J.
  Editorial:

- *TEORÍA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS. TOMO I*

  Autor: Ras, Enrique.

  Editorial: Marcombo 1973.

  Catalogo apoyos IMEDEXA 2009

- *EL TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN*

  Autor: Francisco Rodríguez Benito y Antonio Fayos Álvarez

  Editorial: Servicio de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia 1998

- *CÁLCULO MECÁNICO DE LÍNEAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN*

  Autor: Daniel Narro Bañares, Isaac Cenoz Echeverria

  Editorial: Universidad Pública de Navarra

  www.blog.andelec.es

3.5.3 Programas de cálculo

Para los cálculos realizados en el presente Proyecto se han empleado los siguientes programas informáticos:

- Andelec 2012
- Microsoft Office Excel 2007
- Autocad® 2007

3.6 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

Aislamiento de un cable: conjunto de materiales que forman parte de un cable y cuya función es soportar la tensión.

Alta tensión: se considera alta tensión (A.T.) toda la tensión nominal superior a 1 kV.

Armadura de un cable: revestimiento formado por flejes o alambres, cuyo cometido es proteger al cable de los efectos mecánicos exteriores.

Autoseccionador o seccionalizador: Seccionador que abre un circuito de forma automática en condiciones predeterminadas, cuando dicho circuito está sin tensión.

Cable o cable aislado: Conjunto formado por:

-Uno o varios conductores aislados

-Revestimiento individual

-Protección del conjunto

-Revestimientos de protección que se dispongan

Cable de tierra: conductor conectado a tierra en alguno o en todos los apoyos, dispuesto generalmente sobre los conductores de fase para asegurar una protección adecuada frente a las descargas atmosféricas.

Cable de tierra fibra óptica (OPGW): cable de tierra que contiene fibras ópticas para la telecomunicación. El conductor puede ser cableado, tubular o una combinación entre ellos.

Canalización o conducción eléctrica: conjunto formado por uno o más conductores eléctricos y los elementos que aseguran tanto su fijación como su protección mecánica.

Centro de transformación: instalación provista de uno o más transformadores reductores de Alta a Baja tensión con la aparamenta y obra que requisen.

Circuito: conjunto de materiales eléctricos alimentados por la misma fuente de energía y protegidos ante sobreintensidades en los dispositivos de protección. No quedan incluidos los circuitos que forman parte de los aparatos receptores.

Conductor de un cable: parte del cable que tiene la función de conducir la corriente.

Conductor desnudo: elemento constituido por unos alambres no aislados y cableados entre sí. Su función es la de transportar la corriente eléctrica.

Conductor aislado: conjunto que comprende el conductor, su aislamiento correspondiente y, eventualmente, pantallas.

Conexión equipotencial: conexión que une dos partes conductoras de forma que la corriente que pueda pasar por ella no provoque una diferencia de potencial sensible entre ambas.

Conmutador: aparato cuya función es la de modificar las conexiones de varios circuitos.

Contactos directos: contactos de personas o animales con partes activas.

Contactos indirectos: contactos de personas o animales con partes que están en tensión por un fallo de aislamiento.

Corriente de contacto: corriente que pasa a través del cuerpo de un humano o de un animal cuando está sometido a la acción de la corriente eléctrica.

Corriente de cortocircuito máxima admisible: valor de la corriente de cortocircuito que puede soportar un elemento de la red, durante una corta duración especificada.

Corriente de defecto o de falta: Corriente que circula debido a un fallo de aislamiento.

Corriente de defecto a tierra: corriente que en el caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por este punto desde el circuito averiado a tierra o a partes conectadas a tierra.

Corriente de puesta a tierra: corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

Defecto a tierra: defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

Electrodo de tierra: conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con tierra. Los conductores no aislados, colocados en contacto con tierra para la conexión al electrodo, se considerarán parte de éste.

Elementos conductores: todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas.

Fuente de energía: Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

Fuente de alimentación de energía: Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato reciben energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.

Impedancia: Cociente de la tensión en los bornes de un circuito entre la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.

Instalación de tierra: Es el conjunto formado por electrodos y líneas de tierra de una instalación eléctrica.

Instalación de tierra general: Es la instalación de tierra resultante de la interconexión de todas las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación.

Instalación eléctrica: Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: producción, conversión, rectificación, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Intensidad de defecto: Valor que alcanza una corriente de defecto.

Interruptor: Aparato de conexión capaz de establecer, de soportar y de interrumpir las corrientes en las condiciones normales del circuito, que pueden incluir las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio, así como de soportar durante un tiempo especificado las corrientes en las condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito.

Interruptor automático: Aparato de conexión capaz de establecer, de soportar e de interrumpir las corrientes en las condiciones normales del circuito, así como de establecer, de soportar durante un tiempo determinado y de interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las del cortocircuito.

Línea de tierra: Es el conductor o conjunto de conductores que unen el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno o colocados en él pero aislados del mismo.

Masa de un aparato: Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Nivel de aislamiento: Para un aparato o material eléctrico determinado, característica definida por un conjunto de tensiones especificadas de su aislamiento.

Para materiales cuya tensión más elevada para el material sea menor que 300 kV, el nivel de aislamiento está definido por las tensiones soportadas nominales a los impulsos de tipo rayo y las tensiones soportadas nominales a frecuencia industrial de corta duración.

Para materiales cuya tensión más elevada para el material sea igual o mayor que 300 kV, el nivel de aislamiento está definido por las tensiones soportadas nominales a los impulsos de tipo maniobra y rayo.

Poner o conectar a masa: Unir eléctricamente un conductor al armazón de una máquina o a una masa metálica.

Poner o conectar a tierra: Unir eléctricamente con la tierra una parte del circuito eléctrico o una parte conductora no perteneciente al mismo, por medio de la instalación de tierra.

Puesta a tierra de protección: Es la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación no sometidos, normalmente, a tensión eléctrica, pero que pudieran ser puestos en tensión por averías o contactos accidentales, a fin de proteger a las personas contra contactos con tensiones peligrosas.

Puesta a tierra de servicio: Es la conexión que tiene por objeto unir a tierra temporalmente parte de las instalaciones que están, normalmente, bajo tensión o permanentemente ciertos puntos de los circuitos eléctricos de servicio. Estas puestas a tierra pueden ser:

- Directas: cuando no contienen otra resistencia que la propia de paso a tierra.
- Indirectas: cuando se realizan a través de resistencias o impedancias adicionales.

Punto de puesta a tierra: Es un punto situado generalmente fuera del terreno, que sirve de unión de las líneas de tierra con el electrodo, directamente o a través de líneas de enlace con él.

Punto neutro: Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

Reactancia: Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

Red con neutro a tierra: Red cuyo neutro está unido a tierra, bien directamente o bien por medio de una resistencia o de una inductancia de pequeño valor.

Red con neutro aislado: Red desprovista de conexión intencional a tierra, excepto a través de dispositivos de indicación, medida o protección, de impedancias muy elevadas.

Red de distribución: Conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección etc., que une una fuente de energía o una fuente de alimentación de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

Redes de distribución de la compañía: Son las redes de distribución propiedad de una empresa distribuidora de energía eléctrica.

Resistencia de tierra: Es la resistencia entre un conductor puesto a tierra y un punto de potencial cero.

Seccionador: Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

Un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o a establecer, o bien cuando no se produce un cambio apreciable de tensión en los

bornes de cada uno de los polos del seccionador. Es también capaz de soportar corrientes de paso, en las condiciones normales del circuito, así como durante un tiempo especificado en condiciones anormales, tales como las de cortocircuito.

Sobretensión: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior al valor máximo que puede existir entre ellos en servicio normal.

Tensión: Diferencia de potencial entre dos puntos. En los sistemas de corriente alterna se expresará por su valor eficaz, salvo indicación en contra.

Tensión asignada de un cable U_0/U: Tensión para la que se ha diseñado el cable y sus accesorios. U_0 es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable y U es la tensión nominal eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera.

Tensión de defecto: Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y tierra.

Tensión de puesta a tierra: Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre una masa y tierra (ver tensión de defecto).

Tensión de servicio: Es el valor de la tensión realmente existente en un punto cualquiera de una instalación, en un momento determinado.

Tensión de suministro: Es el valor o valores de la tensión que constan en los contratos que se establecen con los usuarios y que sirven de referencia para la comprobación de la regularidad en el suministro. La tensión de suministro puede tener varios valores distintos, en los diversos sectores de una misma red, según la situación de éstos y demás circunstancias.

Tensión más elevada de la red: Valor más elevado de la tensión eficaz entre fases, que puede presentarse en un instante y en un punto cualquiera de la red, en las condiciones normales de explotación. Este valor no tiene en cuenta las variaciones transitorias (por ejemplo, maniobras en la red) ni las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones anormales de la red (por ejemplo, averías o desconexiones bruscas de cargas importantes).

Tensión nominal: Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

La tensión nominal expresada en kilovoltios, se designa en el presente Reglamento por U_N.

Tensión nominal de una red trifásica: Valor de la tensión entre fases por el cual se denomina la red, y a la cual se refieren ciertas características de servicio de la red.

Tensión soportada: Es el valor de la tensión especificada que un aislamiento debe soportar sin perforación ni contorneamiento, en condiciones de ensayo preestablecidas.

Tierra: Es la masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero, o todo conductor unido a ella por una impedancia despreciable.

Vano de una línea: Distancia entre dos apoyos consecutivos de una línea eléctrica.

Zonas: A efectos de las distintas sobrecargas a considerar y del establecimiento de las hipótesis de cálculo para conductores y apoyos, este reglamento define tres zonas:

-*Zona A*: La situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

-*Zona B*: La situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.

-*Zona C*: La situada a una altitud superior a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Zona de protección: Es el espacio comprendido entre los límites de los lugares accesibles, por un lado, y los elementos que se encuentran bajo tensión, por otro.

3.7 REQUISITOS DE DISEÑO

La Normativa a aplicar se ha descrito en el anterior punto, aunque cabe destacar el Reglamento de Alta Tensión (RAT).

Habrá que realizar una línea de 132 Kv entre las subestaciones de Guadame y Andújar. El camino elegido para la línea, teniendo en cuenta los obstáculos en el terreno, tiene un total de 19497,824 metros de longitud. Hemos elegido un montaje para los apoyos que conforman la línea de doble circuito con un conductor de tierra.

Los conductores elegidos serán LA-180 Hawk para fase y F. Óptica OPGW48 para tierra. La potencia será de 60 MW y el F.P.=0,8.

3.8 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Para elegir el tipo de conductor hemos realizado los pertinentes cálculos eléctricos y hemos escogido el más económico en base a los criterios de la Intensidad máxima y la Potencia máxima. Cada apoyo, así como su correspondiente cimentación, se ha elegido de acuerdo con las prescripciones del RAT, eligiendo para cada caso la opción más económica posible.

3.9 RESULTADOS FINALES

3.9.1 Introducción

Como se ha mencionado en apartados anteriores, el montaje empleado para la línea será un doble circuito, con un conductor de tierra.

La línea eléctrica recorre una zona de entre 300 y 1000 m de altura. Tras un estudio topográfico determinamos una dureza del terreno de K=8.

Para evitar los obstáculos de la zona se necesitarán 7 apoyos de ángulo-anclaje, aunque igualmente se dará el caso de cruzamientos diversos como carreteras, caminos sin asfaltar, ríos, árboles, acequias y otras líneas tanto de mayor como de menor tensión.

Apoyo de Ángulo	*Ángulo (º)*	*Distancia al origen (m)*
1	138,18	3919,552
2	172,37	10629,497
3	158,68	12150,24
4	167,09	13405,701
5	126,86	16995,862
6	113,51	18185,613
7	86,55	18572,905

Se trata de una línea de distribución con una tensión nominal de 132 KV sobre apoyos metálicos de celosía en forma de doble circuito, con un conductor LA-180 Hawk para fase y F. Óptica OPGW48 para tierra y potencia de 60 MW.

El conductor elegido para fase tras realizar los cálculos necesarios que se detallan en apartado de memoria de cálculo, es de aluminio-acero y se denomina de la forma LA-180 Hawk. Como conductor de tierra emplearemos un Fibra Óptica OPGW48.

3.9.2 Conexión a la subestación

La conexión desde la subestación de Guadame, situada en las proximidades de Marmolejo, la propiedad de la distribuidora eléctrica será de 132 KV de tensión nominal, y una frecuencia de 50 Hz. La conexión la realizará la distribuidora, se efectuará en la salida correspondiente de la subestación transformadora, instalando los elementos de protección necesarios (seccionadores y autoválvulas) en un soporte habilitado para ello para poder realizar el paso a línea.

El apoyo fin de línea, estará situado en la subestación de Andújar, propiedad de la compañía eléctrica. Las características serán similares a las redactadas para la subestación de Guadame en el anterior párrafo.

Asimismo en los apoyos de principio y de final de línea se colocarán los dispositivos de protección mencionados anteriormente, a una altura superior a 6 metros respecto al nivel del suelo, inaccesibles en condiciones ordinarias, con un accionamiento dispuesto de forma que pueda ser manipulado exclusivamente por el personal de servicio, y se montarán de forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Los apoyos de la línea son torres de estructura metálica en celosía, con montaje doble circuito y de la marca Endesa 132 Kv. En los extremos de las crucetas inferiores se suspenden o amarran los

cables conductores mediante las pertinentes cadenas de aisladores, quedando el conductor de tierra sobre los conductores de fase están constituidos por laminados de acero, usando para la unión de los mismos, tornillos, soldaduras y chapas cubrejuntas. Los perfiles han sido galvanizados en caliente para no dar lugar a la corrosión. Cada torre llevará su correspondiente placa de señalización.

Los aisladores usados en la línea serán de vidrio con las condiciones y características adecuadas. Se protegerán las partes metálicas de los aisladores para prevenir la corrosión debida a la atmósfera. Utilizaremos distintos tipos de cadenas según el montaje, que pueden ser amarre, anclaje o suspensión con seguridad normal (simples) o reforzada (dobles)

3.9.3 Sistemas de protección de la línea

Son muchas causas que pueden perturbar el servicio normal de los generadores, transformadores, barras y redes eléctricas. Algunas se enuncian a continuación:

- Descargas atmosféricas y sobretensiones interiores.
- Factores humanos, como apertura en carga, falsas maniobras en las máquinas…
- Puestas a tierra intempestivas, debidas a la humedad del terreno.
- Todas las citadas y otras que no se han citado, se pueden resumir en cinco: Cortocircuito, sobrecarga, retorno de no corriente, subtensión y sobretensión.

El dispositivo de protección contra perturbaciones puede ser un órgano de entrada, que detecta las señales procedentes de una perturbación y las convierte en señales aptas para el relé de protección. En el órgano de conversión se transforman las señales provenientes del órgano de entrada, de forma tal, que puedan medirse por el órgano que sigue. El órgano de medida mide las señales procedentes de los órganos anteriores. El órgano de salida es el elemento que amplifica las señales procedentes del órgano de medida y abarca también los elementos necesarios para elevar el número de señales de salida. El órgano accionado es una bobina de mando de disyuntores y se produce la desconexión de estos en caso de perturbación.

3.9.3.1 Protección a distancia

Si aplicásemos un sistema de protección de sobreintensidades por escalonamiento, en las redes de larga extensión, sucede que resultarían demasiado elevados los ajustes de tiempo del relé de protección correspondiente a los últimos escalones. Como consecuencia se alargaría excesivamente el tiempo invertido en desconectar, al ocurrir un cortocircuito, con los consecuentes peligros para la seguridad de las máquinas e instalaciones.

Para evitar estas dificultades se recurre a los relés de distancia, cuyo tiempo de funcionamiento es proporcional a la distancia en que ha ocurrido el defecto, así, en el caso de

producirse una avería en un puesto cualquiera de la red, los relés más próximos a este punto dispararán antes que los más alejados.

Existen diferentes tipos de relés de distancia, que se distinguen por el principio en que está basada la medida de la distancia. Uno es por la ley de variación del tiempo según la distancia y el otro por la construcción de los diversos elementos que forman el relé.

3.9.3.2 Protección de mínima y máxima tensión

La tensión, junto con la frecuencia es una característica nominal de nuestro sistema eléctrico. Como consecuencia los diferentes equipos conectados al sistema eléctrico son diseñados para una tensión nominal determinada por lo que soportan sobretensiones de un bajo porcentaje sin averiarse.

Las protecciones de sobre y subtensión deben operar en un tiempo prudencial, haciendo posible la corrección de la desviación de la magnitud nominal que intentan efectuar los elementos reguladores. Por tanto, es usual usar relés a tiempo inverso o relés a tiempo independiente, con tiempos de operación entre 2 y 20 s. El disparo instantáneo solo se utiliza en casos en los que la sobretensión es de elevada.

3.9.3.3 Protección de frecuencia

En las instalaciones eléctricas de corriente alterna, la frecuencia es una de las magnitudes que definen la calidad del servicio, y para establecer un valor nominal determinado es necesario que exista un equilibrio entre la generación y el consumo.

En caso de romperse este equilibrio, tomaremos acciones inmediatas sobre la red y para ello se utilizaremos relés de sobre o subfrecuencia.

Los relés de frecuencia de tipo electromecánico tienen un elemento de medida basado en el sistema Ferraris. Una de las bobinas A del relé está conectada en serie con un circuito resonante formado por un condensador C y una inductancia L con tomas para el ajuste preciso de la frecuencia. La otra bobina B tiene una resistencia en serie con lo que la intensidad que la recorre será proporcional a la tensión aplicada.

Debido a la frecuencia de ajuste, no existe par de giro en el disco. Al variar el valor de la frecuencia, el disco tiende a girar en uno u otro sentido cerrando el contacto que corresponde a sobrefrecuencia o subfrecuencia.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Anexo I: Cálculos justificados

4.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA 30
4.2 CÁLCULOS 30
4.2.1 Cálculos eléctricos 30
4.2.1.1 Características de los conductores empleados 30
4.2.1.2 Secciones de los conductores 30
4.2.1.3 Constantes características de la línea: 31
4.2.1.3.1 Resistencia eléctrica: 31
4.2.1.3.2 Coeficiente de autoinducción: 32
4.2.1.3.3 Reactancia de autoinducción 32
4.2.1.3.4 Impedancia de la línea 33
4.2.1.3.5 Intensidad de la línea 33
4.2.1.3.6 Caída de tensión 33
4.2.1.3.7 Potencia máxima transportada por la línea: 34
4.2.1.3.8 Potencia máxima por intensidad 34
4.2.1.3.9 Pérdidas de potencia: 35
4.2.2 Cálculos mecánicos 35
4.2.2.1 Datos iniciales. 35
4.2.2.2 Hipótesis opcionales y de obligado cumplimiento: 37
4.2.2.3 Ecuación del cambio de condiciones y flecha 37
4.2.2.4 Vano a nivel 38
4.2.2.5 Vano ideal de regulación 39
4.2.2.6 Condiciones iniciales 43
4.2.2.7 Cálculo de sobrecargas (p0) 43
4.2.2.8 Cálculo de tensión máxima admisible 44
4.2.2.9 Cálculo de las condiciones iniciales 44
4.2.2.10 Cálculo de la componente horizontal (T0). 50
4.2.2.11 Comprobación de fenómenos vibratorios. 55
4.2.2.11.1 Cálculo del fenómeno vibratorios EDS 55
4.2.2.11.2 Cálculo del fenómeno vibratorio THF 56
4.2.2.11.3 Tabla de resultados. 57

4.2.2.12 Cálculo de tensiones y flechas 59
2.2.2.12.1 Tablas de resultados de flechas y tensiones 62
4.2.2.13 Tabla de tendido 71
4.2.2.14 Constantes de catenaria 137
4.2.2.15 Cálculo mecánico de apoyos 139
4.2.2.15.1 Apoyos de principio y final de línea (P_L y F_L). 141
4.2.2.15.2 Apoyos de alineación-suspensión. 143
4.2.2.15.3 Apoyos de alineación-amarre. 145
4.2.2.15.4 Apoyos de ángulo-anclaje. 146
4.2.2.15.5 Tablas de resultados 147
4.2.2.16 Elección de Apoyos 160
4.2.2.17 Cadena de aisladores 175
4.2.2.17.1 Nivel de aislamiento. 175
4.2.2.17.2 Tabla de resultados 176
4.2.2.18 Cálculo de cimentaciones 179
4.2.2.18.1 Cálculo de apoyos con cimentación monobloque. 179
4.2.2.18.2 Cálculo de cimentaciones fraccionadas. 182
4.2.2.18.3 Tablas de resultados 184
4.2.2.19 Otras medidas de interés. 191
4.2.3 Puesta a tierra de la instalación 191
4.2.3.1 Elección del electrodo 192
4.2.3.2 Intensidad de defecto. Coeficiente reductor 193
4.2.3.3 Tensiones transferidas por el apoyo 194
4.2.3.4 Tensiones reglamentarias 195
4.3 DECRETO 178-2006 196
4.4 REGLAMENTO DE CENTROS Y ALTA TENSIÓN 202

4. ANEXO I: CÁLCULOS JUSTIFICADOS

4.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Como documentación de partida tenemos el Reglamento de Alta tensión en vigor, así como los catálogos pertinentes de conductores y de apoyos adjuntados al final de este documento.

4.2 CÁLCULOS

4.2.1 Cálculos eléctricos

4.2.1.1 Características de los conductores empleados

FASE

- Tipo: LA-180 Hawk
- Sección: 181,6 mm2
- Diámetro: 17,5 mm
- Carga de rotura: 6387 daN
- Peso: 0,675 kg/m
- Módulo de elasticidad: 8036 daN/m2
- Coeficiente de dilatación: 1,781 · 10-5 °C -1
- Resistencia kilométrica: 0,194 Ω/km
- Densidad de corriente inferior: 2,37427 A/mm2
- Densidad de corriente superior: 2,15 A/mm2

TIERRA

- Tipo: F, Óptica OPGW48
- Sección: 180 mm2
- Diámetro: 17,5 mm
- Carga de rotura: 8000 daN
- Peso: 0,624 daN/m
- Coeficiente de dilatación: 1,154 · 10-5 °C -1
- Resistencia kilométrica: 0,194 Ω/km

4.2.1.2 Secciones de los conductores

La sección de los conductores dependerá de:

a) Su coste, que siempre es de gran importancia.
b) Su resistencia eléctrica, que provoca la energía perdida en ellos por efecto Joule.
c) La caída de tensión buena para el correcto funcionamiento de los receptores.

Además, la sección de los conductores ha de ser correspondiente a la intensidad de la corriente prevista, para evitar un aumento de temperatura peligroso. Las condiciones de enfriamiento del conductor dependen del modo de estar instalado (desnudo, cubierto, aéreo, subterráneo, etc.) y por tanto, también depende de ello la cantidad de calor emitida por efecto Joule para que el conductor se ponga a la temperatura máxima admisible, o lo que es lo mismo, la sección mínima que se puede tolerar para un valor dado de corriente.

Pero, si bien no debemos darle una sección inferior, sí podemos darle una mayor, ya sea con el fin de reducir la pérdida de energía hasta un valor conveniente, para que la economía resultante de la explotación e instalación sea óptima, o para que la caída de tensión no sobrepase un cierto límite, compatible con el buen funcionamiento de los receptores. Tres son los conceptos a tener en cuenta en el cálculo de la sección de los conductores:

a) Sección según la elevación de temperatura, o densidad máxima admitida.
b) Sección según la caída de tensión.
c) Sección más económica.

Estos tres criterios son independientes y el más desfavorable de ellos será el que, en definitiva, fije el valor de la sección.

Teniendo en cuenta que el calentamiento es independiente de la longitud, el criterio que marcará el valor de la sección en conductores de gran longitud será según la caída de tensión mientras el criterio según la subida de temperatura será el dominante en el cálculo de conductores de reducida longitud.

De todas formas, en el caso de muy altas tensiones, la mínima sección de los conductores viene impuesta, en general, por la condición de no dar lugar al efecto corona que estudiaremos más adelante.

4.2.1.3 Constantes características de la línea:

4.2.1.3.1 Resistencia eléctrica:

La resistencia eléctrica de un conductor es:

$$R = r \cdot (\frac{L}{S})$$

donde:

r = Resistividad del conductor

L= Longitud del conductor en km

S= Sección del conductor en mm2

La resistencia del conductor va en función de la temperatura, y en la práctica se emplea el valor dado por el fabricante divido por dos, debido a que tenemos dos circuitos. En nuestro caso:

R = 0,119 Ω/km

En los cálculos industriales se opera habitualmente con el valor de las resistencias que dan las tablas de datos de los conductores; en este caso es el correspondiente a la temperatura de 20ºC.

4.2.1.3.2 Coeficiente de autoinducción:

Toda variación de la intensidad de un circuito produce una fuerza electromotriz de inducción en éste, debido a que alteración causa a su vez una modificación del flujo que, creado para esta corriente, engloba el circuito.

Estas fuerzas electromotrices se denominan de autoinducción. Se da el nombre de coeficiente de autoinducción a la relación en el circuito y la intensidad de la misma.

Para el cálculo de la inducción debemos calcular antes las distancias medias entre conductores. Partiendo de una distancia inicial podemos calcular las demás distancias geométricas:

$$D.M.G. = \sqrt[3]{\ \cdot D_1 \cdot D_2 \cdot D_3} = 4{,}527 \text{ m.}$$

Con esto podemos llegar a obtener el valor de la inductancia de la línea:

$$L_K = \frac{1}{(2 \cdot n)} + 4{,}065 * ln\frac{DMG}{R_{Eq}}$$

Siendo “R_{eq}” el radio equivalente en las misma unidades que la distancia media geometricageométrica, y “n” el número de fases, llega

$$L_K = 0{,}05127079 \text{ H/km.}$$

4.2.1.3.3 Reactancia de autoinducción

La reactancia de autoinducción queda definida por la expresión:

$$X_k = L_k \cdot \omega \ (\Omega \ / \ km)$$

en donde:

X_k=Reactancia de autoinducción

L_K=Coeficiente de autoinducción

ω=f/ (2·Pi)

L_K es la inducción de la línea (H/km) y ω tanto el valor de reactancia de autoinducción será:

$$X_K = 0{,}408 \ \Omega m/km$$

4.2.1.3.4 Impedancia de la línea

Podemos entonces con los valores adquiridos definir nuestra impedancia como:

$$Z_K = 0{,}119 + 0{,}408 \ j \ \ \Omega / \ km$$

4.2.1.3.5 Intensidad de la línea

Teniendo en cuenta que hemos escogido el conductor LA-280 Hawk, y que sabiendo que su densidad de corriente es de 2,374 A/mm2 y que la sección del conductor es de 181,6 mm^2, podemos afirmar que nos admite una intensidad máxima de:

$$I_{\text{máx. conductor}} = 2{,}374 \cdot 181{,}6 = 431{,}12 \ A$$

Debemos comprobar ahora si nuestra intensidad de línea está bajo la intensidad máxima admisible por el conductor. Para ello tendremos en cuenta que nuestra potencia es de 75 MVA, y que disponemos de una tensión de 132 kV. Una vez fijados estos valores procedemos al cálculo de la intensidad de la línea.

$$I_{linea} = \frac{75000}{\sqrt{3} \cdot 132} = 328{,}04 \ A$$

Como podemos observar, estamos dentro del margen de intensidad y por tanto podemos mantener la elección del conductor.

4.2.1.3.6 Caída de tensión

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea, que sin tener en cuenta la

capacidad viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_{Línea} \cdot (R_K \cdot cos\phi + X_k \cdot sen\phi) \cdot L$$

Tenemos todos los valores de cada una de las variables que intervienen en la ecuación y por tanto podemos alcanzar un resultado.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 328{,}02 \cdot (0{,}119 \cdot 0{,}8 + 0{,}408 \cdot 0{,}6) \cdot 19{,}5$$

$$\Delta U = 4432 \text{ V}$$

Resultando una de caída de tensión porcentual:

$$\%\Delta U = \Delta U / U = 3{,}36 \ \%$$

4.2.1.3.7 Potencia máxima transportada por la línea:

La potencia máxima que puede transportar la línea en función de su longitud y caída de tensión se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_{MAX} = \frac{10 \cdot U^2}{(R_k + X_k \cdot tan\phi) \cdot L} \%U_{max}$$

Teniendo en cuenta que el porcentaje máximo de caída de tensión es un 5%, Para la longitud de la línea que tenemos, la potencia máxima es:

$$P_{MAX} = 1743{,}3 \text{ MW}$$

Ahora ya disponemos de un valor de potencia máxima de transporte de la línea. Podemos comprobar si el conductor seleccionado podrá abarcar dicha potencia y si por consiguiente podremos elegirlo.

4.2.1.3.8 Potencia máxima por intensidad

En este caso tenemos que considerar la intensidad máxima que aguanta el conductor para conseguir un valor de potencia máxima que podrá aguantar. Con la siguiente expresión podremos llegar a su correspondiente valor:

$$P_{MAX} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{MAX} \cdot cos\phi$$

Si sustituimos todos los valores, los cuales ya son conocidos, podemos obtener un resultado de la potencia máxima por intensidad que será:

$$P_{MAX} = 158 \text{ kW}$$

4.2.1.3.9 Pérdidas de potencia:

Las pérdidas de potencia de una línea de media tensión se producen en el elemento resistivo de la línea por efecto Joule y se calculan con la siguiente fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot I_{Línea}^2 \cdot R_k \cdot L$$

Sustituyendo, podemos obtener un valor de pérdida de potencia de:

$$\Delta P = 2{,}44 \text{ MW}$$

Sabiendo que la P de nuestro circuito la obtendremos de multiplicar los 75 MVA por nuestro cosϕ hallamos un valor porcentual de estas pérdidas de potencia igual a:

$$\% \ \Delta P = \Delta P/P = 2{,}44/60 = 4{,}07 \ \%$$

4.2.2 Cálculos mecánicos

4.2.2.1 Datos iniciales.

Los conductores de la línea eléctrica no son hilos, sino cables, que son heterogéneos, ya que utilizaremos un conductor de aluminio –acero. También emplearemos un conductor de tierra de fibra óptica.

Los conductores de las líneas eléctricas están sometidos a los efectos de:

- Variación de la temperatura ambiente.
- La acción del viento.
- La acción de los manguitos de hielo.

Estas magnitudes, actúan sobre los cables modificando la tensión mecánica que se dio a los mismos cuando se hizo su tendido.

Las modificaciones de temperatura varían la longitud del cable. Si la temperatura sube, se produce un alargamiento del cable con lo que la fecha aumenta y disminuye la tensión mecánica. Cuando bajan las temperaturas, ocurre lo contrario.

El viento actúa como una sobrecarga porque al sumarse al peso propio del cable, hace que el efecto sea el de un aumento aparente del peso propio del conductor.

Un manguito de hielo supone una sobrecarga más de acción vertical que se suma al peso propio el cable.

Por tanto será necesario tener en cuenta las variaciones en la temperatura y las sobrecargas que puedan presentarse para que se cumplan las prescripciones reglamentarias (como son las de tensión máxima admisible, fechas, distancias de seguridad, etc.) en todo momento.

Seguidamente se detallarán los datos iniciales empleados en el cálculo mecánico del conductor:

FASE

- Tipo: LA-180 Hawk
- Sección: 181,6 mm2
- Diámetro: 17,5 mm
- Carga de rotura: 6387 daN
- Peso: 0,675 kg/m
- Módulo de elasticidad: 8036 daN/m2
- Coeficiente de dilatación: 1,781 · 10-5 °C -1
- Resistencia kilométrica: 0,194 Ω/km
- Densidad de corriente inferior: 2,37427 A/mm2
- Densidad de corriente superior: 2,15 A/mm2

TIERRA

- Tipo: F, Óptica OPGW48
- Sección: 180 mm2
- Diámetro: 17,5 mm
- Carga de rotura: 8000 daN
- Peso: 0,624 daN/m
- Coeficiente de dilatación: 1,154 · 10-5 °C -1
- Resistencia kilométrica: 0,194 Ω/km

La línea trascurre toda en zona A (entre 0 y 500 m sobre el nivel del mar) hasta el apoyo nº 4, entre el apoyo 4 y el apoyo 90 transcurre por zona A (entre 0 y 500 m sobre el nivel del mar), para

volver a zona B en el último tramo de la línea.

Según el Reglamento de Alta Tensión, el coeficiente de seguridad a utilizar en nuestra línea es de 2,5, debido a que nuestra línea es igual a 132 Kv y la carga de rotura supera los 6600 daN, por lo que no podemos aplicar el coeficiente de seguridad 3.

4.2.2.2 Hipótesis opcionales y de obligado cumplimiento:

Se trata de las hipótesis de tensión y flecha máximas, en ellas se indican la temperatura y la sobrecarga que deberán considerarse para cada hipótesis:

Zona A

Hipótesis de tracción máxima admisible			Viento de V=50 daN
Hipótesis de flecha máxima	Hipótesis de viento		Viento de V=50 daN
	Hipótesis de temperatura		Ninguna
	Hipótesis viento máximo		Viento de V=50 daN
	Hipótesis de temperatura y viento mitad		Viento de V=25 daN

Para la comprobación de fenómenos vibratorios las temperaturas que deberán considerarse son:

EDS	15º C
THF	-5º C

4.2.2.3 Ecuación del cambio de condiciones y flecha.

En función de unas premisas iniciales (temperatura, peso del conductor, sobrecarga, etc.) y estableciendo condiciones finales de temperatura, sobrecarga, etc. obtenemos los valores de tensión del conductor para dichas premisas

4.2.2.4 Vano a nivel

Si tenemos un conductor de sección S, módulo de elasticidad E y coeficiente de dilatación lineal □, tendido en un vano de longitud a, con puntos de sujeción a un mismo nivel. Designamos por P_o, t_o y T_o los valores iniciales de peso por metro lineal de conductor, temperatura y componente horizontal de la tensión respectivamente. Llamaremos P, t y T a los valores correspondientes a las nuevas condiciones de equilibrio.

La longitud de un arco de parábola en un vano a nivel de longitud "a" vale:

$$L = \frac{a^3 \cdot P^2}{24 \cdot T^2}$$

La variación de longitud del conductor debida a la diferencia de temperatura será:

$$\delta \cdot a(t - t_0)$$

La variación de la longitud del conductor al pasar a componente horizontal de la tensión del valor T_o a T será:

$$\frac{a}{S \cdot E}(T - T_0)$$

Sustituyendo la longitud de la curva por

$$\delta \cdot a(t - t_0) + \frac{a}{S \cdot E}(T - T_0) = \frac{a^3}{24}\left(\frac{P^2}{T^2} - \frac{P_0^2}{T_0^2}\right)$$

Ecuación que puede ponerse de la forma:

$$T^2(T + A) = B$$

En donde:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

La ecuación anterior se denomina “Ecuación para calcular la componente horizontal de a tensión T, es decir, T_o que resulta para valores del peso unitario del conductor, P, t y T, partiendo de una hipótesis de equilibrio en la que los valores de las magnitudes consideradas son P_o, t_o y T_o.

El valor de la flecha será:

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

4.2.2.5 Vano ideal de regulación

Como los diferentes vanos de cada alineación de una línea no tienen por qué ser iguales, y para evitar diferentes tensiones en vanos contiguos que podrían provocar desviaciones en las cadenas de suspensión, suponemos que las tensiones a las que están sometidos los cables son iguales en todos los vanos de una misma alineación y varían como lo harían las de un vano teórico llamado "vano ideal de regulación", siendo la variación de la longitud de la flecha la que compense la diferencia de longitud de los vanos.

El vano ideal de regulación para cada alineación de línea se calcula de la forma:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b^3}{a^2}}{\frac{b^2}{a}} \cdot \sqrt{\frac{\sum b^3}{\sum \frac{b^2}{a}}}$$

Donde:

- a_r: vano ideal de regulación, (metros).
- a: distancia proyectada entre dos apoyos correlativos, (metros)
- b: distancia entre los puntos más altos, existente entre dos apoyos contiguos (m). Siendo:

$$b = \sqrt{a^2 + h^2}$$

- h: desnivel entre dos vanos contiguos.
- En la línea a proyectar hay 18 vanos de regulación:
- Vano de regulación 1 (ar1) → del apoyo 1 al apoyo 2.
- Vano de regulación 2 (ar2) → del apoyo 2 al apoyo 8.
- Vano de regulación 3 (ar3) → del apoyo 8 al apoyo 9.
- Vano de regulación 4 (ar4) → del apoyo 9 al apoyo 12.
- Vano de regulación 5 (ar5) → del apoyo 12 al apoyo 15.

- Vano de regulación 6 (ar6) → del apoyo 15 al apoyo 16.
- Vano de regulación 7 (ar7) → del apoyo 16 al apoyo 17.
- Vano de regulación 8 (ar8) → del apoyo 17 al apoyo 23.
- Vano de regulación 9 (ar9) → del apoyo 23 al apoyo 31.
- Vano de regulación 10 (ar10) → del apoyo 31 al apoyo 36.
- Vano de regulación 11 (ar11) → del apoyo 36 al apoyo 37.
- Vano de regulación 12 (ar12) → del apoyo 37 al apoyo 40.
- Vano de regulación 13 (ar13) → del apoyo 40 al apoyo 41.
- Vano de regulación 14 (ar14) → del apoyo 41 al apoyo 51.
- Vano de regulación 15 (ar15) → del apoyo 51 al apoyo 53.
- Vano de regulación 16 (ar16) → del apoyo 53 al apoyo 55.
- Vano de regulación 17 (a17) → del apoyo 55 al apoyo 56.
- Vano de regulación 18 (ar18) → del apoyo 56 al apoyo 59.

En este apartado se hará el cálculo del quinto vano de regulación como ejemplo. Los resultados obtenidos de los 18 vanos serán reflejados en una tabla posterior al ejemplo:

Vano de regulación 5, (a_{r5}):

Tramo	a(m)	h(m)	b(m)
12 - 13	271	14,34	271,379
13 - 14	389	-0,76	389
14 - 15	303	-22,11	303,81

Las ecuaciones necesarias para el cálculo son las antes enunciadas:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b^3}{a^2}}{\frac{b^2}{a}} \cdot \sqrt{\frac{\sum b^3}{\sum \frac{b^2}{a}}}$$

$$b = \sqrt{a^2 + h^2}$$

Asignando los valores correspondientes y sustituyendo en las ecuaciones anteriores

obtendremos:

$b_{12\text{-}13} = \sqrt{271^2 + 14{,}34^2}$ =271,379 m

$b_{13\text{-}14} = \sqrt{389^2 + 0{,}76^2}$ = 389 m

$b_{14\text{-}15} = \sqrt{303^2 + 22{,}11^2}$ = 303,81 m

Sustituyendo en la ecuación de vano tenemos:

$$a_r = 332{,}989 \text{ m}$$

En la tabla adjunta se muestran los datos utilizados y los valores obtenidos para todos los vanos,

a_r	Tramo		Vano (a)	Desnivel (h)	Vano real (b)	Vano regulación
1	1	2	391	-8,79	391,098791	391,147031
2	2	3	263	0,69	263,000905	370,498313
	3	4	408	1,86	408,00424	
	4	5	330	-1,65	330,004125	
	5	6	326	3,22	326,015902	
	6	7	379	9,06	379,108274	
	7	8	435	-28,53	435,934583	
3	8	9	343	-5,64	343,046367	343,068506
4	9	10	390	53,33	393,62938	382,071983
	10	11	222	10,05	222,227367	
	11	12	434	-2,79	434,008968	
5	12	13	271	14,34	271,379136	332,989489
	13	14	389	-0,76	389,000742	
	14	15	303	-22,11	303,805616	
6	15	16	317	-16,23	317,415206	317,622417
7	16	17	357	-9,14	357,116983	357,175027
8	17	18	314	3,32	314,017551	388,077312

	18	19	388	-0,68	388,000596	
	19	20	509	-8,72	509,074688	
	20	21	309	3,75	309,022754	
	21	22	357	-13,46	357,253652	
	22	23	330	-8,42	330,107401	
9	23	24	349	0,18	349,000046	378,490423
	24	25	319	2,27	319,008077	
	25	26	475	-4,47	475,021032	
	26	27	438	9,78	438,109174	
	27	28	302	10,05	302,167176	
	28	29	263	6,34	263,076406	
	29	30	409	-1	409,001222	
	30	31	311	-7,19	311,083102	
10	31	32	240	-4,01	240,033498	313,891701
	32	33	323	-0,79	323,000966	
	33	34	377	-1,38	377,002526	
	34	35	289	6,27	289,068007	
	35	36	290	-4,67	290,037599	
11	36	37	487	8,81	487,079681	487,119082
12	37	38	210	10,27	210,250976	263,442593
	38	39	295	-2,52	295,010763	
	39	40	264	-2,06	264,008037	
13	40	41	392	1,4	392,0025	392,002551
14	41	42	365	11,8	365,19069	350,588077
	42	43	456	-13,76	456,20756	
	43	44	286	11,27	286,221964	
	44	45	317	-0,2	317,000063	
	45	46	246	1,94	246,007649	
	46	47	440	-2,07	440,004869	

	47	48	253	-7,79	253,119901	
	48	49	369	6,89	369,06432	
	49	50	192	3,54	192,032632	
	50	51	273	-4,17	273,031846	
15	51	52	254	1,11	254,002425	262,649957
	52	53	270	-13,86	270,355506	
16	53	54	339	-4,75	339,033276	333,189135
	54	55	327	1,24	327,002351	
17	55	56	387	1,87	387,004518	387,00646
18	56	57	353	-7,17	353,07281	313,765836
	57	58	298	-5,23	298,045891	
	58	59	274	-3,52	274,022609	

4.2.2.6 Condiciones iniciales

Para poder aplicar la ecuación del cambio de condiciones se necesita conocer la tensión del conductor en condiciones de temperatura y sobrecarga iniciales. Estas condiciones se hallan realizando los cálculos que se incluyen en este punto. Tanto las sobrecargas (p_0) como las temperaturas (t_0) coinciden en todos los vano de regulación y la diferencia entre ellos es la tensión de componente horizontal (T_0) que será diferente y se calculará para cada vano de regulación.

4.2.2.7 Cálculo de sobrecargas (p0)

En este apartado calcularemos las sobrecargas en los conductores, que están indicadas en 2.2.1 en el Reglamento de Alta Tensión y que usaremos en los cálculos posteriores.

En nuestro caso la sobrecarga del viento viene dada por:

FASE

$$S_V = \sqrt{p^2 + (V \cdot 0{,}001 \cdot \emptyset)^2}$$

S_v = 1,36235 daN/m

TIERRA

$$S_V = \sqrt{p^2 + (V \cdot 0{,}001 \cdot \emptyset)^2}$$

S_v = 1,33879 daN/m

Y la sobrecarga del viento-mitad:

FASE

$$S_{V/2} = \sqrt{p^2 + (\frac{V}{2} \cdot 0{,}001 \cdot d^2)^2}$$

$S_{v/2}$ =0,89 daN/m

TIERRA

$$S_{V/2} = \sqrt{p^2 + (\frac{V}{2} \cdot 0{,}001 \cdot d^2)^2}$$

$S_{v/2}$ = 0,8535 daN/m

4.2.2.8 Cálculo de tensión máxima admisible

Siguiendo el apartado 3.2.1 de la ITC-07 del Reglamento de Alta Tensión, la tracción máxima de los conductores no será superior a la carga de rotura mínima dividida por el coeficiente de seguridad, que en nuestro caso tiene un valor de 2,5, sometido a las hipótesis de carga que aparecen en el apartado 2.2.1 de este documento.

FASE

$T_A = {}^{Q}/_{C.S.} = {}^{6387}/_{2,5}$ = 2554,8 daN

TIERRA

$T_A = {}^{Q}/_{C.S.} = {}^{6387}/_{2,5}$ = 2554,8 daN

4.2.2.9 Cálculo de las condiciones iniciales

Para poder calcular las tensiones máximas de cada hipótesis reglamentaria, necesitaremos

las condiciones iniciales de temperatura t_0, peso P_0 y tensión T_0. Cada vano de regulación tendrá unas condiciones iniciales propias. Los vanos de regulación que se encuentren en zona A (entre 0 y 500m sobre el nivel del mar) tendrán las condiciones iniciales propias del viento (p_0=S_V; t_0=-5ºC):

FASE

ZONA A		
p_0 (daN/m)	T_o (daN)	t_0 (ºC)
1,3623498	2554,8	-5

TIERRA

ZONA A		
p_0 (daN/m)	T_o (daN)	t_0 (ºC)
1,33879481	2554,8	-5

Si también tuviésemos zona B tendríamos que realizar para cada vano de regulación la elección entre hielo y viento como condiciones iniciales. Para ello calcularíamos, tomando como condiciones iniciales las del viento, la tensión del hielo T_{-15+H}, y si ésta es mayor que T_0, nuestras condiciones iniciales serian las del hielo. En caso de que T_{-15+H} sea menor que T_0, nuestras condiciones iniciales serian las del viento.

Para calcular la tensión usaremos la ecuación:

$$T^2(T + A) = B$$

En donde A y B tendrán los siguientes valores:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Siendo:

- ✓ T_0 = Componente horizontal máxima en daN.
- ✓ a = Longitud proyectada del vano de regulación en m.
- ✓ h = Desnivel del vano en m.
- ✓ p0 = Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.
- ✓ p= Sobrecarga de le hipótesis a averiguar en daN/m.
- ✓ S = Sección del conductor en mm2.
- ✓ E = Módulo de elasticidad del conductor en daN/mm2.

Por lo tanto las condiciones iniciales para los vanos de regulación, en cuanto al conductor de fase se refiere, serán:

Hipótesis	p_0 (daN/m)	T_0 (daN)	t_0 (ºC)
Viento	1,3623498	2554,8	-5

Para el conductor de tierra habrá que repetir la operación, y a su vez habrá que repetir los cálculos para tierra. Conviene decir que la T_0 calculada variará conforme avance el problema como veremos en los siguientes apartados.

Resultados obtenidos para las condiciones iniciales:

FASE:

a_r	Tramo		T_0 Vano (daN)	P_0 (daN/m)	t_0 (ºC)
1	1	2	2554,8	1,3623498	-5
2	2	3	2554,8	1,3623498	-5
	3	4	2554,8	1,3623498	-5
	4	5	2554,8	1,3623498	-5
	5	6	2554,8	1,3623498	-5
	6	7	2554,8	1,3623498	-5
	7	8	2554,8	1,3623498	-5

3	8	9	2554,8	1,3623498	-5
4	9	10	2554,8	1,3623498	-5
	10	11	2554,8	1,3623498	-5
	11	12	2554,8	1,3623498	-5
5	12	13	2554,8	1,3623498	-5
	13	14	2554,8	1,3623498	-5
	14	15	2554,8	1,3623498	-5
6	15	16	2554,8	1,3623498	-5
7	16	17	2554,8	1,3623498	-5
8	17	18	2554,8	1,3623498	-5
	18	19	2554,8	1,3623498	-5
	19	20	2554,8	1,3623498	-5
	20	21	2554,8	1,3623498	-5
	21	22	2554,8	1,3623498	-5
	22	23	2554,8	1,3623498	-5
9	23	24	2554,8	1,3623498	-5
	24	25	2554,8	1,3623498	-5
	25	26	2554,8	1,3623498	-5
	26	27	2554,8	1,3623498	-5
	27	28	2554,8	1,3623498	-5
	28	29	2554,8	1,3623498	-5
	29	30	2554,8	1,3623498	-5
	30	31	2554,8	1,3623498	-5
10	31	32	2554,8	1,3623498	-5
	32	33	2554,8	1,3623498	-5
	33	34	2554,8	1,3623498	-5
	34	35	2554,8	1,3623498	-5
	35	36	2554,8	1,3623498	-5
11	36	37	2554,8	1,3623498	-5
12	37	38	2554,8	1,3623498	-5
	38	39	2554,8	1,3623498	-5

	39	40	2554,8	1,3623498	-5
13	40	41	2554,8	1,3623498	-5
14	41	42	2554,8	1,3623498	-5
	42	43	2554,8	1,3623498	-5
	43	44	2554,8	1,3623498	-5
	44	45	2554,8	1,3623498	-5
	45	46	2554,8	1,3623498	-5
	46	47	2554,8	1,3623498	-5
	47	48	2554,8	1,3623498	-5
	48	49	2554,8	1,3623498	-5
	49	50	2554,8	1,3623498	-5
	50	51	2554,8	1,3623498	-5
15	51	52	2554,8	1,3623498	-5
	52	53	2554,8	1,3623498	-5
16	53	54	2554,8	1,3623498	-5
	54	55	2554,8	1,3623498	-5
17	55	56	2554,8	1,3623498	-5
18	56	57	2554,8	1,3623498	-5
	57	58	2554,8	1,3623498	-5
	58	59	2554,8	1,3623498	-5

TIERRA:

ar	Tramo		T_0 Vano (daN)	P_0 (daN/m)	t_0 (ºC)
1	1	2	2554,8	1,3387948	-5
2	2	3	2554,8	1,3387948	-5
	3	4	2554,8	1,3387948	-5
	4	5	2554,8	1,3387948	-5
	5	6	2554,8	1,3387948	-5
	6	7	2554,8	1,3387948	-5

	7	8	2554,8	1,3387948	-5
3	8	9	2554,8	1,3387948	-5
4	9	10	2554,8	1,3387948	-5
	10	11	2554,8	1,3387948	-5
	11	12	2554,8	1,3387948	-5
5	12	13	2554,8	1,3387948	-5
	13	14	2554,8	1,3387948	-5
	14	15	2554,8	1,3387948	-5
6	15	16	2554,8	1,3387948	-5
7	16	17	2554,8	1,3387948	-5
8	17	18	2554,8	1,3387948	-5
	18	19	2554,8	1,3387948	-5
	19	20	2554,8	1,3387948	-5
	20	21	2554,8	1,3387948	-5
	21	22	2554,8	1,3387948	-5
	22	23	2554,8	1,3387948	-5
9	23	24	2554,8	1,3387948	-5
	24	25	2554,8	1,3387948	-5
	25	26	2554,8	1,3387948	-5
	26	27	2554,8	1,3387948	-5
	27	28	2554,8	1,3387948	-5
	28	29	2554,8	1,3387948	-5
	29	30	2554,8	1,3387948	-5
	30	31	2554,8	1,3387948	-5
10	31	32	2554,8	1,3387948	-5
	32	33	2554,8	1,3387948	-5
	33	34	2554,8	1,3387948	-5
	34	35	2554,8	1,3387948	-5
	35	36	2554,8	1,3387948	-5
11	36	37	2554,8	1,3387948	-5
12	37	38	2554,8	1,3387948	-5

	38	39	2554,8	1,3387948	-5
	39	40	2554,8	1,3387948	-5
13	40	41	2554,8	1,3387948	-5
14	41	42	2554,8	1,3387948	-5
	42	43	2554,8	1,3387948	-5
	43	44	2554,8	1,3387948	-5
	44	45	2554,8	1,3387948	-5
	45	46	2554,8	1,3387948	-5
	46	47	2554,8	1,3387948	-5
	47	48	2554,8	1,3387948	-5
	48	49	2554,8	1,3387948	-5
	49	50	2554,8	1,3387948	-5
	50	51	2554,8	1,3387948	-5
15	51	52	2554,8	1,3387948	-5
	52	53	2554,8	1,3387948	-5
16	53	54	2554,8	1,3387948	-5
	54	55	2554,8	1,3387948	-5
17	55	56	2554,8	1,3387948	-5
18	56	57	2554,8	1,3387948	-5
	57	58	2554,8	1,3387948	-5
	58	59	2554,8	1,3387948	-5

4.2.2.10 Cálculo de la componente horizontal (T0).

Calculamos las componentes horizontales máximas para cada vano de regulación que forman la línea aplicando la siguiente ecuación:

$$T_0 = \frac{T_A - p_0 \cdot \frac{h}{2} + \sqrt{\left(T_A - p_0 \cdot \frac{h}{2}\right)^2 - \frac{p_0^2 \cdot b^2}{2}}}{2 \cdot \frac{b}{a}}$$

En donde:

- T_0 = Componente horizontal máxima en daN.
- a = Longitud proyectada del vano en m.
- b = Longitud real del vano en m.
- h = Desnivel del vano en m.
- p0 = Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada vano de regulación, eligiendo en cada uno de los vanos el menor valor de la componente horizontal de la tensión, ya que ésta dará lugar a tensiones menores y por tanto las flechas mayores.

Aplicando la ecuación anterior a cada vano de la alineación obtenemos los datos que se adjuntan en la siguiente tabla:

FASE

a_r	Tramo		$T_{0,i-}$	To
1	1	2	2546,21083	2546,21083
2	2	3	2548,0233	2534,75356
	3	4	2538,29169	
	4	5	2545,96855	
	5	6	2542,78566	
	6	7	2534,75356	
	7	8	2551,50957	
3	8	9	2547,5821	2547,5821
4	9	10	2481,02909	2481,02909
	10	11	2540,84729	
	11	12	2539,43971	
5	12	13	2534,75449	2534,75449
	13	14	2541,49955	
	14	15	2554,70875	
6	15	16	2553,36866	2553,36866
7	16	17	2548,58523	2548,58523
8	17	18	2543,40227	2536,66902
	18	19	2541,51703	

	19	20	2536,66902	
	20	21	2543,34806	
	21	22	2550,55537	
	22	23	2549,79387	
9	23	24	2543,56754	2529,91052
	24	25	2543,90868	
	25	26	2537,09981	
	26	27	2529,91052	
	27	28	2538,2082	
	28	29	2543,43134	
	29	30	2540,19553	
	30	31	2550,2149	
10	31	32	2551,93811	2542,30723
	32	33	2545,82303	
	33	34	2542,75512	
	34	35	2542,30723	
	35	36	2549,99804	
11	36	37	2526,60439	2526,60439
12	37	38	2540,73617	2540,73617
	38	39	2548,50108	
	39	40	2549,78391	
13	40	41	2539,7935	2539,7935
14	41	42	2533,23123	2533,23123
	42	43	2544,04399	
	43	44	2537,66989	
	44	45	2545,77805	
	45	46	2547,8888	
	46	47	2538,48809	
	47	48	2553,07712	
	48	49	2537,21188	
	49	50	2548,59918	

	50	51	2550,56301	
15	51	52	2548,14555	2548,14555
	52	53	2554,24779	
16	53	54	2547,31796	2544,18632
	54	55	2544,18632	
17	55	56	2539,81573	2539,81573
18	56	57	2547,80947	2547,80947
	57	58	2549,88887	
	58	59	2550,15673	

TIERRA:

a_r	Tramo		$T_{0,i-j}$	To
1	1	2	3130,14761	3130,147613
2	2	3	3130,5771	3118,722291
	3	4	3122,77925	
	4	5	3129,26837	
	5	6	3126,07486	
	6	7	3118,72229	
	7	8	3134,80981	
3	8	9	3130,93218	3130,932178
4	9	10	3060,58103	3060,581025
	10	11	3122,53472	
	11	12	3124,29558	
5	12	13	3116,75376	3116,75376
	13	14	3125,6561	
	14	15	3135,88587	
6	15	16	3135,56769	3135,567692
7	16	17	3131,97191	3131,971911
8	17	18	3126,5371	3122,788261
	18	19	3125,65942	

	19	20	3122,78826	
	20	21	3126,41664	
	21	22	3133,66495	
	22	23	3132,82612	
9	23	24	3127,1526	3114,874513
	24	25	3127,11029	
	25	26	3122,66498	
	26	27	3114,87451	
	27	28	3120,99401	
	28	29	3125,8888	
	29	30	3124,66555	
	30	31	3133,05738	
10	31	32	3134,12867	3125,0782
	32	33	3129,04927	
	33	34	3126,71843	
	34	35	3125,0782	
	35	36	3132,70444	
11	36	37	3112,51857	3112,51857
12	37	38	3122,22551	3122,225508
	38	39	3131,3458	
	39	40	3132,29825	
13	40	41	3124,02248	3124,022483
14	41	42	3116,89133	3116,891328
	42	43	3128,89053	
	43	44	3120,15633	
	44	45	3128,93778	
	45	46	3130,27252	
	46	47	3123,46398	
	47	48	3135,15238	
	48	49	3121,06778	
	49	50	3130,45949	

	50	51	3133,09574	
15	51	52	3130,60985	3130,609854
	52	53	3135,93361	
16	53	54	3130,64714	3127,487243
	54	55	3127,48724	
17	55	56	3123,97042	3123,970425
18	56	57	3131,23586	3131,23586
	57	58	3132,66635	
	58	59	3132,72805	

Aunque esta T_0 tampoco será nuestra T_0 definitiva, ya que habrá que calcular los fenómenos vibratorios y modificar este valor en caso de que no nos cumpliesen,

4.2.2.11 Comprobación de fenómenos vibratorios.

Según la ITC-LAT 07 en el apartado 3.2.2 del Reglamento de Alta Tensión, a la hora de hallar las tracciones mecánicas de los conductores, habrá de tenerse en cuenta la influencia de posibles fenómenos vibratorios que pueden acortar la vida útil de los mismos y dar lugar a desgaste y fallos en herrajes, aisladores y accesorios, e incluso en elementos de los apoyos.

Estos fenómenos son causados 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 correctamente instalados ayudan a prevenir estos fenómenos.

Se recomienda que la tracción a temperatura de 15 °C no supere el 21% (Zona A) y en cuanto al T.H.F. es recomendable que no supere el 22,5%.

4.2.2.11.1 Cálculo del fenómeno vibratorios EDS

Para el cálculo del fenómeno vibratorio E.D.S (Every Day Stress), tenemos que volver a emplear las ecuaciones del apartado 2.2.2.3 de este documento, a las que denominamos ecuaciones de “cambio de condiciones”. En ellas, sustituiremos la temperatura de cada día, que para este caso está estipulada en t=15°C o t=10ºC (zona A o B respectivamente). Una vez hallados los valores de A y B, se calcula una tensión llamada “tensión de cada día”, valor que necesitamos introducir en la siguiente ecuación:

$$E.D.S. = \frac{T_{CD}}{Q} \cdot 100$$

Se calcula la tensión de cada día T_{CD} = T_{15}. Recordar que la T_0 que emplearemos para el cálculo de ésta es la que calculamos en el apartado anterior, la cual cumple con el límite máximo de T.H.F. Sustituyendo en las ecuaciones, se tiene que:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

$$T_{15}^2(T_{15} + A) = B$$

El valor de E.D.S. será:

E.D.S. = 21,23 %

Como el valor de E.D.S. que se ha calculado es superior al valor de E.D.S. máximo admisible la línea no supera la comprobación del fenómeno. Esta situación se da en todos los vanos que hemos analizado, y si en alguno cumple el E.D.S., se ha tenido que modificar el valor de T_0 igualmente debido a que las condiciones E.D.S. no cumplen con las prescripciones.

Para el cálculo de la nueva T_{-5}:

E.D.S. = $\frac{T_{EDS}}{Q}$*100 < 20 % → 20 % = $\frac{T_{EDS}}{2554,8}$*100 → T_{EDS} = 1277,4

De la ecuación de A, obtenemos la nueva T_0, que utilizaremos como nueva condición inicial y por la cual habrá que recalcular también el nuevo valor de E.D.S., por el procedimiento que estamos exponiendo:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

Despejando T_0 de la ecuación obtenemos:

T_0= 2371,7976 daN

Con este valor de T_0 que se ha calculado, nos aseguramos de que el valor de E.D.S. calculado sea igual al valor de E.D.S. máximo admisible.

4.2.2.11.2 Cálculo del fenómeno vibratorio THF

Para el cálculo del primer fenómeno vibratorio (T.H.F.), tenemos que emplear las ecuaciones del apartado 2.2.2 de este documento, a las que denominamos ecuaciones de “cambio de condiciones”. En cada día, que para este caso está estipulada en t=-5°C o t=-15 ºC (zona A). Una vez hallados los valores de A y B, se calcula una tensión llamada “tensión en horas frías”, valor que necesitamos introducir en la siguiente ecuación:

$$T.H.F. = \frac{T_{FM}}{Q} \cdot 100$$

Lo que haremos será calcular dicha tensión con la siguientes fórmulas para comprobar si nuestra tensión está dentro del rango permitido.

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

$$T_{-5}^2(T_{-5} + A) = B$$

Una vez calculada la tensión compramos:

$$\text{T.H.F.} = \frac{T_{FM}}{Q} * 100 < 22{,}5\%$$

Como el valor de T.H.F. que se ha calculado es inferior al valor de T.H.F. máximo admisible, la línea supera la comprobación.

21,838 < 22,5 %

El cálculo del E.D.S del resto de los vanos de regulación se encuentra en la tabla conjunta con el T.H.F., en el apartado siguiente.

4.2.2.11.3 Tabla de resultados.

FASE

a_r	Valor de T_0	Calculo de E.D.S.		Calculo de T.H.F	
		T_{15}	Valor %	T_{-5}	Valor %
1	2371,79768	1277,4	20	1394,8305	21,8385862

2	2354,15801	1277,4	20	1406,13353	22,0155556
3	2328,292	1277,4	20	1423,49618	22,2873991
4	2364,22809	1277,4	20	1399,62662	21,9136781
5	2318,02975	1277,4	20	1430,63614	22,399188
6	2296,35961	1277,4	20	1437,075	22,5
7	2341,95829	1277,4	20	1414,20765	22,1419704
8	2369,26849	1277,4	20	1396,42388	21,8635335
9	2361,16262	1277,4	20	1401,59218	21,9444524
10	2289,30606	1277,4	20	1437,075	22,5
11	2437,00614	1277,4	20	1356,93469	21,245259
12	2184,38702	1277,4	20	1437,075	22,5
13	2372,49694	1277,4	20	1394,39159	21,8317142
14	2335,67557	1277,4	20	1418,4462	22,2083326
15	2182,58787	1277,4	20	1437,07	22,5
16	2318,23719	1277,4	20	1430,49044	22,3969068
17	2368,37872	1277,4	20	1396,98661	21,872344
18	2289,06649	1277,4	20	1437,075	22,5

TIERRA:

a_r	Valor de T_0	Calculo de E.D.S.		Calculo de T.H.F	
		T_{15}	Valor %	T_{-5}	Valor %
1	2893,32114	1568	20	1716,59572	21,89535361
2	2862,82639	1568	20	1729,2088	22,05623467
3	2818,99985	1568	20	1748,04991	22,29655498
4	2880,17215	1568	20	1721,98191	21,96405495
5	2801,88625	1568	20	1755,61645	22,393067
6	2771,2828	1568	20	1764	22,5
7	2842,02858	1568	20	1738,04947	22,16899839
8	2888,91699	1568	20	1718,39077	21,91824967
9	2874,87437	1568	20	1724,17467	21,9920239

10	2761,76387	1568	20	1764	22,5
11	3010,97263	1568	20	1672,20084	21,32909241
12	2623,01599	1568	20	1764	22,5
13	2894,5407	1568	20	1716,10027	21,88903406
14	2831,40717	1568	20	1742,63517	22,22748941
15	2620,68075	1568	20	1764	22,5
16	2802,2307	1568	20	1755,46308	22,3911107
17	2887,3702	1568	20	1719,02338	21,92631864
18	2761,44102	1568	20	1764	22,5

4.2.2.12 Cálculo de tensiones y flechas

Según la sección 3.1.3 de la ITC-07 del Reglamento de Alta Tensión hay que comprobar para la zona A dos hipótesis:

- Hipótesis de temperatura (T_{50}).
- Hipótesis de viento (T15+V).

Luego aplicaremos las ecuaciones del cambio de condiciones que nos darán los valores de las tensiones correspondientes a cada hipótesis. Obtendremos los resultados de las flechas según la ecuación:

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

Realizamos como ejemplo el Vano de regulación 4, conductor de FASE.

<u>Hipótesis de temperatura (T_{50}), Vano de regulación 4 (a_{r4}), conductor de fase:</u>

Empleando las ecuaciones del cambio de condiciones, calculamos la tensión a 50°C (T_{50}), ya que es la temperatura que se estima pueda alcanzar el conductor como máxima, basándonos en la zona en la que se encuentra. Sustituyendo en las ecuaciones, se tiene que:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Resolvemos la ecuación:

$$T_{50}^2 (T_{50} + A) = B$$

T_{50} = 1114,48784 daN

La flecha (f50), para la hipótesis de temperatura es:

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

$f_{50,\ 9\text{-}10}$ = 11,4 m

$f_{50,\ 10\text{-}11}$ = 3,66 m

$f_{50,\ 11\text{-}12}$ =13,99 m

<u>Hipótesis de viento (T_{15+V}), Vano de regulación 4 (a_{r4}) conductor de fase</u>

Utilizando las ecuaciones del cambio de condiciones, se calcula la tensión a 15°C asumiendo una sobrecarga de viento (T_{15+V}). Sustituyendo en las ecuaciones, se tiene que:

$$A = \delta(t - t_0) S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Asignando valores:

$$T_{15+V}^2 (T_{15+V} + A) = B$$

T_{15+v} = 1889,25976 daN

El valor de la flecha (f15+V), para la hipótesis de viento es:

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

$f_{15+v,\ 9\text{-}10}$ = 11,15 m

$f_{15+v,\ 10\text{-}11}$ = 3,581 m

$f_{15+v,\ 11\text{-}12}$ =13,688 m

Hipótesis de hielo (T_{0+H}), Vano de regulación 4 (a_{r4}) conductor de fase

Dado que en nuestra línea solo tenemos zona A podemos prescindir de esta hipótesis ya que el hielo no aparece en la línea.

Los cálculos completos de la totalidad de los vanos serán reflejados juntos a las hipótesis adicionales que a continuación se calcularán, en una tabla al final del presente apartado.

Además de las tres hipótesis anteriores, se deben calcular las tensiones de otras dos hipótesis adicionales, que son:

- Hipótesis de viento máximo ($T_{V.max}$).
- Hipótesis de viento mitad ($T_{V/2}$).

Al igual que en el apartado anterior, se realizarán los cálculos del vano de regulación 4, debido a que los pasos a realizar son iguales en todos:

Hipótesis de Viento máximo ($T_{V.max}$), Vano de regulación 4 (a_r4)

En nuestro caso coincidirá con nuestra T_0 ya que nos encontramos solo en zona A y directamente es nuestra hipótesis máxima

Hipótesis de viento ($T_{V/2}$), Vano de regulación 4 (a_{r4})

Utilizando las ecuaciones del cambio de condiciones, se calcula la tensión de esta otra hipótesis adicional a -5ºC en zona A asumiendo una sobrecarga de viento ($T_{V/2}$). Sustituyendo en las ecuaciones, se tiene que:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Asignando valores a la siguiente ecuación:

$$T_{V/2}^2 \left(T_{V/2} + A\right) = B$$

$T_{v/2}$ = 1599,40333 daN

4.2.2.12.1 Tablas de resultados de flechas y tensiones

En este apartado se recogen todos los cálculos en cuanto a flechas y tensiones se refiere:

FASE

Hipótesis de temperatura T_{50}:

a_r	Tramo		f_{50}	T_{50}
1	1	2	11,3049875	1119,73561
2	2	3	5,16717953	1107,44594
	3	4	12,4445504	
	4	5	8,13770686	
	5	6	7,94175808	
	6	7	10,73948	
	7	8	14,1787626	
3	8	9	8,94206029	1089,03485
4	9	10	11,4025292	1114,48784
	10	11	3,6616102	
	11	12	13,9943565	
5	12	13	5,62558927	1081,59847
	13	14	11,5820556	
	14	15	7,04243461	
6	15	16	7,80585121	1066,73384

7	16	17	9,6030541	1098,82092
8	17	18	7,29791943	1117,98652
	18	19	11,146641	
	19	20	19,2009391	
	20	21	7,067317	
	21	22	9,44173281	
	22	23	8,06338339	
9	23	24	9,06229656	1112,35155
	24	25	7,57034461	
	25	26	16,8006311	
	26	27	14,2845867	
	27	28	6,78803013	
	28	29	5,14584518	
	29	30	12,4503237	
	30	31	7,19687537	
10	31	32	4,48700128	1062,10847
	32	33	8,12911631	
	33	34	11,0778412	
	34	35	6,508215	
	35	36	6,5526708	
11	36	37	16,8866479	1163,37202
12	37	38	3,68342622	991,568554
	38	39	7,26318794	
	39	40	5,81592437	
13	40	41	11,3552471	1120,21843
14	41	42	10,0818672	1094,33847
	42	43	15,7435404	
	43	44	6,18910025	
	44	45	7,5986929	
	45	46	4,5747981	
	46	47	14,6500099	

	47 48	4,84112803	
	48 49	10,3006951	
	49 50	2,78667494	
	50 51	5,63521472	
15	51 52	5,3900399	990,329749
	52 53	6,09892379	
16	53 54	8,79313646	1081,74954
	54 55	8,18037851	
17	55 56	11,0954383	1117,37016
18	56 57	9,71430101	1061,95112
	57 58	6,92064206	
	58 59	5,84972948	

Hipótesis de viento (T_{15+v}):

a_r	Tramo	f_{50}	T_{50}
1	1 2	11,0699513	1896,09651
2	2 3	5,04681591	1880,13367
	3 4	12,1542649	
	4 5	7,94804032	
	5 6	7,75666549	
	6 7	10,4890492	
	7 8	13,8479169	
3	8 9	8,69755013	1856,52872
4	9 10	11,1533243	1889,25976
	10 11	3,58170129	
	11 12	13,6883499	
5	12 13	5,46223623	1847,09731
	13 14	11,2453521	
	14 15	6,83788403	
6	15 16	7,5550649	1827,4961

7	16	17	9,36137616	1869,02993
8	17	18	7,1437387	1893,81439
	18	19	10,9109773	
	19	20	18,7943711	
	20	21	6,91801469	
	21	22	9,24217937	
	22	23	7,89300623	
9	23	24	8,86033458	1886,48541
	24	25	7,40168022	
	25	26	16,4256614	
	26	27	13,9659246	
	27	28	6,63681809	
	28	29	5,03125081	
	29	30	12,1726772	
	30	31	7,03654322	
10	31	32	4,33905871	1821,19654
	32	33	7,86089611	
	33	34	10,7121162	
	34	35	6,29354492	
	35	36	6,33653245	
11	36	37	16,6694251	1954,1782
12	37	38	3,50776165	1726,50763
	38	39	6,91654679	
	39	40	5,53843765	
13	40	41	11,1202625	1896,72707
14	41	42	9,81814923	1863,29109
	42	43	15,3312782	
	43	44	6,02732934	
	44	45	7,40002382	
	45	46	4,45525902	
	46	47	14,266463	

	47	48	4,71462332	
	48	49	10,0312416	
	49	50	2,71388452	
	50	51	5,48793691	
15	51	52	5,13135591	1724,86726
	52	53	5,80617607	
16	53	54	8,53795838	1847,28833
	54	55	7,94301095	
17	55	56	10,8594753	1893,01102
18	56	57	9,39338998	1820,98244
	57	58	6,6921447	
	58	59	5,65663087	

Hipótesis de viento máximo y viento mitad:

a_r	T_v max	$T_{v/2}$
1	2371,79768	1596,94442
2	2354,15801	1602,7202
3	2328,292	1611,47151
4	2364,22809	1599,40333
5	2318,02975	1615,03221
6	2296,35961	1615,57563
7	2341,95829	1606,80698
8	2369,26849	1597,76269
9	2361,16262	1600,40754
10	2289,30606	1614,08138
11	2437,00614	1577,0339
12	2184,38702	1591,22971
13	2372,49694	1596,71878
14	2335,67557	1608,94022
15	2182,58787	1590,82878

16	2318,23719	1614,95975
17	2368,37872	1598,05135
18	2289,06649	1614,03052

TIERRA

Hipótesis de temperatura T_{50}:

a_r	Tramo		f_{50}	T_{50}
1	1	2	8,56404	1365,7853
2	2	3	3,91408868	1351,23588
	3	4	9,42372743	
	4	5	6,16345991	
	5	6	6,01509916	
	6	7	8,13313694	
	7	8	10,7362003	
3	8	9	6,76771325	1329,69108
4	9	10	8,63682514	1359,55567
	10	11	2,77437015	
	11	12	10,5988017	
5	12	13	4,25679381	1321,07103
	13	14	8,76168853	
	14	15	5,32857264	
6	15	16	5,89655729	1304,9947
7	16	17	7,27069539	1341,10611
8	17	18	5,52920645	1363,70612
	18	19	8,44379765	
	19	20	14,5401968	
	20	21	5,3545442	
	21	22	7,15280849	
	22	23	6,10895851	

9	23	24	6,86446743	1357,02695
	24	25	5,73471046	
	25	26	12,7219301	
	26	27	10,8178512	
	27	28	5,14225933	
	28	29	3,89849447	
	29	30	9,42947171	
	30	31	5,45188501	
10	31	32	3,38889172	1299,75479
	32	33	6,13867294	
	33	34	8,36429662	
	34	35	4,91500956	
	35	36	4,94857269	
11	36	37	12,7931676	1418,63318
12	37	38	2,76526849	1220,78953
	38	39	5,45176699	
	39	40	4,36575297	
13	40	41	8,60218786	1366,35974
14	41	42	7,63172003	1335,86734
	42	43	11,9145799	
	43	44	4,68577462	
	44	45	5,75263002	
	45	46	3,46382378	
	46	47	11,08752	
	47	48	3,66543484	
	48	49	7,79729308	
	49	50	2,11010224	
	50	51	4,26652784	
15	51	52	4,04563336	1219,41775
	52	53	4,57754892	
16	53	54	6,65275917	1321,24569

	54	55	6,18931979	
17	55	56	8,40490409	1362,97412
18	56	57	7,33512151	1299,57668
	57	58	5,22632052	
	58	59	4,41780057	

Hipótesis de viento (T_{15+v}):

a_r	Tramo		f_{50}	T_{50}
1	1	2	8,7436799	2335,2892
2	2	3	3,99571595	2310,65278
	3	4	9,62042478	
	4	5	6,29204211	
	5	6	6,14058336	
	6	7	8,30286235	
	7	8	10,9603371	
3	8	9	6,905554	2274,91669
4	9	10	8,81779571	2324,68935
	10	11	2,83245068	
	11	12	10,8209521	
5	12	13	4,34213686	2260,85706
	13	14	8,93747433	
	14	15	5,43542145	
6	15	16	6,00935781	2235,36773
7	16	17	7,42106924	2293,7426
8	17	18	5,64511268	2331,74277
	18	19	8,62088046	
	19	20	14,8454182	
	20	21	5,46678606	
	21	22	7,30278689	
	22	23	6,23702921	

9	23	24	7,00813327	2320,40872
	24	25	5,85471077	
	25	26	12,9884269	
	26	27	11,0443951	
	27	28	5,24985254	
	28	29	3,98004831	
	29	30	9,62689847	
	30	31	5,56596211	
10	31	32	3,45226784	2227,31202
	32	33	6,25352389	
	33	34	8,52084365	
	34	35	5,00694838	
	35	36	5,04113984	
11	36	37	13,0460208	2428,55575
12	37	38	2,79472338	2108,64508
	38	39	5,50986418	
	39	40	4,41226841	
13	40	41	8,78263225	2336,27055
14	41	42	7,78857914	2285,07293
	42	43	12,1596314	
	43	44	4,78203953	
	44	45	5,87083235	
	45	46	3,53497122	
	46	47	11,3155317	
	47	48	3,74072578	
	48	49	7,95755953	
	49	50	2,15343483	
	50	51	4,35417399	
15	51	52	4,08805253	2106,62739
	52	53	4,6255496	
16	53	54	6,78623501	2261,14063

	54	55	6,31348843	
17	55	56	8,58115139	2330,49629
18	56	57	7,47227685	2227,0386
	57	58	5,32401145	
	58	59	4,50036782	

Hipótesis de viento máximo y viento mitad:

a_r	T_v max	$T_{v/2}$
1	2893,32114	1969,96716
2	2862,82639	1973,16164
3	2818,99985	1977,87581
4	2880,17215	1971,3355
5	2801,88625	1979,7526
6	2771,2828	1979,06085
7	2842,02858	1975,38149
8	2888,91699	1970,42391
9	2874,87437	1971,89074
10	2761,76387	1976,84813
11	3010,97263	1958,39653
12	2623,01599	1944,05552
13	2894,5407	1969,84096
14	2831,40717	1976,52733
15	2620,68075	1943,49693
16	2802,2307	1979,71464
17	2887,3702	1970,5847
18	2761,44102	1976,77298

4.2.2.13 Tabla de tendido

La tabla de tendido es utilizada para conocer la tensión y la flecha del conductor, para cada vano de regulación de la línea, en unas condiciones consideradas normales en el momento del montaje. Como el tendido del conductor debe realizarse en días sin viento, en los cálculos no

intervendrán sobrecargas, con lo que lo único que variaremos será la temperatura.

De esta forma, partiendo de las condiciones iniciales de temperatura a -5ºC y con la ecuación del cambio de condiciones, obtenemos la tensión del conductor en cada vano regulador para un rango de temperaturas comprendido entre -5°C y 50°C, con incrementos de 5°C.

Asimismo calcularemos la flecha del conductor en cada vano ideal de regulación, con el mismo proceso que en el apartado 2.2.2.12, donde se calcula flecha. Calcularemos la flecha para cada temperatura.

Como en los apartados vistos hasta ahora, haremos la tabla de tendido para el cuarto vano de regulación a modo de ejemplo, ya que el resto de los vanos se hace de la misma forma. Sólo calcularemos la tensión y la flecha correspondientes a una temperatura de -5ºC, ya que el resto de la tabla se completará calculando dichas tensiones y flechas con un incremento de temperatura de 5ºC, como hemos mencionado anteriormente. Comentar que habrá que repetir estos mismos cálculos para el conductor de tierra.

Tabla de tendido para el vano de regulación 4, conductor de Fase:

$$A = \delta(t - t_0)S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot P^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

Asignando valores:

$$T_{-5}^2(T_{-5} + A) = B$$

T_{-5} = 1399,626 daN

Este procedimiento, se repite para cada temperatura en cada vano de regulación, Los cálculos se muestran en las tablas adjuntas:

FASE:

Hipótesis temperatura T_{-5}

a_r	A	B	T_{-5}
1	697,5537613	4070842540	1394,8305
2	441,107548	3652386236	1406,13353
3	121,9480303	3131597450	1423,49618

4	583,1337779	3884137645	1399,62662
5	10,83818751	2950293880	1430,63614
6	-137,3015762	2684271999	1437,07502
7	283,0197983	3394426430	1414,20765
8	658,5495429	4007197377	1396,42388
9	538,7159306	3811658788	1401,59218
10	-167,6559058	2621584706	1437,07502
11	2071,979582	6313562917	1356,93469
12	-542,9106609	1846614382	1437,07502
13	708,4788559	4088669571	1394,39159
14	207,0007072	3270382221	1418,4462
15	-548,2832226	1835519050	1437,07502
16	13,00690032	2953832679	1430,49044
17	645,0154705	3985113144	1396,98661
18	-168,6737292	2619482713	1437,07502

Flecha hipótesis T_{-5}:

a_r	Tramo		f_{-5}
1	1	2	9,07178304
2	2	3	4,06878526
	3	4	9,79650882
	4	5	6,40714585
	5	6	6,2529137
	6	7	8,45479925
	7	8	11,1609873
3	8	9	6,83849142
4	9	10	9,0758451
	10	11	2,91526324
	11	12	11,1377281
5	12	13	4,25205093

	13	14	8,75191956
	14	15	5,32263462
6	15	16	5,79215288
7	16	17	7,45860526
8	17	18	5,84125682
	18	19	8,9205629
	19	20	15,3619937
	20	21	5,65672866
	21	22	7,55659548
	22	23	6,45376048
9	23	24	7,18976202
	24	25	6,00641863
	25	26	13,3253655
	26	27	11,3308143
	27	28	5,38587412
	28	29	4,08314898
	29	30	9,87650111
	30	31	5,71018124
10	31	32	3,31553738
	32	33	6,00574279
	33	34	8,18311061
	34	35	4,80859701
	35	36	4,84143292
11	36	37	14,4717003
12	37	38	2,540986
	38	39	5,00941603
	39	40	4,0115766
13	40	41	9,11890725
14	41	42	7,77502212
	42	43	12,1384517
	43	44	4,77371966

	44	45	5,86061644
	45	46	3,5288222
	46	47	11,2958248
	47	48	3,73421864
	48	49	7,94370801
	49	50	2,14968977
	50	51	4,34659902
15	51	52	3,71326263
	52	53	4,2014494
16	53	54	6,64690112
	54	55	6,18387021
17	55	56	8,87111785
18	56	57	7,17526958
	57	58	5,11246134
	58	59	4,32156736

Hipótesis temperatura T_0

a_r	A	B	T_0
1	827,507775	4070842540	1363,17691
2	571,061561	3652386236	1371,27863
3	251,902044	3131597450	1383,70495
4	713,087791	3884137645	1366,61616
5	140,792201	2950293880	1388,81124
6	-7,34756294	2684271999	1392,2211
7	412,973812	3394426430	1377,05937
8	788,503556	4007197377	1364,31978
9	668,669944	3811658788	1368,02497
10	-37,7018925	2621584706	1391,54612
11	2201,9336	6313562917	1335,88605
12	-412,956648	1846614382	1381,0873

13	838,432869	4088669571	1362,86205
14	336,95472	3270382221	1380,09238
15	-418,329209	1835519050	1380,90165
16	142,960914	2953832679	1388,70705
17	774,969484	3985113144	1364,72334
18	-38,7197159	2619482713	1391,52313

Flecha hipótesis T_0:

a_r	Tramo		f_0
1	1	2	9,28274615
2	2	3	4,17227337
	3	4	10,0459113
	4	5	6,57017125
	5	6	6,41201078
	6	7	8,66999718
	7	8	11,4451888
3	8	9	7,0353632
4	9	10	9,29539255
	10	11	2,98571456
	11	12	11,4072471
5	12	13	4,38019162
	13	14	9,01586024
	14	15	5,48306605
6	15	16	5,97893528
7	16	17	7,66005571
8	17	18	5,97883985
	18	19	9,13078033
	19	20	15,7243858
	20	21	5,78996136
	21	22	7,73463064

	22	23	6,60578534
9	23	24	7,36638381
	24	25	6,15394232
	25	26	13,6530391
	26	27	11,6093513
	27	28	5,5181432
	28	29	4,18340383
	29	30	10,1192306
	30	31	5,85042225
10	31	32	3,4240737
	32	33	6,2024298
	33	34	8,45119971
	34	35	4,9660474
	35	36	4,99995932
11	36	37	14,7002685
12	37	38	2,64403727
	38	39	5,21265767
	39	40	4,17430758
13	40	41	9,33018575
14	41	42	7,99136758
	42	43	12,4764503
	43	44	4,9064874
	44	45	6,02364193
	45	46	3,62694689
	46	47	11,6103178
	47	48	3,83805814
	48	49	8,16475339
	49	50	2,20945208
	50	51	4,4674793
15	51	52	3,86440489
	52	53	4,37247593

16	53	54	6,84710696
	54	55	6,37011564
17	55	56	9,08114267
18	56	57	7,41042504
	57	58	5,2799568
	58	59	4,46313341

Hipótesis temperatura T_5

a_r	A	B	T_5
1	957,461788	4070842540	1333,12003
2	701,015575	3652386236	1338,28297
3	381,856057	3131597450	1346,18767
4	843,041804	3884137645	1335,31282
5	270,746214	2950293880	1349,43254
6	122,60645	2684271999	1350,07706
7	542,927825	3394426430	1341,96201
8	918,457569	4007197377	1333,84889
9	798,623957	3811658788	1336,21057
10	92,2521208	2621584706	1348,78848
11	2331,88761	6313562917	1315,6423
12	-283,002634	1846614382	1328,80884
13	968,386882	4088669571	1332,91919
14	466,908734	3270382221	1343,89102
15	-288,375196	1835519050	1328,45366
16	272,914927	2953832679	1349,36635
17	904,923497	3985113144	1334,10621
18	91,2342973	2619482713	1348,74459

Flecha hipótesis T_5:

a_r	Tramo	f_5

1	1	2	9,49236183
2	2	3	4,27521322
	3	4	10,2940098
	4	5	6,73233759
	5	6	6,5702692
	6	7	8,88406646
	7	8	11,727909
3	8	9	7,23166248
4	9	10	9,51363643
	10	11	3,05574264
	11	12	11,6751724
5	12	13	4,50810554
	13	14	9,27935077
	14	15	5,643216
6	15	16	6,16575856
7	16	17	7,86065009
8	17	18	6,11555887
	18	19	9,33968492
	19	20	16,0845409
	20	21	5,9223571
	21	22	7,9115512
	22	23	6,75685656
9	23	24	7,5419886
	24	25	6,30061452
	25	26	13,9788495
	26	27	11,8862979
	27	28	5,64964786
	28	29	4,28307775
	29	30	10,36057
	30	31	5,98985331
10	31	32	3,53268119

	32	33	6,39925399
	33	34	8,71948484
	34	35	5,12360467
	35	36	5,15859342
11	36	37	14,9270212
12	37	38	2,74810636
	38	39	5,41791658
	39	40	4,33865055
13	40	41	9,54010679
14	41	42	8,2069224
	42	43	12,813233
	43	44	5,03876468
	44	45	6,18606751
	45	46	3,72470748
	46	47	11,923676
	47	48	3,9415126
	48	49	8,38499144
	49	50	2,26899155
	50	51	4,58791236
15	51	52	4,0170732
	52	53	4,54523089
16	53	54	7,04696031
	54	55	6,55603193
17	55	56	9,28986668
18	56	57	7,64575263
	57	58	5,44756952
	58	59	4,60479683

Hipótesis temperatura T_{10}

a_r	A	B	T_{10}
1	1087,4158	4070842540	1304,55931
2	830,969588	3652386236	1307,02767
3	511,81007	3131597450	1310,79924
4	972,995818	3884137645	1305,60823
5	400,700227	2950293880	1312,34546
6	252,560464	2684271999	1310,47524
7	672,881838	3394426430	1308,78404
8	1048,41158	4007197377	1304,90806
9	928,57797	3811658788	1306,03742
10	222,206134	2621584706	1308,63154
11	2461,84162	6313562917	1296,16042
12	-153,048621	1846614382	1280,04805
13	1098,3409	4088669571	1304,4632
14	596,862747	3270382221	1309,70423
15	-158,421183	1835519050	1279,53957
16	402,86894	2953832679	1312,31393
17	1034,87751	3985113144	1305,03116
18	221,188311	2619482713	1308,56875

Flecha hipótesis T_{10}:

a_r	Tramo		f_{10}
1	1	2	9,70051457
2	2	3	4,37752208
	3	4	10,540605
	4	5	6,89351457
	5	6	6,7275618
	6	7	9,09683512

	7	8	12,0089208
3	8	9	7,4271404
4	9	10	9,73043423
	10	11	3,12530171
	11	12	11,9413293
5	12	13	4,63560295
	13	14	9,54200064
	14	15	5,80284694
6	15	16	6,35228006
7	16	17	8,06018613
8	17	18	6,25133402
	18	19	9,54715463
	19	20	16,4422485
	20	21	6,05383854
	21	22	8,0872538
	22	23	6,90688588
9	23	24	7,71645399
	24	25	6,44633297
	25	26	14,3025696
	26	27	12,1614612
	27	28	5,78029643
	28	29	4,38210125
	29	30	10,6003512
	30	31	6,12837722
10	31	32	3,64115123
	32	33	6,59583756
	33	34	8,9874513
	34	35	5,28096632
	35	36	5,31703064
11	36	37	15,1519537
12	37	38	2,85284024

	38	39	5,62449707
	39	40	4,5040483
13	40	41	9,74855657
14	41	42	8,42144433
	42	43	13,1484217
	43	44	5,17040277
	44	45	6,34771062
	45	46	3,82199404
	46	47	12,2355476
	47	48	4,04446572
	48	49	8,60417469
	49	50	2,32824121
	50	51	4,70776278
15	51	52	4,17074565
	52	53	4,71912385
16	53	54	7,24616576
	54	55	6,74134425
17	55	56	9,49716547
18	56	57	7,8808001
	57	58	5,61497719
	58	59	4,74628516

Hipótesis temperatura T_{15}

a_r	A	B	T_{15}
1	1217,36981	4070842540	1277,40001
2	960,923601	3652386236	1277,40001
3	641,764083	3131597450	1277,40002
4	1102,94983	3884137645	1277,40001
5	530,654241	2950293880	1277,40002
6	382,514477	2684271999	1273,25064

7	802,835851	3394426430	1277,40001
8	1178,3656	4007197377	1277,40001
9	1058,53198	3811658788	1277,40001
10	352,160147	2621584706	1270,90687
11	2591,79563	6313562917	1277,40001
12	-23,0946077	1846614382	1234,59844
13	1228,29491	4088669571	1277,40001
14	726,81676	3270382221	1277,40001
15	-28,4671695	1835519050	1233,9526
16	532,822953	2953832679	1277,40002
17	1164,83152	3985113144	1277,40001
18	351,142324	2619482713	1270,82705

Flecha hipótesis T_{15}:

a_r	Tramo		f_{15}
1	1	2	9,90710935
2	2	3	4,47913065
	3	4	10,78553
	4	5	7,05359305
	5	6	6,88378207
	6	7	9,30815911
	7	8	12,288034
3	8	9	7,62158415
4	9	10	9,94566773
	10	11	3,19435385
	11	12	12,2055724
5	12	13	4,76252037
	13	14	9,8034734
	14	15	5,96175427
6	15	16	6,53820132

7	16	17	8,25849267
8	17	18	6,38609943
	18	19	9,75308881
	19	20	16,7973353
	20	21	6,18434187
	21	22	8,2616532
	22	23	7,05580051
9	23	24	7,88967812
	24	25	6,5910126
	25	26	14,6240104
	26	27	12,4346805
	27	28	5,91001263
	28	29	4,48041651
	29	30	10,8384343
	30	31	6,26591311
10	31	32	3,74930174
	32	33	6,7918507
	33	34	9,25464974
	34	35	5,43786825
	35	36	5,47500509
11	36	37	15,375066
12	37	38	2,95791703
	38	39	5,83176483
	39	40	4,66999278
13	40	41	9,95544158
14	41	42	8,63472744
	42	43	13,4816948
	43	44	5,30127525
	44	45	6,50841603
	45	46	3,91871311
	46	47	12,5456332

	47	48	4,14681858
	48	49	8,8220927
	49	50	2,38714413
	50	51	4,82691544
15	51	52	4,32494597
	52	53	4,89361592
16	53	54	7,44446882
	54	55	6,92581584
17	55	56	9,70293634
18	56	57	8,11517256
	57	58	5,78189845
	58	59	4,88736055

Hipótesis temperatura T_{20}

a_r	A	B	T_{20}
1	1347,32383	4070842540	1251,55315
2	1090,87761	3652386236	1249,29365
3	771,718097	3131597450	1245,85683
4	1232,90384	3884137645	1250,59188
5	660,608254	2950293880	1244,4523
6	512,46849	2684271999	1238,2432
7	932,789865	3394426430	1247,69105
8	1308,31961	4007197377	1251,23335
9	1188,486	3811658788	1250,19903
10	482,114161	2621584706	1235,45062
11	2721,74965	6313562917	1259,32318
12	106,859406	1846614382	1192,24609
13	1358,24892	4088669571	1251,64132
14	856,770774	3270382221	1246,85294
15	101,486844	1835519050	1191,47814

16	662,776967	2953832679	1244,48092
17	1294,78554	3985113144	1251,12052
18	481,096337	2619482713	1235,35553

Flecha hipótesis T_{20}:

a_r	Tramo		f_{20}
1	1	2	10,1120694
2	2	3	4,57998175
	3	4	11,028647
	4	5	7,21248293
	5	6	7,03884208
	6	7	9,51791948
	7	8	12,5650915
3	8	9	7,81481421
4	9	10	10,1592404
	10	11	3,26286808
	11	12	12,4677833
5	12	13	4,88871889
	13	14	10,063483
	14	15	6,11976407
6	15	16	6,72326617
7	16	17	8,45542679
8	17	18	6,51980166
	18	19	9,9574058
	19	20	17,1496604
	20	21	6,31381538
	21	22	8,43468026
	22	23	7,20354141
9	23	24	8,06157751
	24	25	6,7345837

	25	26	14,9430172
	26	27	12,7058242
	27	28	6,03873395
	28	29	4,57797616
	29	30	11,0747044
	30	31	6,40239469
10	31	32	3,8569761
	32	33	6,98700971
	33	34	9,52069363
	34	35	5,59408333
	35	36	5,63228808
11	36	37	15,5963626
12	37	38	3,06304998
	38	39	6,03915468
	39	40	4,83603136
13	40	41	10,1606863
14	41	42	8,84659889
	42	43	13,8127824
	43	44	5,43127604
	44	45	6,66805349
	45	46	4,01478629
	46	47	12,8536817
	47	48	4,24848823
	48	49	9,0385689
	49	50	2,44565256
	50	51	4,94527377
15	51	52	4,4792495
	52	53	5,06822665
16	53	54	7,64165324
	54	55	7,10924551
17	55	56	9,90709584

18	56	57	8,34853034
	57	58	5,94809127
	58	59	5,02781842

Hipótesis temperatura T_{25}

a_r	A	B	T_{25}
1	1477,27784	4070842540	1226,93538
2	1220,83163	3652386236	1222,60871
3	901,67211	3131597450	1216,04359
4	1362,85786	3884137645	1225,09355
5	790,562267	2950293880	1213,36544
6	642,422503	2684271999	1205,29945
7	1062,74388	3394426430	1219,54515
8	1438,27362	4007197377	1226,32245
9	1318,44001	3811658788	1224,34132
10	612,068174	2621584706	1202,10538
11	2851,70366	6313562917	1241,89438
12	236,813419	1846614382	1152,77589
13	1488,20294	4088669571	1227,10441
14	986,724787	3270382221	1217,94458
15	231,440857	1835519050	1151,90015
16	792,73098	2953832679	1213,41999
17	1424,73955	3985113144	1226,10624
18	611,05035	2619482713	1201,99663

Flecha hipótesis T_{25}:

a_r	Tramo		f_{25}
1	1	2	10,315334
2	2	3	4,6800289
	3	4	11,2698439

	4	5	7,37011101
	5	6	7,1926704
	6	7	9,7260196
	7	8	12,8399657
3	8	9	8,00668116
4	9	10	10,3710748
	10	11	3,3308196
	11	12	12,727867
5	12	13	5,01408207
	13	14	10,3217898
	14	15	6,27673056
6	15	16	6,90725784
7	16	17	8,65087093
8	17	18	6,65239828
	18	19	10,1600407
	19	20	17,4991117
	20	21	6,44221797
	21	22	8,60628003
	22	23	7,35006168
9	23	24	8,23208499
	24	25	6,87699015
	25	26	15,2594651
	26	27	12,9747862
	27	28	6,16641008
	28	29	4,67474207
	29	30	11,3090692
	30	31	6,53776862
10	31	32	3,96404157
	32	33	7,18107415
	33	34	9,7852553
	34	35	5,74941904

	35	36	5,78868578
11	36	37	15,8158512
12	37	38	3,16798895
	38	39	6,24617357
	39	40	5,00176917
13	40	41	10,3642312
14	41	42	9,05691571
	42	43	14,141461
	43	44	5,56031739
	44	45	6,82651526
	45	46	4,11014874
	46	47	13,1594853
	47	48	4,34940602
	48	49	9,2534572
	49	50	2,503727
	50	51	5,06275787
15	51	52	4,63328557
	52	53	5,24253666
16	53	54	7,83753774
	54	55	7,29146462
17	55	56	10,1095776
18	56	57	8,58058549
	57	58	6,1133505
	58	59	5,16748536

Hipótesis temperatura T_{30}

a_r	A	B	T_{30}
1	1607,23185	4070842540	1203,46886
2	1350,78564	3652386236	1197,2517
3	1031,62612	3131597450	1187,84165

4	1492,81187	3884137645	1200,82063
5	920,51628	2950293880	1184,01021
6	772,376517	2684271999	1174,27364
7	1192,69789	3394426430	1192,85726
8	1568,22764	4007197377	1202,5873
9	1448,39402	3811658788	1199,73976
10	742,022187	2621584706	1170,72144
11	2981,65767	6313562917	1225,08023
12	366,767432	1846614382	1115,97648
13	1618,15695	4088669571	1203,712
14	1116,6788	3270382221	1190,56371
15	361,39487	1835519050	1115,0062
16	922,684993	2953832679	1184,08822
17	1554,69356	3985113144	1202,27639
18	741,004364	2619482713	1170,60052

Flecha hipótesis T_{30}:

a_r	Tramo		f_{30}
1	1	2	10,5168565
2	2	3	4,77923514
	3	4	11,5090315
	4	5	7,526419
	5	6	7,34521015
	6	7	9,93238251
	7	8	13,1125548
3	8	9	8,19706259
4	9	10	10,5811105
	10	11	3,39818902
	11	12	12,9857491
5	12	13	5,13851373

	13	14	10,5781956
	14	15	6,43253335
6	15	16	7,08999562
7	16	17	8,84473
8	17	18	6,78385648
	18	19	10,3609434
	19	20	17,8456025
	20	21	6,56951785
	21	22	8,77641004
	22	23	7,49532506
9	23	24	8,40114766
	24	25	7,01818779
	25	26	15,5732559
	26	27	13,2414832
	27	28	6,29300145
	28	29	4,77068425
	29	30	11,5414561
	30	31	6,67199294
10	31	32	4,07038734
	32	33	7,37384319
	33	34	10,0480611
	34	35	5,90371462
	35	36	5,94403633
11	36	37	16,0335431
12	37	38	3,27251997
	38	39	6,45239968
	39	40	5,16686841
13	40	41	10,5660304
14	41	42	9,26556151
	42	43	14,4675487
	43	44	5,68832789

	44	45	6,98371365
	45	46	4,20474766
	46	47	13,4628746
	47	48	4,44951612
	48	49	9,4666387
	49	50	2,56133532
	50	51	5,17930272
15	51	52	4,78673697
	52	53	5,41618702
16	53	54	8,03197264
	54	55	7,47233393
17	55	56	10,3103301
18	56	57	8,81109749
	57	58	6,2775048
	58	59	5,30621655

Hipótesis temperatura T_{35}

a_r	A	B	T_{35}
1	1737,18587	4070842540	1181,08094
2	1480,73965	3652386236	1173,13535
3	1161,58014	3131597450	1161,13988
4	1622,76588	3884137645	1177,69438
5	1050,47029	2950293880	1156,26531
6	902,33053	2684271999	1145,02843
7	1322,6519	3394426430	1167,52918
8	1698,18165	4007197377	1179,95325
9	1578,34804	3811658788	1176,31308
10	871,9762	2621584706	1141,15762
11	3111,61169	6313562917	1208,84943
12	496,721445	1846614382	1081,64398

13	1748,11096	4088669571	1181,39204
14	1246,63281	3270382221	1164,60627
15	491,348884	1835519050	1080,59127
16	1052,63901	2953832679	1156,3645
17	1684,64758	3985113144	1179,55561
18	870,958377	2619482713	1141,02586

Flecha hipótesis T_{35}:

a_r	Tramo		f_{35}
1	1	2	10,7166025
2	2	3	4,87757178
	3	4	11,7461406
	4	5	7,6813617
	5	6	7,4964172
	6	7	10,1369485
	7	8	13,38278
3	8	9	8,38585997
4	9	10	10,7893015
	10	11	3,46496166
	11	12	13,2413733
5	12	13	5,26193576
	13	14	10,8325394
	14	15	6,58707463
6	15	16	7,27133118
7	16	17	9,03692867
8	17	18	6,91415183
	18	19	10,5600764
	19	20	18,1890683
	20	21	6,69569138
	21	22	8,94503864

	22	23	7,63930455
9	23	24	8,56872515
	24	25	7,15814292
	25	26	15,8843145
	26	27	13,5058513
	27	28	6,41847783
	28	29	4,8657798
	29	30	11,7718094
	30	31	6,8050356
10	31	32	4,17592228
	32	33	7,56515175
	33	34	10,3088859
	34	35	6,05683791
	35	36	6,09820667
11	36	37	16,2494519
12	37	38	3,37646341
	38	39	6,65747885
	39	40	5,33104547
13	40	41	10,7660504
14	41	42	9,47244335
	42	43	14,7909004
	43	44	5,81525053
	44	45	7,13957865
	45	46	4,29854096
	46	47	13,7637146
	47	48	4,54877395
	48	49	9,67801842
	49	50	2,61845186
	50	51	5,29485644
15	51	52	4,93933726
	52	53	5,58887627

16	53	54	8,22483633
	54	55	7,65174031
17	55	56	10,5093149
18	56	57	9,0398686
	57	58	6,44041334
	58	59	5,44389295

Hipótesis temperatura T_{40}

a_r	A	B	T_{40}
1	1867,13988	4070842540	1159,70398
2	1610,69367	3652386236	1150,17841
3	1291,53415	3131597450	1135,8346
4	1752,7199	3884137645	1155,64149
5	1180,42431	2950293880	1130,01742
6	1032,28454	2684271999	1117,4352
7	1452,60592	3394426430	1143,46943
8	1828,13566	4007197377	1158,35079
9	1708,30205	3811658788	1153,98557
10	1001,93021	2621584706	1113,28159
11	3241,5657	6313562917	1193,17258
12	626,675459	1846614382	1049,58455
13	1878,06498	4088669571	1160,07737
14	1376,58683	3270382221	1139,97529
15	621,302897	1835519050	1048,46035
16	1182,59302	2953832679	1130,13572
17	1814,60159	3985113144	1157,87374
18	1000,91239	2619482713	1113,14023

Flecha hipótesis T_{40}:

a_r	Tramo	f_{40}

1	1	2	10,9145482
2	2	3	4,97501733
	3	4	11,9811192
	4	5	7,83490522
	5	6	7,64625849
	6	7	10,3396727
	7	8	13,6505819
3	8	9	8,5729957
4	9	10	10,9956149
	10	11	3,53112693
	11	12	13,4946989
5	12	13	5,38428594
	13	14	11,0846931
	14	15	6,74027648
6	15	16	7,45114493
7	16	17	9,22740886
8	17	18	7,04326716
	18	19	10,7574135
	19	20	18,5294634
	20	21	6,82072193
	21	22	9,11214359
	22	23	7,78198117
9	23	24	8,73478792
	24	25	7,29683087
	25	26	16,1925859
	26	27	13,7678438
	27	28	6,54281713
	28	29	4,960012
	29	30	12,0000885
	30	31	6,93687317
10	31	32	4,28057284

	32	33	7,75486645
	33	34	10,567548
	34	35	6,20868215
	35	36	6,25108931
11	36	37	16,4635934
12	37	38	3,47967123
	38	39	6,86111912
	39	40	5,49406659
13	40	41	10,964268
14	41	42	9,6774888
	42	43	15,1114026
	43	44	5,94104091
	44	45	7,2940557
	45	46	4,3914958
	46	47	14,0618999
	47	48	4,64714477
	48	49	9,88752237
	49	50	2,67505664
	50	51	5,40937857
15	51	52	5,09086676
	52	53	5,76035584
16	53	54	8,41603194
	54	55	7,82959366
17	55	56	10,7065048
18	56	57	9,26673905
	57	58	6,60196232
	58	59	5,58041839

Hipótesis temperatura T_{45}

a_r	A	B	T_{45}
1	1997,09389	4070842540	1139,27505
2	1740,64768	3652386236	1128,30532
3	1421,48816	3131597450	1111,8294
4	1882,67391	3884137645	1134,59376
5	1310,37832	2950293880	1105,16108
6	1162,23856	2684271999	1091,37408
7	1582,55993	3394426430	1120,59299
8	1958,08968	4007197377	1137,71525
9	1838,25606	3811658788	1132,68685
10	1131,88423	2621584706	1086,97002
11	3371,51971	6313562917	1178,02208
12	756,629472	1846614382	1019,61597
13	2008,01899	4088669571	1139,70553
14	1506,54084	3270382221	1116,58057
15	751,25691	1835519050	1018,4301
16	1312,54703	2953832679	1105,29663
17	1944,5556	3985113144	1137,16548
18	1130,8664	2619482713	1086,82018

Flecha hipótesis T_{45}:

a_r	Tramo		f_{45}
1	1	2	11,1106788
2	2	3	5,07155655
	3	4	12,2139305
	4	5	7,9870255
	5	6	7,79471055
	6	7	10,5405235

	7	8	13,9159186
3	8	9	8,75841038
4	9	10	11,2000283
	10	11	3,59667779
	11	12	13,7456985
5	12	13	5,50551591
	13	14	11,3345569
	14	15	6,89207833
6	15	16	7,62934247
7	16	17	9,41612743
8	17	18	7,17119155
	18	19	10,9529379
	19	20	18,8667587
	20	21	6,94459893
	21	22	9,27771073
	22	23	7,92334283
9	23	24	8,89931578
	24	25	7,43423482
	25	26	16,4980323
	26	27	14,0274287
	27	28	6,66600426
	28	29	5,05336941
	29	30	12,2262655
	30	31	7,06748964
10	31	32	4,3842808
	32	33	7,94288176
	33	34	10,8239034
	34	35	6,35916289
	35	36	6,40259921
11	36	37	16,6759857
12	37	38	3,58202374

	38	39	7,06308444
	39	40	5,65574275
13	40	41	11,160669
14	41	42	9,88064319
	42	43	15,4289698
	43	44	6,06566551
	44	45	7,44710366
	45	46	4,48358744
	46	47	14,3573508
	47	48	4,74460241
	48	49	10,0950947
	49	50	2,73113461
	50	51	5,52283864
15	51	52	5,24114786
	52	53	5,93042473
16	53	54	8,6054842
	54	55	8,00582396
17	55	56	10,9018824
18	56	57	9,49158236
	57	58	6,7620617
	58	59	5,71571679

Hipótesis temperatura T_{50}

a_r	A	B	T_{50}
1	2127,04791	4070842540	1119,73561
2	1870,60169	3652386236	1107,44594
3	1551,44218	3131597450	1089,03485
4	2012,62792	3884137645	1114,48784
5	1440,33233	2950293880	1081,59847
6	1292,19257	2684271999	1066,73384

7	1712,51394	3394426430	1098,82092
8	2088,04369	4007197377	1117,98652
9	1968,21008	3811658788	1112,35155
10	1261,83824	2621584706	1062,10847
11	3501,47373	6313562917	1163,37202
12	886,583485	1846614382	991,568554
13	2137,973	4088669571	1120,21843
14	1636,49485	3270382221	1094,33847
15	881,210924	1835519050	990,329749
16	1442,50105	2953832679	1081,74954
17	2074,50962	3985113144	1117,37016
18	1260,82042	2619482713	1061,95112

Flecha hipótesis T_{50}:

a_r	Tramo		f_{50}
1	1	2	11,3049875
2	2	3	5,16717953
	3	4	12,4445504
	4	5	8,13770686
	5	6	7,94175808
	6	7	10,73948
	7	8	14,1787626
3	8	9	8,94206029
4	9	10	11,4025292
	10	11	3,6616102
	11	12	13,9943565
5	12	13	5,62558927
	13	14	11,5820556
	14	15	7,04243461
6	15	16	7,80585121

7	16	17	9,6030541
8	17	18	7,29791943
	18	19	11,146641
	19	20	19,2009391
	20	21	7,067317
	21	22	9,44173281
	22	23	8,06338339
9	23	24	9,06229656
	24	25	7,57034461
	25	26	16,8006311
	26	27	14,2845867
	27	28	6,78803013
	28	29	5,14584518
	29	30	12,4503237
	30	31	7,19687537
10	31	32	4,48700128
	32	33	8,12911631
	33	34	11,0778412
	34	35	6,508215
	35	36	6,5526708
11	36	37	16,8866479
12	37	38	3,68342622
	38	39	7,26318794
	39	40	5,81592437
13	40	41	11,3552471
14	41	42	10,0818672
	42	43	15,7435404
	43	44	6,18910025
	44	45	7,5986929
	45	46	4,5747981
	46	47	14,6500099

	47	48	4,84112803
	48	49	10,3006951
	49	50	2,78667494
	50	51	5,63521472
15	51	52	5,3900399
	52	53	6,09892379
16	53	54	8,79313646
	54	55	8,18037851
17	55	56	11,0954383
18	56	57	9,71430101
	57	58	6,92064206
	58	59	5,84972948

TIERRA:

Hipótesis temperatura T_{-5}

a_r	A	B	T_{-5}
1	-4,082440382	5046264292	1716,59572
2	-215,0636053	4527540937	1729,2088
3	-477,6397064	3881965033	1748,04991
4	-98,21703912	4814822709	1721,98191
5	-569,0510154	3657218994	1755,61645
6	-694,6618823	3327455142	1764,00001
7	-345,1241632	4207770927	1738,04947
8	-36,17164662	4967369000	1718,39077
9	-134,7600984	4724977066	1724,17467
10	-719,6347284	3249747236	1764,00001
11	1126,673038	7826366850	1672,20084
12	-1028,361008	2289084907	1764,00002
13	4,905757017	5068362890	1716,10027

14	-407,6659188	4054004266	1742,63517
15	-1032,781075	2275331003	1764,00002
16	-567,2667912	3661605731	1755,46308
17	-47,30627922	4939993125	1719,02338
18	-720,4721031	3247141581	1764,00001

Flecha hipótesis T_{-5}:

a_r	Tramo		f_{-5}
1	1	2	6,81226274
2	2	3	3,05819021
	3	4	7,36184044
	4	5	4,81537105
	5	6	4,69948064
	6	7	6,35386846
	7	8	8,38683087
3	8	9	5,14688002
4	9	10	6,81738354
	10	11	2,19027598
	11	12	8,36556733
5	12	13	3,20270838
	13	14	6,59108859
	14	15	4,00894625
6	15	16	4,36132385
7	16	17	5,60892962
8	17	18	4,38727923
	18	19	6,69939104
	19	20	11,5343943
	20	21	4,24870987
	21	22	5,67531079
	22	23	4,84721977

9	23	24	5,40168103
	24	25	4,51281555
	25	26	10,0092742
	26	27	8,51165806
	27	28	4,04666672
	28	29	3,06800303
	29	30	7,41955197
	30	31	4,29028651
10	31	32	2,49670836
	32	33	4,52211773
	33	34	6,16115621
	34	35	3,62085199
	35	36	3,64557325
11	36	37	10,8504586
12	37	38	1,91349511
	38	39	3,77204258
	39	40	3,02077894
13	40	41	6,84745883
14	41	42	5,84891319
	42	43	9,13004963
	43	44	3,59148717
	44	45	4,40904734
	45	46	2,65500499
	46	47	8,49649903
	47	48	2,80952129
	48	49	5,97577601
	49	50	1,6174525
	50	51	3,2701915
15	51	52	2,79617159
	52	53	3,16373673
16	53	54	5,00607281

	54	55	4,65741559
17	55	56	6,66250188
18	56	57	5,40252201
	57	58	3,84962163
	58	59	3,25417332

Hipótesis temperatura T_0

a_r	A	B	T_0
1	118,05692	5046264292	1676,77057
2	-92,9242453	4527540937	1685,88681
3	-355,500346	3881965033	1699,51215
4	23,9223209	4814822709	1680,66337
5	-446,911655	3657218994	1704,98955
6	-572,522522	3327455142	1710,19917
7	-222,984803	4207770927	1692,27826
8	85,9677134	4967369000	1678,06793
9	-12,6207384	4724977066	1682,24819
10	-597,495368	3249747236	1709,50533
11	1248,8124	7826366850	1644,6432
12	-906,221648	2289084907	1699,11651
13	127,045117	5068362890	1676,41249
14	-285,526559	4054004266	1695,59471
15	-910,641715	2275331003	1698,93806
16	-445,127431	3661605731	1704,87849
17	74,8330808	4939993125	1678,52514
18	-598,332743	3247141581	1709,48175

Flecha hipótesis T_0:

a_r	Tramo		f_0
1	1	2	6,97419693

2	2	3	3,1368055
	3	4	7,55118699
	4	5	4,93918387
	5	6	4,82031197
	6	7	6,51726982
	7	8	8,6025667
3	8	9	5,29396595
4	9	10	6,98512547
	10	11	2,24413763
	11	12	8,57144297
5	12	13	3,29784449
	13	14	6,78695666
	14	15	4,12804313
6	15	16	4,49859827
7	16	17	5,76073864
8	17	18	4,49275943
	18	19	6,86050537
	19	20	11,8119505
	20	21	4,3508568
	21	22	5,8117797
	22	23	4,96376454
9	23	24	5,53639568
	24	25	4,62535019
	25	26	10,2590402
	26	27	8,72401442
	27	28	4,14757137
	28	29	3,14449529
	29	30	7,60463682
	30	31	4,39726909
10	31	32	2,57632114
	32	33	4,66635027

	33	34	6,35770468
	34	35	3,73632614
	35	36	3,76183616
11	36	37	11,0325152
12	37	38	1,98658209
	38	39	3,91615051
	39	40	3,13617485
13	40	41	7,00970364
14	41	42	6,01129365
	42	43	9,38362373
	43	44	3,69116846
	44	45	4,53143213
	45	46	2,72868595
	46	47	8,73245913
	47	48	2,8874918
	48	49	6,1416811
	49	50	1,66233392
	50	51	3,36095175
15	51	52	2,90328943
	52	53	3,28494091
16	53	54	5,15469565
	54	55	4,79568148
17	55	56	6,82338144
18	56	57	5,57493025
	57	58	3,9724498
	58	59	3,35799531

Hipótesis temperatura T_5

a_r	A	B	T_5
1	240,19628	5046264292	1638,78971

2	29,2151147	4527540937	1644,6436
3	-233,360986	3881965033	1653,39457
4	146,061681	4814822709	1641,28955
5	-324,772295	3657218994	1656,91473
6	-450,383162	3327455142	1659,14817
7	-100,845443	4207770927	1648,7479
8	208,107073	4967369000	1639,62287
9	109,518622	4724977066	1642,3072
10	-475,356008	3249747236	1657,80533
11	1370,95176	7826366850	1618,12354
12	-784,082288	2289084907	1637,63245
13	249,184477	5068362890	1638,55974
14	-163,387199	4054004266	1650,87796
15	-788,502355	2275331003	1637,28456
16	-322,988071	3661605731	1656,84333
17	196,972441	4939993125	1639,91648
18	-476,193383	3247141581	1657,75968

Flecha hipótesis T_5:

a_r	Tramo		f_5
1	1	2	7,13597375
2	2	3	3,21549905
	3	4	7,74072961
	4	5	5,06312196
	5	6	4,94126543
	6	7	6,68083884
	7	8	8,81852796
3	8	9	5,44172641
4	9	10	7,15284124
	10	11	2,29798869

	11	12	8,77728946
5	12	13	3,39356966
	13	14	6,98404461
	14	15	4,24787844
6	15	16	4,63709499
7	16	17	5,91294374
8	17	18	4,59816291
	18	19	7,02150578
	19	20	12,089322
	20	21	4,45292932
	21	22	5,94815089
	22	23	5,08022502
9	23	24	5,67113468
	24	25	4,73790426
	25	26	10,5088617
	26	27	8,9364151
	27	28	4,24849301
	28	29	3,22099976
	29	30	7,78975848
	30	31	4,50426991
10	31	32	2,65669164
	32	33	4,81195894
	33	34	6,55613215
	34	35	3,85290083
	35	36	3,87920715
11	36	37	11,2135816
12	37	38	2,06118604
	38	39	4,06325332
	39	40	3,25396771
13	40	41	7,17177912
14	41	42	6,17424181

	42	43	9,6380927
	43	44	3,79119599
	44	45	4,65424303
	45	46	2,80262215
	46	47	8,96925043
	47	48	2,96573253
	48	49	6,30816643
	49	50	1,70737035
	50	51	3,45202695
15	51	52	3,01265578
	52	53	3,40868992
16	53	54	5,30423653
	54	55	4,93480092
17	55	56	6,98416249
18	56	57	5,74898895
	57	58	4,0964516
	58	59	3,46280861

Hipótesis temperatura T_{10}

a_r	A	B	T_{10}
1	362,33564	5046264292	1602,56251
2	151,354475	4527540937	1605,38073
3	-111,221626	3881965033	1609,59302
4	268,201041	4814822709	1603,76614
5	-202,632935	3657218994	1611,28797
6	-328,243802	3327455142	1610,74598
7	21,2939168	4207770927	1607,35626
8	330,246433	4967369000	1602,96369
9	231,657982	4724977066	1604,25605
10	-353,216648	3249747236	1608,79992

11	1493,09112	7826366850	1592,59174
12	-661,942928	2289084907	1579,48981
13	371,323837	5068362890	1602,45177
14	-41,2478388	4054004266	1608,38154
15	-666,362995	2275331003	1578,98272
16	-200,848711	3661605731	1611,25358
17	319,111801	4939993125	1603,10506
18	-354,054023	3247141581	1608,73376

Flecha hipótesis T_{10}:

a_r	Tramo		f_{10}
1	1	2	7,29743603
2	2	3	3,29417314
	3	4	7,93023315
	4	5	5,18703149
	5	6	5,06219088
	6	7	6,84437256
	7	8	9,03444675
3	8	9	5,58991445
4	9	10	7,32034905
	10	11	2,35177073
	11	12	8,98288373
5	12	13	3,48970697
	13	14	7,18198851
	14	15	4,36823075
6	15	16	4,77652044
7	16	17	6,06532574
8	17	18	4,70338332
	18	19	7,18222988
	19	20	12,3662295

	20	21	4,55482443
	21	22	6,08428679
	22	23	5,1964837
9	23	24	5,80574561
	24	25	4,85035041
	25	26	10,7584563
	26	27	9,14861999
	27	28	4,34931746
	28	29	3,29742986
	29	30	7,97470763
	30	31	4,61116794
10	31	32	2,73764435
	32	33	4,95862594
	33	34	6,75600575
	34	35	3,97032156
	35	36	3,99742999
11	36	37	11,3936129
12	37	38	2,13708094
	38	39	4,21290568
	39	40	3,37380081
13	40	41	7,33352946
14	41	42	6,33750586
	42	43	9,89306357
	43	44	3,8914151
	44	45	4,77729018
	45	46	2,87669925
	46	47	9,20650724
	47	48	3,04412248
	48	49	6,47497473
	49	50	1,75249212
	50	51	3,54327629

15	51	52	3,12393815
	52	53	3,53460759
16	53	54	5,45441974
	54	55	5,0745174
17	55	56	7,14468076
18	56	57	5,92431796
	57	58	4,22135608
	58	59	3,56838416

Hipótesis temperatura T_{15}

a_r	A	B	T_{15}
1	484,475	5046264292	1568,00001
2	273,493835	4527540937	1568,00001
3	10,9177336	3881965033	1568,00001
4	390,340401	4814822709	1568,00001
5	-80,4935754	3657218994	1568,00001
6	-206,104442	3327455142	1564,88276
7	143,433277	4207770927	1568,00001
8	452,385793	4967369000	1568,00001
9	353,797342	4724977066	1568,00001
10	-231,077288	3249747236	1562,37936
11	1615,23048	7826366850	1568,00001
12	-539,803568	2289084907	1524,60359
13	493,463197	5068362890	1568,00001
14	80,8915212	4054004266	1568,00001
15	-544,223635	2275331003	1523,94839
16	-78,7093512	3661605731	1568,00001
17	441,251161	4939993125	1568,00001
18	-231,914663	3247141581	1562,29425

Flecha hipótesis T_{15}:

a_r	Tramo		f_{15}
1	1	2	7,4584432
2	2	3	3,3727394
	3	4	8,1194849
	4	5	5,31077331
	5	6	5,18295252
	6	7	7,00768738
	7	8	9,25008077
3	8	9	5,73830245
4	9	10	7,48748552
	10	11	2,40543125
	11	12	9,1880253
5	12	13	3,58609193
	13	14	7,38044998
	14	15	4,48889419
6	15	16	4,91659778
7	16	17	6,21768467
8	17	18	4,80832541
	18	19	7,3425322
	19	20	12,6424224
	20	21	4,65644989
	21	22	6,22006418
	22	23	5,31243535
9	23	24	5,94009123
	24	25	4,96257401
	25	26	11,0075699
	26	27	9,36041286
	27	28	4,4499419
	28	29	3,37370764

	29	30	8,15929578
	30	31	4,71785415
10	31	32	2,81901321
	32	33	5,10605059
	33	34	6,9569159
	34	35	4,08834755
	35	36	4,11626227
11	36	37	11,572571
12	37	38	2,21403889
	38	39	4,36465857
	39	40	3,49531448
13	40	41	7,49481534
14	41	42	6,50085501
	42	43	10,1481762
	43	44	3,99168405
	44	45	4,9003996
	45	46	2,95081245
	46	47	9,44389436
	47	48	3,12255076
	48	49	6,64187019
	49	50	1,79763538
	50	51	3,6345707
15	51	52	3,23680086
	52	53	3,66231415
16	53	54	5,60498898
	54	55	5,21459245
17	55	56	7,304789
18	56	57	6,10055754
	57	58	4,34690685
	58	59	3,6745052

Hipótesis temperatura T_{20}

a_r	A	B	T_{20}
1	606,61436	5046264292	1535,01557
2	395,633195	4527540937	1532,40455
3	133,057094	3881965033	1528,5066
4	512,479761	4814822709	1533,89998
5	41,6457846	3657218994	1526,93853
6	-83,9650823	3327455142	1521,44262
7	265,572637	4207770927	1530,57603
8	574,525153	4967369000	1534,64365
9	475,936702	4724977066	1533,4461
10	-108,937928	3249747236	1518,42705
11	1737,36984	7826366850	1544,30285
12	-417,664208	2289084907	1472,86593
13	615,602557	5068362890	1535,11826
14	203,030881	4054004266	1529,62738
15	-422,084275	2275331003	1472,07427
16	43,4300088	3661605731	1526,97035
17	563,390521	4939993125	1534,51261
18	-109,775303	3247141581	1518,32452

Flecha hipótesis T_{20}:

a_r	Tramo		f_{20}
1	1	2	7,61887058
2	2	3	3,45111863
	3	4	8,30829423
	4	5	5,43422273
	5	6	5,30342866
	6	7	7,17061879

	7	8	9,46521286
3	8	9	5,88668301
4	9	10	7,6541051
	10	11	2,4589235
	11	12	9,39253558
5	12	13	3,68257358
	13	14	7,57911843
	14	15	4,60967981
6	15	16	5,05706981
7	16	17	6,36984001
8	17	18	4,91290455
	18	19	7,50228355
	19	20	12,9176784
	20	21	4,75772374
	21	22	6,35537359
	22	23	5,42798647
9	23	24	6,07404908
	24	25	5,07447272
	25	26	11,2559755
	26	27	9,57160074
	27	28	4,55027458
	28	29	3,44976353
	29	30	8,34335472
	30	31	4,82423128
10	31	32	2,90064353
	32	33	5,25395276
	33	34	7,15848103
	34	35	4,20675448
	35	36	4,23547813
11	36	37	11,7504238
12	37	38	2,29183609

	38	39	4,51807099
	39	40	3,6181555
13	40	41	7,65551327
14	41	42	6,66408001
	42	43	10,403104
	43	44	4,09187434
	44	45	5,02341353
	45	46	3,02486676
	46	47	9,68110788
	47	48	3,20091686
	48	49	6,80863905
	49	50	1,84274226
	50	51	3,72579318
15	51	52	3,35091382
	52	53	3,79143617
16	53	54	5,75570905
	54	55	5,35480724
17	55	56	7,46435637
18	56	57	6,2773725
	57	58	4,47286502
	58	59	3,78096979

Hipótesis temperatura T_{25}

a_r	A	B	T_{25}
1	728,75372	5046264292	1503,52536
2	517,772555	4527540937	1498,49958
3	255,196454	3881965033	1491,0039
4	634,619121	4814822709	1501,37743
5	163,785145	3657218994	1487,99003
6	38,1742777	3327455142	1480,30608

7	387,711997	4207770927	1494,98253
8	696,664513	4967369000	1502,80916
9	598,076062	4724977066	1500,50382
10	13,2014316	3249747236	1476,82222
11	1859,5092	7826366850	1521,45702
12	-295,524848	2289084907	1424,15073
13	737,741917	5068362890	1503,7231
14	325,170241	4054004266	1493,15848
15	-299,944915	2275331003	1423,23445
16	165,569369	3661605731	1488,05117
17	685,529881	4939993125	1502,55684
18	12,3640569	3247141581	1476,70376

Flecha hipótesis T_{25}:

a_r	Tramo		f_{25}
1	1	2	7,77860849
2	2	3	3,52924051
	3	4	8,49649187
	4	5	5,55726901
	5	6	5,42351123
	6	7	7,33302068
	7	8	9,67965018
3	8	9	6,03486924
4	9	10	7,82007925
	10	11	2,51220619
	11	12	9,59625683
5	12	13	3,77901501
	13	14	7,77771217
	14	15	4,73041624
6	15	16	5,19770083

7	16	17	6,52163036
8	17	18	5,01704624
	18	19	7,66137013
	19	20	13,1918014
	20	21	4,85857382
	21	22	6,49011863
	22	23	5,54305473
9	23	24	6,20751081
	24	25	5,18595604
	25	26	11,5034723
	26	27	9,78201291
	27	28	4,65023434
	28	29	3,52553601
	29	30	8,52673564
	30	31	4,93021328
10	31	32	2,98239323
	32	33	5,40207519
	33	34	7,36035067
	34	35	4,32533633
	35	36	4,35487014
11	36	37	11,9271447
12	37	38	2,37025788
	38	39	4,67271992
	39	40	3,74198505
13	40	41	7,81551465
14	41	42	6,82699315
	42	43	10,6575539
	43	44	4,1918707
	44	45	5,14619048
	45	46	3,09877697
	46	47	9,91787513

	47	48	3,27913059
	48	49	6,97508951
	49	50	1,88776085
	50	51	3,81683876
15	51	52	3,46596014
	52	53	3,92161511
16	53	54	5,90636665
	54	55	5,49496333
17	55	56	7,62326755
18	56	57	6,45445498
	57	58	4,59901119
	58	59	3,88759245

Hipótesis temperatura T_{30}

a_r	A	B	T_{30}
1	850,89308	5046264292	1473,44866
2	639,911915	4527540937	1466,19314
3	377,335814	3881965033	1455,38444
4	756,758481	4814822709	1470,3468
5	285,924505	3657218994	1451,04149
6	160,313638	3327455142	1441,35229
7	509,851357	4207770927	1461,12002
8	818,803873	4967369000	1472,41421
9	720,215422	4724977066	1469,08564
10	135,340792	3249747236	1437,44221
11	1981,64856	7826366850	1499,42146
12	-173,385488	2289084907	1378,31835
13	859,881277	5068362890	1473,73432
14	447,309601	4054004266	1458,49008
15	-177,805555	2275331003	1377,28919

16	287,708729	3661605731	1451,12958
17	807,669241	4939993125	1472,04983
18	134,503417	3247141581	1437,30926

Flecha hipótesis T_{30}:

a_r	Tramo		f_{30}
1	1	2	7,9375613
2	2	3	3,60704317
	3	4	8,68392885
	4	5	5,67981473
	5	6	5,54310516
	6	7	7,49476447
	7	8	9,89322301
3	8	9	6,18269448
4	9	10	7,98529543
	10	11	2,56524315
	11	12	9,79905093
5	12	13	3,87529345
	13	14	7,97597855
	14	15	4,85094981
6	15	16	5,33827761
7	16	17	6,67291281
8	17	18	5,12068539
	18	19	7,81969254
	19	20	13,4646203
	20	21	4,95893712
	21	22	6,62421511
	22	23	5,65756823
9	23	24	6,34038143
	24	25	5,2969446

	25	26	11,7498842
	26	27	9,99149966
	27	28	4,74975003
	28	29	3,60097112
	29	30	8,70930803
	30	31	5,03572471
10	31	32	3,06413355
	32	33	5,55018467
	33	34	7,56220714
	34	35	4,44390637
	35	36	4,4742503
11	36	37	12,1027122
12	37	38	2,44910267
	38	39	4,82820813
	39	40	3,86648498
13	40	41	7,97472481
14	41	42	6,98942765
	42	43	10,9112657
	43	44	4,29157071
	44	45	5,26860471
	45	46	3,17246735
	46	47	10,1539539
	47	48	3,35711184
	48	49	7,14105119
	49	50	1,93264502
	50	51	3,9076142
15	51	52	3,58164205
	52	53	4,05251408
16	53	54	6,05677052
	54	55	5,63488278
17	55	56	7,78142179

18	56	57	6,6315259
	57	58	4,72514647
	58	59	3,99420505

Hipótesis temperatura T_{35}

a_r	A	B	T_{35}
1	973,03244	5046264292	1444,70822
2	762,051275	4527540937	1435,39658
3	499,475174	3881965033	1421,54318
4	878,897841	4814822709	1440,72595
5	408,063865	3657218994	1415,98172
6	282,452998	3327455142	1404,4609
7	631,990717	4207770927	1428,89202
8	940,943233	4967369000	1443,37992
9	842,354782	4724977066	1439,10743
10	257,480152	3249747236	1400,16454
11	2103,78792	7826366850	1478,15725
12	-51,246128	2289084907	1335,22008
13	982,020637	5068362890	1445,07506
14	569,448961	4054004266	1425,52174
15	-55,6661946	2275331003	1334,08949
16	409,848089	3661605731	1416,0945
17	929,808601	4939993125	1442,91208
18	256,642777	3247141581	1400,01846

Flecha hipótesis T_{35}:

a_r	Tramo		f_{35}
1	1	2	8,09564632
2	2	3	3,68447263
	3	4	8,87047522

	4	5	5,8017749
	5	6	5,66212749
	6	7	7,65573802
	7	8	10,1057833
3	8	9	6,33001158
4	9	10	8,14965594
	10	11	2,61800302
	11	12	10,000798
5	12	13	3,97129999
	13	14	8,17369346
	14	15	4,97114419
6	15	16	5,47860957
7	16	17	6,823562
8	17	18	5,22376568
	18	19	7,97716477
	19	20	13,7359869
	20	21	5,05875909
	21	22	6,75759016
	22	23	5,77146474
9	23	24	6,47257836
	24	25	5,40736942
	25	26	11,9950583
	26	27	10,1999308
	27	28	4,84875977
	28	29	3,67602198
	29	30	8,89095844
	30	31	5,14069997
10	31	32	3,14574922
	32	33	5,69807246
	33	34	7,76376604
	34	35	4,56229745

	35	36	4,59345032
11	36	37	12,2771094
12	37	38	2,52818486
	38	39	4,9841698
	39	40	3,9913623
13	40	41	8,13306195
14	41	42	7,1512368
	42	43	11,1640104
	43	44	4,39088431
	44	45	5,39054564
	45	46	3,24587133
	46	47	10,3891309
	47	48	3,43479015
	48	49	7,30637419
	49	50	1,9773542
	50	51	3,99803746
15	51	52	3,69768512
	52	53	4,18382261
16	53	54	6,20675102
	54	55	5,77440776
17	55	56	7,93873186
18	56	57	6,80833542
	57	58	4,85109284
	58	59	4,10065709

Hipótesis temperatura T_{40}

a_r	A	B	T_{40}
1	1095,1718	5046264292	1417,23029
2	884,190635	4527540937	1406,02492
3	621,614534	3881965033	1389,3784

4	1001,0372	4814822709	1412,43634
5	530,203225	3657218994	1382,7024
6	404,592358	3327455142	1369,51357
7	754,130077	4207770927	1398,20562
8	1063,08259	4967369000	1415,63094
9	964,494142	4724977066	1410,48872
10	379,619512	3249747236	1364,86848
11	2225,92728	7826366850	1457,62745
12	70,893232	2289084907	1294,70229
13	1104,16	5068362890	1417,67205
14	691,588321	4054004266	1394,15648
15	66,4731654	2275331003	1293,48123
16	531,987449	3661605731	1382,83775
17	1051,94796	4939993125	1415,06771
18	378,782137	3247141581	1364,71056

Flecha hipótesis T_{40}:

a_r	Tramo		f_{40}
1	1	2	8,25279279
2	2	3	3,76148227
	3	4	9,05601869
	4	5	5,92307609
	5	6	5,78050656
	6	7	7,81584443
	7	8	10,3172031
3	8	9	6,47669195
4	9	10	8,31307682
	10	11	2,67045883
	11	12	10,201395
5	12	13	4,06693901

	13	14	8,37066011
	14	15	5,09087969
6	15	16	5,6185283
7	16	17	6,97346899
8	17	18	5,32623882
	18	19	8,13371307
	19	20	14,0057742
	20	21	5,15799297
	21	22	6,89018132
	22	23	5,88469091
9	23	24	6,60403048
	24	25	5,5171711
	25	26	12,2388626
	26	27	10,4071943
	27	28	4,94721031
	28	29	3,75064819
	29	30	9,0715892
	30	31	5,2450826
10	31	32	3,22713827
	32	33	5,84555385
	33	34	7,96477574
	34	35	4,68036168
	35	36	4,7123213
11	36	37	12,4503234
12	37	38	2,60733648
	38	39	5,14027389
	39	40	4,11635188
13	40	41	8,29045607
14	41	42	7,31229276
	42	43	11,4155882
	43	44	4,48973298

	44	45	5,5119169
	45	46	3,31893088
	46	47	10,6232206
	47	48	3,5121041
	48	49	7,47092788
	49	50	2,02185304
	50	51	4,08803709
15	51	52	3,81384097
	52	53	4,31525964
16	53	54	6,35615921
	54	55	5,91339971
17	55	56	8,09512292
18	56	57	6,98466245
	57	58	4,97669274
	58	59	4,2068154

Hipótesis temperatura T_{45}

a_r	A	B	T_{45}
1	1217,31116	5046264292	1390,9448
2	1006,32999	4527540937	1377,99704
3	743,753894	3881965033	1358,79222
4	1123,17656	4814822709	1385,40323
5	652,342585	3657218994	1351,09894
6	526,731718	3327455142	1336,39516
7	876,269437	4207770927	1368,9719
8	1185,22195	4967369000	1389,09565
9	1086,6335	4724977066	1383,15282
10	501,758872	3249747236	1331,43642
11	2348,06664	7826366850	1437,79713
12	193,032592	2289084907	1256,60996

13	1226,29936	5068362890	1391,45562
14	813,727681	4054004266	1364,30127
15	188,612525	2275331003	1255,30873
16	654,126809	3661605731	1351,25487
17	1174,08732	4939993125	1388,44455
18	500,921497	3247141581	1331,26785

Flecha hipótesis T_{45}:

a_r	Tramo		f_{45}
1	1	2	8,40894073
2	2	3	3,8380322
	3	4	9,2404632
	4	5	6,04365548
	5	6	5,89818108
	6	7	7,9750008
	7	8	10,527373
3	8	9	6,62262428
4	9	10	8,47548659
	10	11	2,72258764
	11	12	10,4007541
5	12	13	4,16212743
	13	14	8,56670748
	14	15	5,21005232
6	15	16	5,75788661
7	16	17	7,12254006
8	17	18	5,42806386
	18	19	8,28927484
	19	20	14,2738743
	20	21	5,25659909
	21	22	7,02193557

	22	23	5,99720148
9	23	24	6,7346772
	24	25	5,626299
	25	26	12,4811848
	26	27	10,6131946
	27	28	5,04505625
	28	29	3,82481536
	29	30	9,25111702
	30	31	5,34882447
10	31	32	3,30821149
	32	33	5,99246727
	33	34	8,16501608
	34	35	4,79796969
	35	36	4,83073298
11	36	37	12,6223449
12	37	38	2,68640805
	38	39	5,29622575
	39	40	4,24121774
13	40	41	8,44684789
14	41	42	7,47248523
	42	43	11,6658271
	43	44	4,58804902
	44	45	5,63263535
	45	46	3,39159594
	46	47	10,8560625
	47	48	3,58900074
	48	49	7,63459959
	49	50	2,06611107
	50	51	4,17755143
15	51	52	3,92988837
	52	53	4,44657491

16	53	54	6,50486568
	54	55	6,05173822
17	55	56	8,25053142
18	56	57	7,16031359
	57	58	5,10180838
	58	59	4,31256349

Hipótesis temperatura T_{50}

a_r	A	B	T_{50}
1	1339,45052	5046264292	1365,7853
2	1128,46935	4527540937	1351,23588
3	865,893254	3881965033	1329,69108
4	1245,31592	4814822709	1359,55567
5	774,481945	3657218994	1321,07103
6	648,871078	3327455142	1304,9947
7	998,408797	4207770927	1341,10611
8	1307,36131	4967369000	1363,70612
9	1208,77286	4724977066	1357,02695
10	623,898232	3249747236	1299,75479
11	2470,206	7826366850	1418,63318
12	315,171952	2289084907	1220,78953
13	1348,43872	5068362890	1366,35974
14	935,867041	4054004266	1335,86734
15	310,751885	2275331003	1219,41775
16	776,266169	3661605731	1321,24569
17	1296,22668	4939993125	1362,97412
18	623,060857	3247141581	1299,57668

Flecha hipótesis T_{50}:

a_r	Tramo	f_{50}

1	1	2	8,56404
2	2	3	3,91408868
	3	4	9,42372743
	4	5	6,16345991
	5	6	6,01509916
	6	7	8,13313694
	7	8	10,7362003
3	8	9	6,76771325
4	9	10	8,63682514
	10	11	2,77437015
	11	12	10,5988017
5	12	13	4,25679381
	13	14	8,76168853
	14	15	5,32857264
6	15	16	5,89655729
7	16	17	7,27069539
8	17	18	5,52920645
	18	19	8,44379765
	19	20	14,5401968
	20	21	5,3545442
	21	22	7,15280849
	22	23	6,10895851
9	23	24	6,86446743
	24	25	5,73471046
	25	26	12,7219301
	26	27	10,8178512
	27	28	5,14225933
	28	29	3,89849447
	29	30	9,42947171
	30	31	5,45188501
10	31	32	3,38889172

	32	33	6,13867294
	33	34	8,36429662
	34	35	4,91500956
	35	36	4,94857269
11	36	37	12,7931676
12	37	38	2,76526849
	38	39	5,45176699
	39	40	4,36575297
13	40	41	8,60218786
14	41	42	7,63172003
	42	43	11,9145799
	43	44	4,68577462
	44	45	5,75263002
	45	46	3,46382378
	46	47	11,08752
	47	48	3,66543484
	48	49	7,79729308
	49	50	2,11010224
	50	51	4,26652784
15	51	52	4,04563336
	52	53	4,57754892
16	53	54	6,65275917
	54	55	6,18931979
17	55	56	8,40490409
18	56	57	7,33512151
	57	58	5,22632052
	58	59	4,41780057

4.2.2.14 Constantes de catenaria

La constante de catenaria (C) se define como la curva que describe el conductor suspendido entre dos apoyos, sometido al efecto de la gravedad:

$$C = \frac{T}{p}(m)$$

Con la constante de catenaria podemos saber si el conductor rebasa la distancia máxima admisible. Nos quedaremos con la menor de las constantes, que nos dará una flecha mayor, lo cual implicará menor tensión y menor curva.

La distancia mínima de la línea respecto al suelo no puede ser inferior a 6 metros según el Reglamento de Alta Tensión.

Analizar la constante de catenaria utilizando la hipótesis de temperatura, nos dará el parámetro deseado. Por lo tanto, escogeremos la tensión de dicha hipótesis y la dividiremos por el peso del conductor en daN:

FASE:

a_r	Constante de catenaria
1	1692,722015
2	1674,14352
3	1646,31118
4	1684,788866
5	1635,069491
6	1612,598397
7	1661,104937
8	1690,077885
9	1681,559407
10	1605,606155
11	1758,687867
12	1498,969848
13	1693,451898
14	1654,328752
15	1497,097126
16	1635,297871
17	1689,146129

18	1605,368289

TIERRA:

a_r	Constante de catenaria
1	2233,427042
2	2209,63481
3	2174,40325
4	2223,239908
5	2160,307146
6	2134,018022
7	2193,069908
8	2230,027015
9	2219,104771
10	2125,449363
11	2319,847553
12	1996,319882
13	2234,366405
14	2184,503101
15	1994,076644
16	2160,592767
17	2228,83
18	2125,158102

4.2.2.15 Cálculo mecánico de apoyos.

En esta sección, averiguaremos los esfuerzos a los que van a ser sometidos los apoyos y con ayuda de un catálogo procederemos a la correspondiente elección del apoyo a utilizar.

Los apoyos a calcular serán tanto de alineación como de ángulo. Primero se calcularán los esfuerzos externos que actúan sobre él, ya sean directamente o transmitidos por otros elementos.

La evaluación de estos esfuerzos exteriores se basará en las diversas hipótesis reglamentarias las cuales vienen recogidas en las tablas de la ITC-LAT 07 en el apartado 3.5.3 del Reglamento de Alta Tensión. Conocidos los esfuerzos externos que actúan en las diversas hipótesis, nos meteremos de lleno en el cálculo de apoyos.

Antes de empezar con ellos, se proporcionarán una serie de ecuaciones que emplearemos para obtener los cálculos en los que este apartado se centra.

Empezamos con una breve descripción de los esfuerzos y parámetros que los componen:

a) **Esfuerzo vertical**:

Esfuerzo causado por la acción del viento en los conductores y cadenas, teniendo en cuenta el peso de ambos.

El eolovano es la longitud de vano a considerar horizontalmente, para determinar el esfuerzo del viento en el conductor y equivale a:

$$\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)$$

El gravivano o vano pesante, se define como:

$$C_p = p \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T \cdot (tan_{n1} - tan_{n2})$$

En donde:

- p= sobrecarga de la hipótesis a considerar.
- an= longitud del vano a considerar.
- T = tensión correspondiente según la hipótesis que estemos calculando.
- tanu1= cociente entre h y a.

b) **Esfuerzo transversal**:

En este caso viene dado por la influencia del viento sobre conductores y apoyos y por la resultante de ángulo en los apoyos que no sean de alineación.

El esfuerzo del viento sobre los conductores será:

$$E_V = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot d \cdot V \cdot n$$

La resultante de ángulo se define con la siguiente ecuación:

$$R_A = \sqrt{\left[(T_1 + T_2) \cdot cos\frac{\alpha}{2}\right]^2 + \left[(T_1 + T_2) \cdot sen\frac{\alpha}{2}\right]^2}$$

En donde α=180-β, siendo β el ángulo del apoyo a analizar no fuese de alineación.

c) **Esfuerzo longitudinal**:

Esfuerzo provocado por el desequilibrio de tracciones y por la rotura de conductores.

	ALI-SUS ANG-SUS	ALI-AMA ANG-AMA	ALI-ANC ANG-ANC	Ppio. Línea Final Línea
Desequilibrio de Tracciones	L_T=%·T %=8%	L_T=%·T %=15%	L_T=%·T %=50%	L_T=0
Rotura Conductores	L_C=%·T 50% si n=1 o 2 75% si n=3 100% si n=4	L_C=T	L_C=%·T 100% si n=1 50% en otro caso	L_C=%·T 100% si n=1 50% en otro caso

A continuación se desarrollarán cada uno de los pasos a seguir de acuerdo con lo anteriormente descrito.

4.2.2.15.1 Apoyos de principio y final de línea (P_L y F_L).

Los esfuerzos variarán según en la zona en la que nos encontremos, según la ITC-LAT 07 en el apartado 3.5.3 del Reglamento de Alta Tensión:

•1ª hipótesis (viento)
•2ªhipótesis (hielo)
•4ª hipótesis (rotura de conductores)

A continuación se procederá al cálculo de los apoyos de principio y fin de nuestra línea. El cálculo lo realizaremos para el conductor de fase y nos ahorraremos el de tierra ya que se procederá de forma similar pero con los datos propios del conductor de tierra empleado. Al finalizar todos los ejemplos de cada tipo de apoyo de nuestra línea, se adjuntará una tabla con todos los resultados.

Principio de línea

1ª Hipótesis (Viento):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = p \cdot \left(\frac{a_2}{2} - C_V \cdot tgn_2\right) + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

en donde $C_v = T_{-10+V}/S_V$.

- Esfuerzo Transversal:

$$T = \frac{a_2}{2} \cdot v \cdot d + E_{V_{cad}} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Longitudinal:

$$L = T_{-10+V}(100\%)$$

2ª Hipótesis (Hielo):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = S_H \cdot \frac{a_2}{2} - T_{H2} \cdot \tan u_2 + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Longitudinal:

$$L = T_H \cdot 100\%$$

4ª Hipótesis (Rotura de conductores):

Dos tipos de esfuerzos a considerar en esta hipótesis:

- Esfuerzo Vertical:

$$V = V_H$$

- Esfuerzo Longitudinal:

$$L = T_0$$

Hay que aclarar que en nuestra línea solo tenemos zona A, por tanto todas las hipótesis correspondientes al hielo (2º hipótesis) no serán necesarias su cálculo

Final de línea:

1ª Hipótesis (Viento):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = p \cdot \left(\frac{a_2}{2} - C_V \cdot tgn_2\right) + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

en donde $C_v = T_{-10+V}/S_V$.

- Esfuerzo Transversal:

$$T = \frac{a_2}{2} \cdot v \cdot d + E_{V_{cad}} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Longitudinal:

$$L = T_{-10+V}(100\%)$$

2ª Hipótesis (Hielo): Como en nuestra línea no tenemos hipótesis de hielo nos ahorraremos calcularla

4ª Hipótesis (Rotura de conductores):

Dos tipos de esfuerzos a considerar en esta hipótesis:

- Esfuerzo Vertical:

$$V = V_H$$

- Esfuerzo Longitudinal:

$$L = T_0$$

4.2.2.15.2 Apoyos de alineación-suspensión.

Los esfuerzos a considerar en la zona A según la ITC-LAT 07 (apartado 3.5.3 del Reglamento de Alta Tensión):

- 1ª hipótesis (viento).
- 3ª hipótesis (desequilibrio de tensiones).

- 4ª hipótesis (rotura de conductores).

En la zona A los cálculos a realizar serán los mismos a excepción de la segunda hipótesis que la ignoraremos. A continuación se procederá al cálculo de uno de los apoyos de alineación-suspensión que componen la línea y los resultados de todos ellos se adjuntan en la tabla al final de los mismos.

1ª Hipótesis (Viento):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = p \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} - C_V \cdot (tgn_1 - tgn_2)\right) + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Transversal:

$$T = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot v \cdot d + E_{V_{cad}} \cdot n_{cad}$$

3ª Hipótesis (Desequilibrio de tensiones):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = V_H$$

- Esfuerzo longitudinal:

$$L = T_0 \cdot \%$$

4ª Hipótesis (Rotura de conductores):

- Esfuerzo Vertical:
  - Fases afectadas

$$V = V_H$$

  - Fases no afectadas

$$V = V_H / 2$$

- Esfuerzo longitudinal:
  - Fases no afectadas:

$$L = T_0 \cdot \%$$

4.2.2.15.3 Apoyos de alineación-amarre.

Los esfuerzos a considerar en la zona A según la ITC-LAT 07 (apartado 3.5.3 del Reglamento de Alta Tensión):

- 1ª hipótesis (viento).
- 3ª hipótesis (desequilibrio de tensiones).
- 4ª hipótesis (rotura de conductores).

A continuación se procederá al cálculo de uno de los apoyos de alineación-amarre que componen la línea y los resultados de todos ellos se adjuntan en la tabla al final de los mismos.

1ª Hipótesis (Viento):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = p \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} \cdot tgn_1 - C_{V2} tgn_2)\right) + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Transversal:

$$T = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot v \cdot d + E_{V_{cad}} \cdot n_{cad}$$

3ª Hipótesis (Desequilibrio de tensiones):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = V_H$$

- Esfuerzo longitudinal:

$$L = T_0 \cdot \%$$

4ª Hipótesis (Rotura de conductores):

- Esfuerzo Vertical:
  - Fases afectadas

$$V = V_H$$

- Fases no afectadas

$$V = V_H / 2$$

- Esfuerzo longitudinal:

  - Fases no afectadas:

$$L = T_0 \cdot \%$$

4.2.2.15.4 Apoyos de ángulo-anclaje.

Los esfuerzos a considerar en la zona A según la ITC-LAT 07 (apartado 3.5.3 del Reglamento de Alta Tensión):

- 1ª hipótesis (viento).
- 3ª hipótesis (desequilibrio de tensiones).
- 4ª hipótesis (rotura de conductores).

A continuación se procederá al cálculo de uno de los apoyos de ángulo-anclaje que componen la línea y los resultados de todos ellos se adjuntan en la tabla al final de los mismos.

1ª Hipótesis (Viento):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = p \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} + C_{V1} \cdot tgn_1 - C_{V2} tgn_2)\right) + p_{cad} \cdot n_{cad}$$

- Esfuerzo Transversal:

$$T = \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot v \cdot d \cdot cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + E_{V_{cad}} \cdot n_{cad}$$
$$+ \sqrt{\left[(T_{V1} + T_{V2}) \cdot cos\frac{\alpha}{2}\right]^2 + \left[(T_{V1} + T_{V2}) \cdot sen\frac{\alpha}{2}\right]^2}$$

3ª Hipótesis (Desequilibrio de tensiones):

- Esfuerzo Vertical:

$$V = V_H$$

- Esfuerzo Transversal:

$$T = T_H$$

- Esfuerzo longitudinal:

$$L = T_0 \cdot \% \cdot \left[cos\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) + sen\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)\right]$$

4ª Hipótesis (Rotura de conductores):

- Esfuerzo Vertical:
  - Fases afectadas

$$V = V_H$$

  - Fases no afectadas

$$V = V_H / 2$$

- Esfuerzo transversal:
  - Fases afectadas

$$T = T_{3HIP}$$

  - Fases no afectadas

$$T = T_{3HIP} / 2$$

- Esfuerzo longitudinal:

$$L = T_0 \cdot \%$$

4.2.2.15.5 Tablas de resultados

<u>Fase:</u>

1ª Hipótesis. Viento

Apoyo	Tipo	V	T	L
1	P. Línea	195,756185	274,6240694	2371,797678
2	Ali-Ama	268,5076085	473,0259167	
3	Ali-Sus	388,3991042	591,2171806	
4	Ali-Sus	423,6980047	631,11475	

5	Ali-Sus	239,2840479	428,0058889	
6	Ali-Sus	256,4619454	457,1847083	
7	Ali-Sus	540,2041677	676,3716944	
8	Ali-Ama	541,0425121	868,7361944	
9	Ali-Ama	147,9588722	520,0693194	
10	Ali-Sus	346,7456356	401,8045	
11	Ali-Sus	315,6387244	428,0058889	
12	Ang-Anc	247,3269472	2154,036938	
13	Ali-Sus	319,3699898	430,3878333	
14	Ali-Sus	348,1288562	449,4433889	
15	Ali-Ama	261,1075617	452,7793889	
16	Ali-Ama	276,0378501	484,9356389	
17	Ali-Ama	261,7418372	483,1491806	
18	Ali-Sus	285,6843457	455,39825	
19	Ali-Sus	353,6930822	571,5180417	
20	Ali-Sus	276,2015947	524,4746389	
21	Ali-Sus	316,9331622	433,96075	
22	Ali-Sus	252,5220423	446,4659583	
23	Ali-Ama	275,7208644	487,9130694	
24	Ali-Sus	252,6919596	435,1517222	
25	Ali-Sus	450,2408446	664,4619722	
26	Ali-Sus	434,2642329	735,3248194	
27	Ali-Sus	271,5197385	478,0267222	
28	Ali-Sus	236,7069148	373,8166528	
29	Ali-Sus	292,0227518	437,5336667	
30	Ali-Sus	301,1603422	466,117	
31	Ang-Anc	514,4106088	1064,987097	
32	Ali-Sus	339,0361676	526,9046806	
33	Ali-Sus	272,1932019	454,2072778	
34	Ali-Sus	231,4120192	433,96075	

35	Ali-Sus	272,8392264	382,1534583	
36	Ang-Anc	298,7718442	1411,982631	
37	Ali-Ama	281,1545263	498,6318194	
38	Ali-Sus	267,2778703	338,0874861	
39	Ali-Sus	223,4230687	370,2437361	
40	Ang-Anc	285,6675083	1020,374316	
41	Ali-Ama	298,9137276	534,3609861	
42	Ali-Sus	381,7501567	526,2610972	
43	Ali-Sus	335,1822197	633,4966944	
44	Ali-Sus	413,525903	550,724125	
45	Ali-Sus	215,8709613	372,6256806	
46	Ali-Sus	409,8517184	600,1494722	
47	Ali-Sus	427,4720082	604,317875	
48	Ali-Sus	318,3086585	562,0383611	
49	Ali-Sus	354,4947963	525,7137083	
50	Ali-Sus	231,3499934	314,2680417	
51	Ang-Anc	492,4507971	2706,986412	
52	Ali-Sus	401,0239843	503,6807222	
53	Ali-Ama	243,8832838	446,2290417	
54	Ali-Sus	239,5567967	433,96075	
55	Ang-Anc	315,9532002	2993,02185	
56	Ang-Anc	353,9736248	3765,740629	
57	Ali-Sus	251,5671579	425,0284583	
58	Ali-Sus	223,2790447	377,9850556	
59	F. Línea	116,8896999	204,9521944	2289,066492

3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones

Apoyo	Tipo	V	T	L
1	P. Línea			
2	Ali-Ama	268,5076085		592,9494194

3	Ali-Sus	388,3991042		353,123701
4	Ali-Sus	423,6980047		353,123701
5	Ali-Sus	239,2840479		353,123701
6	Ali-Sus	256,4619454		353,123701
7	Ali-Sus	540,2041677		353,123701
8	Ali-Ama	541,0425121		588,5395017
9	Ali-Ama	147,9588722		591,0570215
10	Ali-Sus	346,7456356		354,6342129
11	Ali-Sus	315,6387244		354,6342129
12	Ang-Anc	247,3269472	1678,525343	1182,114043
13	Ali-Sus	319,3699898		347,704462
14	Ali-Sus	348,1288562		347,704462
15	Ali-Ama	261,1075617		579,5074367
16	Ali-Ama	276,0378501		585,4895717
17	Ali-Ama	261,7418372		592,3171218
18	Ali-Sus	285,6843457		355,3902731
19	Ali-Sus	353,6930822		355,3902731
20	Ali-Sus	276,2015947		355,3902731
21	Ali-Sus	316,9331622		355,3902731
22	Ali-Sus	252,5220423		355,3902731
23	Ali-Ama	275,7208644		592,3171218
24	Ali-Sus	252,6919596		354,1743933
25	Ali-Sus	450,2408446		354,1743933
26	Ali-Sus	434,2642329		354,1743933
27	Ali-Sus	271,5197385		354,1743933
28	Ali-Sus	236,7069148		354,1743933
29	Ali-Sus	292,0227518		354,1743933
30	Ali-Sus	301,1603422		354,1743933
31	Ang-Anc	514,4106088	332,2255159	1180,581311
32	Ali-Sus	339,0361676		343,3959086

33	Ali-Sus	272,1932019		343,3959086
34	Ali-Sus	231,4120192		343,3959086
35	Ali-Sus	272,8392264		343,3959086
36	Ang-Anc	298,7718442	873,4597547	1218,503068
37	Ali-Ama	281,1545263		609,2515341
38	Ali-Sus	267,2778703		327,6580528
39	Ali-Sus	223,4230687		327,6580528
40	Ang-Anc	285,6675083	548,6685101	1186,248468
41	Ali-Ama	298,9137276		593,1242341
42	Ali-Sus	381,7501567		350,3513349
43	Ali-Sus	335,1822197		350,3513349
44	Ali-Sus	413,525903		350,3513349
45	Ali-Sus	215,8709613		350,3513349
46	Ali-Sus	409,8517184		350,3513349
47	Ali-Sus	427,4720082		350,3513349
48	Ali-Sus	318,3086585		350,3513349
49	Ali-Sus	354,4947963		350,3513349
50	Ali-Sus	231,3499934		350,3513349
51	Ang-Anc	492,4507971	2020,689054	1167,837783
52	Ali-Sus	401,0239843		327,3881802
53	Ali-Ama	243,8832838		579,5592965
54	Ali-Sus	239,5567967		347,7355779
55	Ang-Anc	315,9532002	2552,860344	1184,189361
56	Ang-Anc	353,9736248	3378,832493	1184,189361
57	Ali-Sus	251,5671579		343,3599738
58	Ali-Sus	223,2790447		343,3599738
59	F. Línea			

4ª Hipótesis. Rotura de conductores

Apoyo	Tipo	Fases no afectadas			Fases afectadas		
		V	T	L	V	T	L
1	P. Línea	195,756185		2371,79767			
2	Ali-Ama	268,5076085			134,2538043		2371,797678
3	Ali-Sus	388,3991042			194,1995521		1177,079003
4	Ali-Sus	423,6980047			211,8490023		1177,079003
5	Ali-Sus	239,2840479			119,642024		1177,079003
6	Ali-Sus	256,6381258			128,3190629		1177,079003
7	Ali-Sus	540,2041677			270,1020839		1177,079003
8	Ali-Ama	541,0425121			270,521256		2354,158007
9	Ali-Ama	147,9588722			73,97943612		2364,228086
10	Ali-Sus	346,7456356			173,3728178		1182,114043
11	Ali-Sus	315,6387244			157,8193622		1182,114043
12	Ang-Anc	247,3269472	1678,52534		123,6634736	839,2626716	2207,197065
13	Ali-Sus	319,3699898			159,6849949		1159,014873
14	Ali-Sus	348,1288562			174,0644281		1159,014873
15	Ali-Ama	261,1075617			130,5537809		2318,029747
16	Ali-Ama	276,0378501			138,018925		2341,958287
17	Ali-Ama	261,7418372			126,2610211		2369,268487
18	Ali-Sus	285,6843457			142,8421728		1184,634244
19	Ali-Sus	353,6930822			176,8465411		1184,634244
20	Ali-Sus	276,2015947			138,1007973		1184,634244
21	Ali-Sus	316,9331622			158,4665811		1184,634244
22	Ali-Sus	252,5220423			126,2610211		1184,634244
23	Ali-Ama	275,7208644			137,8604322		2369,268487
24	Ali-	252,691959			126,345979		1180,58131

	Sus	6			8		1
25	Ali-Sus	450,2408446			225,1204223		1180,581311
26	Ali-Sus	434,2642329			217,1321164		1180,581311
27	Ali-Sus	271,5197385			135,7598693		1180,581311
28	Ali-Sus	236,7069148			118,3534574		1180,581311
29	Ali-Sus	292,0227518			146,0113759		1180,581311
30	Ali-Sus	301,1603422			150,5801711		1180,581311
31	Ang-Anc	514,4106088	332,225515		257,2053044	166,1127579	2355,410949
32	Ali-Sus	339,0361676			169,5180838		1144,653029
33	Ali-Sus	272,1932019			136,096601		1144,653029
34	Ali-Sus	231,4120192			115,7060096		1144,653029
35	Ali-Sus	272,8392264			136,4196132		1144,653029
36	Ang-Anc	298,7718442	873,459754		149,3859221	436,7298773	2396,198243
37	Ali-Ama	281,1545263			140,5772631		2437,006136
38	Ali-Sus	267,2778703			133,6389352		1092,193509
39	Ali-Sus	223,4230687			111,7115343		1092,193509
40	Ang-Anc	285,6675083	548,668510		142,8337541	274,3342551	2357,246184
41	Ali-Ama	298,9137276			149,4568638		2372,496936
42	Ali-Sus	381,7501567			190,8750783		1167,837783
43	Ali-Sus	335,1822197			167,5911098		1167,837783
44	Ali-Sus	413,525903			206,7629515		1167,837783
45	Ali-Sus	215,8709613			107,9354807		1167,837783
46	Ali-Sus	409,8517184			204,9258592		1167,837783
47	Ali-Sus	427,4720082			213,7360041		1167,837783
48	Ali-Sus	318,3086585			159,1543292		1167,837783
49	Ali-Sus	354,4947963			177,2473981		1167,837783
50	Ali-Sus	231,3499934			115,6749967		1167,837783
51	Ang-	492,450797	2020,6890		246,225398	1010,34452	2090,27632

	Anc	1	5		5	7	2
52	Ali-Sus	401,0239843			200,5119922		1091,293934
53	Ali-Ama	243,8832838			121,9416419		2318,237186
54	Ali-Sus	239,5567967			119,7783984		1159,118593
55	Ang-Anc	315,9532002	2552,86034		157,9766001	1276,430172	1986,289529
56	Ang-Anc	353,9736248	3378,83249		176,9868124	1689,416246	1630,284331
57	Ali-Sus	251,5671579			125,7835789		1144,533246
58	Ali-Sus	223,2790447			111,6395224		1144,533246
59	F. Línea	116,8896999		2289,06649			

Tierra:

1ª Hipótesis. Viento

Apoyo	Tipo	V	T	L
1	P. Línea	149,2623482	232,835069	2893,32114
2	Ali-Ama	166,826134	389,447917	
3	Ali-Sus	202,6343303	399,571181	
4	Ali-Sus	238,1504796	439,46875	
5	Ali-Sus	181,1242517	390,638889	
6	Ali-Sus	197,2174558	419,817708	
7	Ali-Sus	365,9118712	484,725694	
8	Ali-Ama	173,2901706	463,288194	
9	Ali-Ama	23,05312621	436,491319	
10	Ali-Sus	307,464988	364,4375	
11	Ali-Sus	268,5921821	390,638889	
12	Ang-Anc	139,3819742	2429,5124	
13	Ali-Sus	272,0235775	393,020833	
14	Ali-Sus	302,4739803	412,076389	
15	Ali-Ama	160,9919436	369,201389	

16	Ali-Ama	174,5085916	401,357639	
17	Ali-Ama	157,9772769	399,571181	
18	Ali-Sus	230,9082827	418,03125	
19	Ali-Sus	294,5604235	534,151042	
20	Ali-Sus	211,4911596	487,107639	
21	Ali-Sus	269,4021042	396,59375	
22	Ali-Sus	193,9743204	409,098958	
23	Ali-Ama	173,2647965	404,335069	
24	Ali-Sus	195,5805669	397,784722	
25	Ali-Sus	264,4752904	472,815972	
26	Ali-Sus	237,4803138	543,678819	
27	Ali-Sus	211,8841845	440,659722	
28	Ali-Sus	184,7982266	336,449653	
29	Ali-Sus	240,3368533	400,166667	
30	Ali-Sus	247,2953148	428,75	
31	Ang-Anc	159,192366	736,375535	
32	Ali-Sus	154,1508884	335,258681	
33	Ali-Sus	215,5642755	416,840278	
34	Ali-Sus	171,6498917	396,59375	
35	Ali-Sus	224,7179691	344,786458	
36	Ang-Anc	192,3812088	1535,10302	
37	Ali-Ama	179,4013169	415,053819	
38	Ali-Sus	223,2369278	300,720486	
39	Ali-Sus	170,0340244	332,876736	
40	Ang-Anc	186,507736	1068,50451	
41	Ali-Ama	194,371471	450,782986	
42	Ali-Sus	331,8655926	488,894097	
43	Ali-Sus	136,8848331	441,850694	
44	Ali-Sus	236,1524611	359,078125	
45	Ali-Sus	161,1277305	335,258681	

46	Ali-Sus	226,0349323	408,503472	
47	Ali-Sus	245,6286393	412,671875	
48	Ali-Sus	126,2127835	370,392361	
49	Ali-Sus	171,8347508	334,067708	
50	Ali-Sus	185,7783904	276,901042	
51	Ang-Anc	136,1495473	2720,85782	
52	Ali-Sus	226,8977748	312,034722	
53	Ali-Ama	142,694203	362,651042	
54	Ali-Sus	180,8477293	396,59375	
55	Ang-Anc	216,793565	3456,18481	
56	Ang-Anc	258,255059	4401,74983	
57	Ali-Sus	195,5668461	387,661458	
58	Ali-Sus	168,9618522	340,618056	
59	F. Línea	67,57415481	163,163194	2761,44102

3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones

Apoyo	Tipo	V	T	L
1	P. Línea			
2	Ali-Ama	166,826134		723,330284
3	Ali-Sus	202,63433		429,423958
4	Ali-Sus	238,15048		429,423958
5	Ali-Sus	181,124252		429,423958
6	Ali-Sus	197,217456		429,423958
7	Ali-Sus	365,911871		429,423958
8	Ali-Ama	173,290171		715,706596
9	Ali-Ama	23,0531262		720,043037
10	Ali-Sus	307,464988		432,025822
11	Ali-Sus	268,592182		432,025822
12	Ang-Anc	139,381974	2037,57881	1385,6414
13	Ali-Sus	272,023578		420,282937

14	Ali-Sus	302,47398		420,282937
15	Ali-Ama	160,991944		700,471562
16	Ali-Ama	174,508592		710,507144
17	Ali-Ama	157,977277		722,229248
18	Ali-Sus	230,908283		433,337549
19	Ali-Sus	294,560424		433,337549
20	Ali-Sus	211,49116		433,337549
21	Ali-Sus	269,402104		433,337549
22	Ali-Sus	193,97432		433,337549
23	Ali-Ama	173,264797		722,229248
24	Ali-Sus	195,580567		431,231155
25	Ali-Sus	264,47529		431,231155
26	Ali-Sus	237,480314		431,231155
27	Ali-Sus	211,884185		431,231155
28	Ali-Sus	184,798227		431,231155
29	Ali-Sus	240,336853		431,231155
30	Ali-Sus	247,295315		431,231155
31	Ang-Anc	159,192366	409,061955	1437,43718
32	Ali-Sus	154,150888		414,264581
33	Ali-Sus	215,564275		414,264581
34	Ali-Sus	171,649892		414,264581
35	Ali-Sus	224,717969		414,264581
36	Ang-Anc	192,381209	1080,15814	1505,48631
37	Ali-Ama	179,401317		752,743157
38	Ali-Sus	223,236928		393,452399
39	Ali-Sus	170,034024		393,452399
40	Ang-Anc	186,507736	680,376708	1447,27035
41	Ali-Ama	194,371471		723,635174
42	Ali-Sus	331,865593		424,711076
43	Ali-Sus	136,884833		424,711076

44	Ali-Sus	236,152461		424,711076
45	Ali-Sus	161,12773		424,711076
46	Ali-Sus	226,034932		424,711076
47	Ali-Sus	245,628639		424,711076
48	Ali-Sus	126,212784		424,711076
49	Ali-Sus	171,834751		424,711076
50	Ali-Sus	185,77839		424,711076
51	Ang-Anc	136,149547	2440,00847	1415,70359
52	Ali-Sus	226,897775		393,102112
53	Ali-Ama	142,694203		700,557676
54	Ali-Sus	180,847729		420,334605
55	Ang-Anc	216,793565	3099,6013	1443,6851
56	Ang-Anc	258,255059	4098,4197	1443,6851
57	Ali-Sus	195,566846		414,216153
58	Ali-Sus	168,961852		414,216153
59	F. Línea			

4ª Hipótesis. Rotura de conductores

Apoyo	Tipo	Fases no afectadas			Fases afectadas		
		V	T	L	V	T	L
1	P. Línea	149,262348		2893,32114			
2	Ali-Ama	166,826134			83,413067		2893,32114
3	Ali-Sus	202,63433			101,317165		1431,41319
4	Ali-Sus	238,15048			119,07524		1431,41319
5	Ali-Sus	181,124252			90,5621258		1431,41319
6	Ali-Sus	197,498271			98,7491355		1431,41319
7	Ali-Sus	365,911871			182,955936		1431,41319
8	Ali-Ama	173,290171			86,6450853		2862,82639
9	Ali-Ama	23,0531262			11,5265631		2880,17215

10	Ali-Sus	307,464988			153,732494		1440,08607
11	Ali-Sus	268,592182			134,296091		1440,08607
12	Ang-Anc	139,381974	2037,57881		69,6909871	1018,7894	2688,87234
13	Ali-Sus	272,023578			136,011789		1400,94312
14	Ali-Sus	302,47398			151,23699		1400,94312
15	Ali-Ama	160,991944			80,4959718		2801,88625
16	Ali-Ama	174,508592			87,2542958		2842,02858
17	Ali-Ama	157,977277			96,9871602		2888,91699
18	Ali-Sus	230,908283			115,454141		1444,4585
19	Ali-Sus	294,560424			147,280212		1444,4585
20	Ali-Sus	211,49116			105,74558		1444,4585
21	Ali-Sus	269,402104			134,701052		1444,4585
22	Ali-Sus	193,97432			96,9871602		1444,4585
23	Ali-Ama	173,264797			86,6323983		2888,91699
24	Ali-Sus	195,580567			97,7902835		1437,43718
25	Ali-Sus	264,47529			132,237645		1437,43718
26	Ali-Sus	237,480314			118,740157		1437,43718
27	Ali-Sus	211,884185			105,942092		1437,43718
28	Ali-Sus	184,798227			92,3991133		1437,43718
29	Ali-Sus	240,336853			120,168427		1437,43718
30	Ali-Sus	247,295315			123,647657		1437,43718
31	Ang-Anc	159,192366	409,061955		79,596183	204,530977	2867,87132
32	Ali-Sus	154,150888			77,0754442		1380,88194
33	Ali-Sus	215,564275			107,782138		1380,88194
34	Ali-Sus	171,649892			85,8249458		1380,88194
35	Ali-Sus	224,717969			112,358985		1380,88194
36	Ang-Anc	192,381209	1080,15814		96,1906044	540,07907	2960,55361
37	Ali-Ama	179,40131			89,700658		3010,9726

		7			5		3
38	Ali-Sus	223,236928			111,618464		1311,508
39	Ali-Sus	170,034024			85,0170122		1311,508
40	Ang-Anc	186,507736	680,376708		93,253868	340,188354	2875,93417
41	Ali-Ama	194,371471			97,1857355		2894,5407
42	Ali-Sus	331,865593			165,932796		1415,70359
43	Ali-Sus	136,884833			68,4424165		1415,70359
44	Ali-Sus	236,152461			118,076231		1415,70359
45	Ali-Sus	161,12773			80,5638652		1415,70359
46	Ali-Sus	226,034932			113,017466		1415,70359
47	Ali-Sus	245,628639			122,81432		1415,70359
48	Ali-Sus	126,212784			63,1063918		1415,70359
49	Ali-Sus	171,834751			85,9173754		1415,70359
50	Ali-Sus	185,77839			92,8891952		1415,70359
51	Ang-Anc	136,149547	2440,00847		68,0747736	1220,00423	2533,92357
52	Ali-Sus	226,897775			113,448887		1310,34037
53	Ali-Ama	142,694203			71,3471015		2802,2307
54	Ali-Sus	180,847729			90,4238647		1401,11535
55	Ang-Anc	216,793565	3099,6013		108,396782	1549,80065	2421,5524
56	Ang-Anc	258,255059	4098,4197		129,127529	2049,20985	1987,53449
57	Ali-Sus	195,566846			97,7834231		1380,72051
58	Ali-Sus	168,961852			84,4809261		1380,72051
59	F. Línea						

4.2.2.16 Elección de Apoyos

En este apartado nos dedicaremos a la elección de los apoyos teniendo en cuenta su función y basándonos en la comparación entre los esfuerzos calculados en el apartado 2.2.2.15 y los esfuerzos de catálogo.

Cabe mencionar que en la elección de un apoyo hemos de tener en cuenta el

Decreto Avifauna, el cual exige que tener una separación mínima de 2,4 m entre conductores.

Esta es la distancia de separación entre conductores, es decir, la separación existente entre el primer conductor y el de en medio de la estructura doble circuito. Esta distancia la hallaremos mediante una fórmula que se dará a continuación, para después normalizarla haciendo uso de los catálogos.

Nuestro primer objetivo será por tanto calcular la distancia S_c, que es esencial para saber el centro de gravedad (c.d.g.) de nuestro apoyo.

La ecuación que debemos aplicar para calcular la distancia ínima entre conductores es:

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

En donde:

- D: la distancia mínima entre conductores de fase.

- K: coeficiente que depende de la oscilación de los conductores. Según a tabla que aparece en el apartado 5.4 de la ITC-07 del Reglamento de Alta tensión.

- F: flecha máxima generada por el conductor.

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

- D_{pp}: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de D_{pp} se encuentran en el apartado 5.2 de la ITC-07 del Reglamento de Alta Tensión, en función de la tensión más elevada de la línea.

- K': coeficiente que dependerá de su valor de la tensión 0,85 para líneas de categoría especial y de 0,75 para el resto. Por tanto en nuestro caso valdrá 0,75

El ángulo de oscilación lo hallaremos utilizando la siguiente ecuación:

$$tan\delta = \frac{v + d}{p_{conductor}}$$

Sustituyendo valores:

δ=41,16º

Ángulo de oscilación	Líneas de tensión nominal superior a 30kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30kV
Superior 65°	0,7	0,65
Entre 40° y 65°	0,65	0,6

Inferior 40°	0,6	0,55

Tensión más elevada de la red	Dpp
3,6	0,1
7,2	0,1
12	0,15
17,5	0,2
24	0,25
30	0,33
36	0,4
52	0,7
72,5	0,8
123	1,15
145	1,4
170	1,5
245	2
420	3,2

Una vez hallados los valores anteriores podemos realizar la correcta elección de los apoyos, que como se ha señalado con anterioridad, se centrará en la comparación de esfuerzos calculados en el apartado anterior con los esfuerzos de catálogo.

En las tablas de resultados añadiremos un valor adicional, el porcentaje de utilización del apoyo, cuya ecuación es:

$$U_t(\%) = \frac{(T+L)calculado}{(T+L)catálogo} \cdot 100$$

En nuestro caso, al tener 6 conductores de fase y 1 de tierra habrá que modificar esta ecuación, quedando de la siguiente manera:

$$U_t(\%) = \frac{(T+L)calculado\ de\ fase \cdot 6 + (T+L)calculado\ de\ tierra}{(T+L)catálogo\ de\ fase \cdot 6 + (T+L)catálogo\ \ de\ tierra} \cdot 100$$

Las tablas de resultados del apartado 2.2.2.15.5, serán comparadas con las que a continuación se exponen. Como podemos observar los esfuerzos calculados son menores que los de catálogo, con lo que nos aseguramos la resistencia del apoyo.

Apoyo	Tipo	Referencia	Altura	Separa. Conduc.	Esfuerzo de calculo					Utiliz. apoyo
					Hipótesis	Conductor	Esfuerzos			
							V(daN)	T(daN)	L(daN)	
1	P. Línea	AG-2-4-132	23,66	3,235487	1º VIENTO	FASE	900	315	2410	97,137
						TIERRA	800	345	2893	96,541
					3º DESEQ. TRACC.	FASE				
						TIERRA				
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	900/900		5125	46,282
						TIERRA				
2	Ali-Ama	AG-2-4-132	13,1	3,235487	1º VIENTO	FASE	1150	1280		36,953
						TIERRA	1050	770		50,519
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		593	49,340
						TIERRA	1050		1400	52,285
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1150/1150		3583	66,201
						TIERRA	1050		3250	89,015
3	Ali-Sus	AL-2-4-132	16,65	3,517993	1º VIENTO	FASE	715	595		99,327
						TIERRA	533	419		95,465
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	46,038
						TIERRA	1100		1400	30,642
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	65,93837535
						TIERRA	1100		3210	44,579
4	Ali-Sus	AM-1-4-132	14,43	3,517993	1º VIENTO	FASE	1150	1280		49,296
						TIERRA	1050	770		57,012
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		593	59,527
						TIERRA	1050		1400	30,642

					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	32,849
						TIERRA	1050		3250	44,030
5	Ali-Sus	AL-2-4-132	15,13	3,071876	1º VIENTO	FASE	715	595		71,932
						TIERRA	533	419		93,317
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	36,930
						TIERRA	1100		1400	30,642
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,938
						TIERRA	1100		3210	44,579
6	Ali-Sus	AL-2-4-132	22,23	3,327550	1º VIENTO	FASE	715	595		76,806
						TIERRA	533	419		64,810
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	37,991
						TIERRA	1100		1400	30,642
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,938
						TIERRA	1100		3210	44,579
7	Ali-Sus	AM-1-4-132	26,91	3,662220	1º VIENTO	FASE	1150	1280		52,812
						TIERRA	1050	770		62,987
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		593	59,527
						TIERRA	1050		1400	30,642
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	32,849
						TIERRA	1050		3250	44,030
8	Ali-Ama	AM-1-4-132	37,57	3,497555	1º VIENTO	FASE	1150	1280		67,890
						TIERRA	1050	770		60,129
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		593	64,429
						TIERRA	1050		1400	51,142
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	65,699
						TIERRA	1050		3250	88,061
9	Ali-Ama	AM-1-4-132	12,89	3,244896	1º VIENTO	FASE	1150	1280		40,625
						TIERRA	1050	770		56,623
					3º	FASE	1150		593	42,283

					DESEQ. TRACC.	TIERRA	1050		1400	51,428
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1150/1150		3583	65,978
						TIERRA	1050		3250	88,584
10	Ali-Sus	AL-2-4-132	31,29	3,388241	1º VIENTO	FASE	715	595		67,563
						TIERRA	533	419		86,873
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	43,730
						TIERRA	1100		1400	30,857
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	66,218
						TIERRA	1100		3210	44,828
11	Ali-Sus	AL-2-4-132	28,33	3,611722	1º VIENTO	FASE	715	595		71,932
						TIERRA	533	419		69,327
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	41,796
						TIERRA	1100		1400	30,857
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	66,218
						TIERRA	1100		3210	44,828
12	Ang-Ancl 138	AG-2-4-132	25,7	3,481587	1º VIENTO	FASE	1300	2965		72,344
						TIERRA	1200	2500		69,189
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1300	2100	1646	76,161
						TIERRA	1200	2028	1450	75,074
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1300/1300	2100/1050	4001	63,579
						TIERRA	1200/600	3056/1528	3625	73,447
13	Ali-Sus	AL-2-4-132	15,58	3,404405	1º VIENTO	FASE	715	595		72,268
						TIERRA	533	419		69,852
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	41,609
						TIERRA	1100		1400	27,68
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	64,929
						TIERRA	1100		3210	43,644
14	Ali-Sus	AL-2-4-132	34,5	3,404405	1º VIENTO	FASE	715	595		75,462
						TIERRA	533	419		75

					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	43,356
						TIERRA	1100		1400	28,88
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	64,929
						TIERRA	1100		3210	43,644
15	Ali-Ama	AM-1-3-132	30,41	2,866031	1º VIENTO	FASE	1150	1117		31,407
						TIERRA	1050	750		29,444
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	48,467
						TIERRA	1050		1400	35,142
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1 150		3275	70,778
						TIERRA	1050		3458	63,908
16	Ali-Ama	AM-1-4-132	12,03	3,064271	1º VIENTO	FASE	1150	1280		31,234
						TIERRA	1050	770		31,648
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		586	49,539
						TIERRA	1050		1400	36,122
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1 150		3583	65,364
						TIERRA	1050		3250	68,116
17	Ali-Ama	AM-1-4-132	23,39	3,064271	1º VIENTO	FASE	1150	1280		30,576
						TIERRA	1050	770		30,659
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		592	48,909
						TIERRA	1050		1400	51,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1 150		3583	66,117
						TIERRA	1050		3250	69,023
18	Ali-Sus	AL-2-4-132	11,52	3,365007	1º VIENTO	FASE	715	595		56,488
						TIERRA	533	419		68,172
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		353	39,925
						TIERRA	1100		1400	30,928
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	66,386
						TIERRA	1100		3210	44,984
19	Ali-	AL-2-	19,08	4,010101	1º	FASE	1250	593		50,189

	Sus	5,5-132			VIENTO	TIERRA	1100	534		50,734
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	44,112
						TIERRA	1100		1400	30,928
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	66,386
						TIERRA	1100		3290	43,890
20	Ali-Sus	AL-2-5,5-132	11,24	4,010101	1º VIENTO	FASE	1250	593		43,353
						TIERRA	1100	534		42,717
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	39,252
						TIERRA	1100		1400	25,76
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	66,386
						TIERRA	1100		3290	43,890
21	Ali-Sus	AL-2-4-132	13,21	3,203819	1º VIENTO	FASE	1250	723		38,013
						TIERRA	1100	460		42,756
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	41,806
						TIERRA	1100		1400	30,928
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	66,386
						TIERRA	1100		3210	44,984
22	Ali-Sus	AL-2-4-132	13,76	3,203819	1º VIENTO	FASE	1250	723		35,377
						TIERRA	1100	460		38,653
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	37,819
						TIERRA	1100		1400	30,928
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1 250		1785	66,386
						TIERRA	1100		3210	44,984
23	Ali-Ama	AM-1-4-132	21,68	3,006737	1º VIENTO	FASE	1150	1280		31,358
						TIERRA	1050	770		31,703
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		592	49,712
						TIERRA	1050		1400	51,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1 150		3583	66,117
						TIERRA	1050		3250	69,209

24	Ali-Sus	AL-2-4-132	16,69	3,166276	1º VIENTO	FASE	1250	723		34,820
						TIERRA	1100	460		38,076
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	37,757
						TIERRA	1100		1400	25,08
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	66,162
						TIERRA	1100		3210	44,766
25	Ali-Sus	AM-1-4-132	21,56	3,866280	1º VIENTO	FASE	1150	1280		45,720
						TIERRA	1050	770		40,494
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		354	53,257
						TIERRA	1050		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	32,961
						TIERRA	1050		3250	44,215
26	Ali-Sus	AM-1-4-132	13,64	3,866280	1º VIENTO	FASE	1150	1280		47,983
						TIERRA	1050	770		42,912
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		354	52,194
						TIERRA	1050		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	32,961
						TIERRA	1050		3250	44,215
27	Ali-Sus	AL-2-4-132	15,79	3,635544	1º VIENTO	FASE	1250	723		37,962
						TIERRA	1100	460		41,858
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	38,940
						TIERRA	1100		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	66,162
						TIERRA	1100		3210	44,766
28	Ali-Sus	AM-1-3-132	15,09	2,925565	1º VIENTO	FASE	1150	1117		33,482
						TIERRA	1050	750		44,8
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	61,139
						TIERRA	1050		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU	FASE	1150/1150		3275	36,061
						TIERRA	1050		3458	41,555

					C.					
29	Ali-Sus	AL-2-4-132	18,16	3,481062	1º VIENTO	FASE	1250	723		36,948
						TIERRA	1100	460		41,025
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	40,186
						TIERRA	1100		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	66,162
						TIERRA	1100		3210	44,766
30	Ali-Sus	AL-2-4-132	18,54	3,481062	1º VIENTO	FASE	1250	723		38,824
						TIERRA	1100	460		43,333
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	40,747
						TIERRA	1100		1400	30,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	66,162
						TIERRA	1100		3210	36,218
31	Ang-Ancl 172	AM-1-4-132	15,97	2,793754	1º VIENTO	FASE	602	1044		94,167
						TIERRA	254	726		89,591
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150	506	1210	70,027
						TIERRA	1050	400	1434	68,828
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150	660/330	3360	66,517
						TIERRA	1050/525	583/291	3090	88,946
32	Ali-Sus	AL-2-4-132	16,34	3,115846	1º VIENTO	FASE	1250	723		43,740
						TIERRA	1100	460		31,346
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	42,305
						TIERRA	1100		1400	29,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	64,145
						TIERRA	1100		3210	43,021
33	Ali-Sus	AL-2-4-132	15,32	3,358721	1º VIENTO	FASE	1250	723		36,746
						TIERRA	1100	460		40,576
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	38,255
						TIERRA	1100		1400	29,571
					4º ROTUR	FASE	1250/1250		1785	64,145

					CONDU C.	TIERRA	1100		3210	43,021
34	Ali-Sus	AL-2-4-132	16,7	3,358721	1º VIENTO	FASE	1250	723		33,705
						TIERRA	1100	460		36,474
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	35,763
						TIERRA	1100		1400	29,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	64,145
						TIERRA	1100		3210	43,021
35	Ali-Sus	AM-1-3-132	17,77	2,898866	1º VIENTO	FASE	1150	1117		28,848
						TIERRA	1050	750		31,666
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	35,569
						TIERRA	1050		1400	29,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3275	34,961
						TIERRA	1050		3458	33,118
36	Ang-Ancl 159	AM-2-4-132	21,69	3,721068	1º VIENTO	FASE	341	1423		97,505
						TIERRA	237	1550		97,481
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1100	932	1260	72,964
						TIERRA	1000	1095	1479	77,392
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1100/1100	1224/612	3139	75,200
						TIERRA	289/144	1652/826	3011	88,054
37	Ali-Ama	AM-1-4-132	13,08	3,721068	1º VIENTO	FASE	1150	1280		38,984
						TIERRA	1050	770		53,896
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		610	50,511
						TIERRA	1050		1400	53,785
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	68,015
						TIERRA	1050		3250	72,116
38	Ali-Sus	AM-1-3-132	15,12	2,978341	1º VIENTO	FASE	1150	1117		26,643
						TIERRA	1050	750		29,111
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	34,355
						TIERRA	1050		1400	28,071
					4º	FASE	1150/1		3275	33,343

					ROTUR CONDU C.		150			
						TIERRA	1050		3458	37,912
39	Ali-Sus	AM-1-3-132	12,37	2,978341	1º VIENTO	FASE	1150	1117		26,157
						TIERRA	1050	750		27,944
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	31,868
						TIERRA	1050		1400	22,979
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3275	33,343
						TIERRA	1050		3458	37,912
40	Ang-Ancl 167	AM-1-4-132	17,67	3,240340	1º VIENTO	FASE	1150	1210		55,084
						TIERRA	1050	1065		59,196
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	320	546	1186	98,245
						TIERRA	222	677	1438	98,502
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1100	660/330	3360	72,238
						TIERRA	280/140	1002/501	2895	91,660
41	Ali-Ama	AM-1-4-132	14,8	3,240340	1º VIENTO	FASE	1150	1280		34,197
						TIERRA	1050	770		35,439
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		594	51,032
						TIERRA	1050		1400	37,469
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	66,229
						TIERRA	1050		3250	69,581
42	Ali-Sus	AL-2-4-132	14,73	3,752119	1º VIENTO	FASE	1250	723		45,970
						TIERRA	1100	490		51,635
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	45,545
						TIERRA	1100		1400	30,28
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	44,112
43	Ali-Sus	AM-1-4-132	15,61	3,785839	1º VIENTO	FASE	1150	1280		39,711
						TIERRA	1050	770		31,813
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		355	45,315
						TIERRA	1050		1400	22,938

					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3583	32,598
						TIERRA	1050		3250	43,569
44	Ali-Sus	AL-2-4-132	12,23	3,060874	1º VIENTO	FASE	1250	723		48,707
						TIERRA	1100	460		38,141
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	47,352
						TIERRA	1100		1400	26,44
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	44,112
45	Ali-Sus	AL-2-4-132	12	3,014752	1º VIENTO	FASE	1250	723		29,802
						TIERRA	1100	460		31,794
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	35,202
						TIERRA	1100		1400	23,44
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	34,733
46	Ali-Sus	AL-2-4-132	21,05	3,700056	1º VIENTO	FASE	1250	723		50,988
						TIERRA	1100	460		40,705
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	47,102
						TIERRA	1100		1400	26,04
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	44,112
47	Ali-Sus	AL-2-4-132	19,88	3,700056	1º VIENTO	FASE	1250	723		52,103
						TIERRA	1100	460		42,243
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	48,224
						TIERRA	1100		1400	30,357
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	35,916
48	Ali-Sus	AL-2-4-132	17,8	3,327106	1º VIENTO	FASE	1250	723		44,450
						TIERRA	1100	460		31,794
					3º	FASE	1250		355	41,433

					DESEQ. TRACC.	TIERRA	1100		1400	22,04
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	44,112
49	Ali-Sus	AL-2-4-132	12,4	3,327106	1º VIENTO	FASE	1250	723		44,450
						TIERRA	1100	460		32,435
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	43,676
						TIERRA	1100		1400	23,88
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	65,434
						TIERRA	1100		3210	44,112
50	Ali-Sus	AM-1-3-132	14,64	2,790885	1º VIENTO	FASE	1150	1117		28,111
						TIERRA	1050	750		36,933
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	33,603
						TIERRA	1050		1400	30,357
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1150/1150		3275	35,664
						TIERRA	1050		3458	40,948
51	Ang-Ancl 127	AG-3-4-132	18,24	2,593009	1º VIENTO	FASE	637	2705		95,421
						TIERRA	288	2726		94,956
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1400	2590	1864	62,845
						TIERRA	1300	2445	1450	74,051
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	486/243	2589/1295	2089	87,943
						TIERRA	1300/650	3712/1856	4572	63,689
52	Ali-Sus	AL-2-4-132	22,1	2,896609	1º VIENTO	FASE	1250	723		45,717
						TIERRA	1100	460		34,551
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	45,171
						TIERRA	1100		1400	24,8
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1250/1250		1785	61,120
						TIERRA	1100		3210	40,809
53	Ali-Ama	AM-1-3-132	15,64	2,977459	1º VIENTO	FASE	1150	1117		30,348
						TIERRA	1050	750		28,111

					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	47,541
						TIERRA	1050		1400	34,448
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1150/1150		3275	70,778
						TIERRA	1050		3458	63,731
54	Ali-Sus	AL-2-4-132	12,87	3,139235	1º VIENTO	FASE	1250	723		34,110
						TIERRA	1100	460		37,051
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	36,573
						TIERRA	1100		1400	24,04
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	64,929
						TIERRA	1100		3210	43,644
55	Ang-Ancl 114	AG-4-5,5-132	18,1	3,215138	1º VIENTO	FASE	1400	3440		68,615
						TIERRA	1300	3476		77,324
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1400	2675	2062	66,286
						TIERRA	1300	3120	1450	77,410
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	314/157	2673/1337	1981	97,786
						TIERRA	325/163	4703/2352	2887	79,143
56	Ang-Ancl 87	GCO-40000-21-132	19,23	3,215138	1º VIENTO	FASE	3000	5979,35		45,972
						TIERRA	3000	5979,35		52,052
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	3000	5983,77	2088,68	44,506
						TIERRA	3000	6506,67	1565,78	48,426
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	3000/3000	3644,67/2776,1	2613,5	79,895
						TIERRA	3000/3000	5389,65/2270,8	3118,85	76,359
57	Ali-Sus	AL-2-4-132	13,61	3,230389	1º VIENTO	FASE	1250	723		34,262
						TIERRA	1100	460		37,435
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1250		355	37,009
						TIERRA	1100		1400	29,571
					4º ROTUR CONDU C.	FASE	1250/1250		1785	64,089
						TIERRA	1100		3210	43,021

58	Ali-Sus	AM-1-3-132	14,4	2,940443	1º VIENTO	FASE	1150	1117		26,466
						TIERRA	1050	750		28,333
					3º DESEQ. TRACC.	FASE	1150		579	32,677
						TIERRA	1050		1400	23,795
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	1150/1150		3275	34,931
						TIERRA	1050		3458	39,936
59	F. Línea	AG-1-4-132	15,6	2,622103	1º VIENTO	FASE	900	234	2318	97,727
						TIERRA	800	295	2761	95,680
					3º DESEQ. TRACC.	FASE				
						TIERRA				
					4º ROTUR CONDUC.	FASE	900/900		3917	49,927
						TIERRA				

4.2.2.17 Cadena de aisladores.

En el presente apartado detallaremos los tipos de cadena empleados en nuestra línea eléctrica.

4.2.2.17.1 Nivel de aislamiento.

El nivel de aislamiento nos ayuda a tomar una elección correcta de la cadena a emplear. Los datos de los que este cálculo depende serán facilitados por el fabricante.

$$Nivel\ aislamiento = \frac{Longitud\ cadena\ de\ fuga}{Tensión\ máxima\ de\ línea} \cdot 100$$

Una vez calculado el nivel de aislamiento nos meteremos de lleno en los cálculos mecánicos. Igual que en el caso anterior, los datos son facilitados por el fabricante, salvo la tensión máxima, que la hemos calculados en el apartado 2.2.2.8 “Cálculo de la tensión máxima admisible”.

Para poder realizar los cálculos mecánicos se deben hallar dos coeficientes, que serán comparados con los máximos recogidos en el Reglamento de Alta Tensión, mediante las expresiones que se muestran a continuación:

$$Coeficiente\ normal = \frac{Carga\ de\ rotura}{peso}$$

$$Coeficiente\ anormal = \frac{Carga\ de\ rotura}{Tensión\ máxima}$$

4.2.2.17.2 Tabla de resultados

Apoyo	Tipo	Cadena adoptada	Calc. Eléctrico		Calculo Mecánico				
			Nivel aislamiento		Datos para cálculo			Coef. Seguridad	
			Apoyo cm/kV	Calculado cm/kV	C. Rotura (daN)	Pesos (daN)	T. Máxima (daN)	C. Normal	C. Anormal
1	P. Línea	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	195	2372	43,5897	3,583473
2	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	267	2372	31,8352	3,583473
3	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	385	2354	19,4805	3,186066
4	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	420	2354	17,8571	3,186066
5	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	239	2354	31,3807	3,186066
6	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	256	2354	29,2968	3,186066
7	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	537	2354	13,9664	3,186066
8	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	1,8	2,17	8500	534	2354	15,9176	3,610875
9	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	146	2364	58,2191	3,595600
10	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	346	2364	21,6763	3,172588
11	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	315	2364	23,8095	3,172588
12	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	246	2364	34,5528	3,595600
13	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	319	2318	23,5109	3,235547
14	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-	1,8	2,17	7500	347	2318	21,6138	3,235547

		SIM-VID							
15	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	259	2318	32,8185	3,666954
16	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	274	2342	31,0218	3,629376
17	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	260	2369	32,6923	3,588011
18	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	285	2369	26,3157	3,165892
19	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	353	2369	21,2464	3,165892
20	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	275	2369	27,2727	3,165892
21	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	316	2369	23,7341	3,165892
22	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	252	2369	29,7619	3,165892
23	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	274	2369	31,0218	3,588011
24	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	251	2361	29,8804	3,176620
25	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	447	2361	16,7785	3,176620
26	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	431	2361	17,4013	3,176620
27	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	270	2361	27,7777	3,176620
28	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	236	2361	31,779	3,176620
29	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	291	2361	25,7731	3,176620
30	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	300	2361	25	3,176620
31	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	1,8	2,17	8500	508	2361	16,7322	3,600169
32	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	336	2289	22,3214	3,276539

33	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	271	2289	27,6752	3,276539
34	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	231	2289	32,4675	3,276539
35	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	272	2289	27,5735	3,276539
36	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	297	2437	28,6195	3,487894
37	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	280	2437	30,3571	3,487894
38	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	266	2184	28,1954	3,434065
39	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	223	2184	33,6322	3,434065
40	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	284	2373	29,9295	3,581963
41	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	297	2373	28,6195	3,581963
42	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	381	2336	19,6850	3,210616
43	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	332	2336	22,5903	3,210616
44	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	410	2336	18,2926	3,210616
45	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	215	2336	34,8837	3,210616
46	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	406	2336	18,4729	3,210616
47	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	424	2336	17,6886	3,210616
48	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	315	2336	23,8095	3,210616
49	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	351	2336	21,3675	3,210616
50	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	231	2336	32,4675	3,210616
51	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-	1,8	2,17	8500	486	2336	17,4897	3,63869

		DOB-VID							
52	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1,8	2,17	7500	398	2181	18,8442	3,438789
53	Ali-Ama	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	242	2318	35,1239	3,666954
54	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	239	2318	31,3807	3,235547
55	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	314	2369	27,0700	3,588011
56	Ang-Anc	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	352	2369	24,1477	3,588011
57	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	251	2289	29,8804	3,276539
58	Ali-Sus	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1,8	2,17	7500	222	2289	33,7837	3,276539
59	F. Línea	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1,8	2,17	8500	116	2289	73,2758	3,713411

4.2.2.18 Cálculo de cimentaciones.

Los apoyos se fijan al terreno mediante una cimentación de hormigón en masa en la cual se empotra una parte del apoyo.

Una vez efectuada la excavación se echa en el fondo de la misma una capa de hormigón de limpieza de 20 cm de espesor, colocándose sobre ésta el apoyo para un hormigonado completo posterior.

Haremos distinción entre dos tipos de cimentación: monobloque y fraccionada o por patas. Ambas serán de sección cuadrada.

4.2.2.18.1 Cálculo de apoyos con cimentación monobloque.

Para el cálculo de esta modalidad de cimentación hemos de verificar la siguiente ecuación:

$$M_{VC} + MM_{VV} \leq {}^{M_{ABS}}/_{1,5}$$

En donde:

- M_{VC}: Momento de vuelco producido por los conductores [daN·m].
- Mvv: Momento de vuelco debido al viento sobre la estructura. [daN·m].

- MABS: Momento estabilizador absorbido por la cimentación.

Ecuaciones de cada uno de los momentos que intervienen en el cálculo de la cimentación monobloque:

$$M_{VC} = \left(H_{RC} + \frac{2}{3} \cdot h\right) \cdot E_{CAT} \cdot n$$

Aunque en nuestro caso, al tener 6 conductores de fase (doble circuito) y 1 de tierra, la ecuación que emplearemos será la siguiente:

$$M_{VC} = \left(H_{RC} + \frac{2}{3} \cdot h\right) \cdot \left(E_{CAT\ fase} \cdot 6 + E_{CAT\ tierra}\right)$$

En donde:

- MVC: Momento de vuelco debido a la acción del tiro de conductores en daN·m.
- ECAT: Esfuerzo de catálogo de la hipótesis mayor [daN]
- HRC: Altura de la resultante de conductores.
- n: nº de fases.
- h: altura del bloque de hormigón.

$$M_{VV} = \left(\frac{H_{cog}}{2}\right) \cdot (E_{Hielo} - E_{Viento}) \cdot n$$

En donde:

- MVV: Momento del vuelco debido a la acción del viento sobre la superficie del apoyo en daN·m.
- EViento: Esfuerzo de catálogo producido por el viento sobre la superficie del apoyo en daN.
- EHielo: Esfuerzo de catálogo para la hipótesis de hielo.
- Hcog: altura de la cogolla, es decir, la altura desde el suelo hasta el punto más alto del apoyo.
- n: número de fases.

En esta ecuación volvemos a utilizar el método empleado en el cálculo del M_{VC} para tener en cuenta los 6 conductores de fase y el conductor de tierra de nuestra línea.

El momento de vuelo debido al viento sobre la estructura sólo se calculará cuando la hipótesis mayor para el cálculo de apoyos sea la correspondiente al viento o al viento + hielo. Si la hipótesis mayor fuese la de hielo, nos eximiremos de calcular este momento.

El momento estabilizador del cimiento estará formado por dos componentes: la primera es la debida al empotramiento lateral del macizo en el terreno y la segunda es la que ofrece la reacción del terreno debido al peso del macizo de cimentación, apoyos, cables y cadenas de aisladores con sus herrajes correspondientes.

Estos dos momentos dan lugar al momento estabilizador absorbido por la cimentación según la ecuación:

$$M_{ABS} = 139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4 + a^3 \cdot (h + 0{,}2) \cdot R_H \cdot \left(0{,}5 - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{1{,}1 \cdot h}{C_2 \cdot a \cdot 10}}\right)$$

En donde:

- MABS: Momento de estabilizador que absorbe la cimentación [daN·m].
- a: Lado de la cimentación [m].
- RH: resistencia a compresión del hormigón [daN·m]. En nuestro caso tendrá un valor de 2200 daN·m.
- h: altura de la cimentación sin considerar los 0,2 m del lecho de hormigón. Esta altura dependerá del tipo de terreno, es decir, de C2.
- C2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad [daN/cm2].

Tras aplicar estas ecuaciones, pueden plantearse dos casos:

a) Si cumple la ecuación:

$$M_{VC} + MM_{VV} \leq {}^{M_{ABS}}/_{1{,}5}$$

deberemos preguntarnos si hemos hormigonado en exceso. Para averiguarlo, iremos bajando el valor de “h” poco a poco y comprobar a su vez si la cimentación sigue aguantando. El valor de “a” será inamovible sin cimentación.

b) Si la ecuación no cumpliese, aumentamos poco a poco hasta que cumpla. Igual que en el caso a) el valor de “a” permanecerá invariable.

Como ejemplo de cálculo de cimentación monobloque realizaremos los cálculos pertinentes del apoyo 3.

Mvc = (23,03+2,91*2/3)*3998 = 99830,06 daNm

Mvv = ((23,0333-2)/2+2,91*2/3)*1553 = 19342,615 daNm

Mabs = 139*8^2*2*2,91^4+2^2*2*(2,91+0,2)*2200*(0,5-2/3*$\sqrt[2]{\frac{1,1*2,91}{8*10*2}}$) = 1298048,14 daNm

99830,06+19342,615 < 1298048,14/1,5

Por lo que la cimentación para este apoyo tendrá unos valores de h=2,91 m y a=2 m.

4.2.2.18.2 Cálculo de cimentaciones fraccionadas.

La cimentación fraccionada se caracteriza por requerir la excavación de una cueva. La cueva se realizará a mano ya que actualmente no existe máquina alguna capaz de hacerla.

Para el cálculo de este tipo de cimentación recurriremos al método del arrastre de las tierras. Según este método tendremos que comprobar dos fenómenos:

a) Coeficiente de seguridad a flexión:

$$C_{SF} = \frac{P_M + V_T + R_Z}{\frac{E_T}{2} \cdot \frac{H_P}{D_{BASE}}} \geq 1,5$$

b) Coeficiente de seguridad a compresión:

$$C_{SC} = \frac{P_M + {P_A}/{4} + {E_T}/{4}}{10000 \cdot S_{BASE}} \leq C_2$$

En donde:

- PM: peso del macizo de hormigón [Kg]
- VT: volumen de las tierras [Kg]
- RZ: rozamiento de las tierras [Kg]
- PA: peso del armado de acero [Kg]

- DBASE: distancia entre bases [m]
- SBASE: superficie de la base [cm2]
- C2: coeficiente de compresibilidad del terreno [daN/cm2]

Las cimentaciones fraccionadas pueden ser de dos tipos: con la mena cilíndrica o con la mena cuadrada. En nuestro caso optaremos por la mena cuadrada sin cueva, la cual tiene las siguientes ecuaciones:

$$P_M = \left[B^2 \cdot (H-h) + \frac{B^2 + A^2}{2}\right] \cdot P_H$$

$$V_T = \left[\frac{1}{3} \cdot (H-h) + (C^2 + A^2 + C \cdot A) - B^2(H-h)\right] \cdot \partial$$

$$R_Z = \partial \cdot 4 \cdot B \cdot H^2 \cdot tan\, {}^{45}/_{2}$$

$$S_{BASE} = A^2$$

En donde:

- C: ángulo normal de arrastre. C=tan30 (H-h)+A
- δ: densidad de la tierra, en este caso será de 1600 kg/m3
- A, B, h, H: valores de la mena cuadrada sin cueva

Para que nuestra cimentación fraccionada cumpla se han de verificar ambos coeficientes de seguridad; el de flexión y el de compresión.

Si no cumpliésemos con el coeficiente de flexión aumentaremos la altura del macizo “(H-h)”.

Si en su lugar el coeficiente que no cumple es el de compresión, hemos de aumentar el área “S_{BASE}”.

Como ejemplo del cálculo de cimentación fraccionada realizaremos el apoyo 1 de nuestra línea:

c = 2*tan (20)*2,6+1,5 = 3,392

P_M = 2,35^2*(2,95+0,2)*2200 = 38270,925 daN

V_T = ((3,392^2+2,35^2+3,392*2,35)*2,95/3-2,35^2*2,95)*1600/3 = 4425,135 daN

R_T = 1600*2,35*2,95^2*4*tan (45/2)=54214,59 daNm

M_V = 63187,097 daNm

P_{apoyo} = 6689 daN

S_{BASE} = 55225 m^2

Realizaremos la comprobación a compresión:

C_{sc} = (38270,925+6689/4+63187,097/4)/55225 = 1,01

C_{sc} = 1,01 ≤ 2 CUMPLE

4.2.2.18.3 Tablas de resultados

Cimentación monobloque

Apoyo	Tipo	Características de los apoyos			Viento sobre apoyos	
		Esfuerzo útil (daN)	Altura sobre el terreno			
			Cogolla (m)	Resultante conductor (m)	Esfuerzo (daN)	Altura (m)
3	Ali-Sus	3998	27,03	23,03	1553	12,44
5	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99
6	Ali-Sus	4798	30,46	26,46	1833	14,07
10	Ali-Sus	4798	41,46	37,46	2916	19,69
11	Ali-Sus	4798	37,46	33,46	2464	17,65
13	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99
14	Ali-Sus	4798	45,46	41,46	3316	21,73
18	Ali-Sus	4798	21,46	17,46	1076	9,44
19	Ali-Sus	4092	30,46	24,96	1553	12,49
20	Ali-Sus	4129	24,46	18,96	1076	9,4
21	Ali-Sus	4798	21,46	17,46	1076	9,44
22	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99
24	Ali-Sus	4798	27,46	23,46	1553	12,53

27	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99
29	Ali-Sus	4798	27,46	23,46	1553	12,53
30	Ali-Sus	4798	27,46	23,46	1553	12,53
32	Ali-Sus	3676	27,03	23,03	1553	12,4
33	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99
34	Ali-Sus	4798	27,46	23,46	1553	12,53
42	Ali-Sus	4785	24,46	20,46	1307	10,99
44	Ali-Sus	3769	21,03	17,03	1076	9,31
45	Ali-Sus	4798	21,46	17,46	1076	9,44
46	Ali-Sus	4042	30,03	26,03	1833	13,99
47	Ali-Sus	4067	30,03	26,03	1833	13,99
48	Ali-Sus	3845	27,03	23,03	1553	12,42
49	Ali-Sus	3677	21,03	17,03	1076	9,31
52	Ali-Sus	3659	33,03	29,03	1937	15,47
54	Ali-Sus	4798	21,46	17,46	1076	9,44
57	Ali-Sus	4798	24,46	20,46	1307	10,99

Apoyo	Tipo	Momento de vuelco			
		Conductor (daNm)	Viento sobre apoyos (daNm)	Total (daNm)	Total absorbido (daNm)
3	Ali-Sus	99830,06	19342,615	119172,675	1298048,14
5	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8
6	Ali-Sus	136902,9333	26117,195	163020,1283	1783687,87
10	Ali-Sus	190256,6933	57352,86	247609,5533	2665926,98
11	Ali-Sus	170840,7867	43592,26667	214433,0533	2307510,17
13	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8
14	Ali-Sus	209608,6267	71714,02667	281322,6533	3005293,29
18	Ali-Sus	93081,2	10517,9	103599,1	1157587,43
19	Ali-Sus	110265,76	20913,73333	131179,4933	1425747,25
20	Ali-Sus	86130,94	11281,86	97412,8	1066021,41
21	Ali-Sus	93081,2	10517,9	103599,1	1157587,43

22	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8
24	Ali-Sus	122317,0133	19821,45667	142138,47	1562735,59
27	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8
29	Ali-Sus	122317,0133	19821,45667	142138,47	1562735,59
30	Ali-Sus	122317,0133	19821,45667	142138,47	1562735,59
32	Ali-Sus	91642,68	19280,495	110923,175	1195657,98
33	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8
34	Ali-Sus	122317,0133	19821,45667	142138,47	1562735,59
42	Ali-Sus	107407,3	14732,06833	122139,3683	1344912,8
44	Ali-Sus	71020,52333	10155,64667	81176,17	881356,919
45	Ali-Sus	93081,2	10523,28	103604,48	1150935,62
46	Ali-Sus	113243,3667	25564,24	138807,6067	1507029,03
47	Ali-Sus	113943,7833	25564,24	139508,0233	1507029,03
48	Ali-Sus	95932,75	19311,555	115244,305	1246056,33
49	Ali-Sus	69262,42333	10148,47333	79410,89667	868637,188
52	Ali-Sus	113416,8033	29774,91833	143191,7217	1526748,22
54	Ali-Sus	93081,2	10523,28	103604,48	1150935,62
57	Ali-Sus	107699,1067	14732,06833	122431,175	1344912,8

Apoyo	Tipo	Cimentación				
		Lado A (m)	Lado B (m)	Altura (m)	Volúmenes	
					Excavación (m^2)	Hormigón (m^2)
3	Ali-Sus	2	2	2,91	11,64	12,44
5	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
6	Ali-Sus	2,11	2,11	3,11	13,846031	14,736451
10	Ali-Sus	2,51	2,51	3,29	20,727329	21,987349
11	Ali-Sus	2,37	2,37	3,22	18,086418	19,209798
13	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
14	Ali-Sus	2,66	2,66	3,34	23,632504	25,047624
18	Ali-Sus	1,79	1,79	2,91	9,323931	9,964751
19	Ali-Sus	2	2	2,98	11,92	12,72

20	Ali-Sus	1,79	1,79	2,85	9,131685	9,772505
21	Ali-Sus	1,79	1,79	2,91	9,323931	9,964751
22	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
24	Ali-Sus	2	2	3,05	12,2	13
27	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
29	Ali-Sus	2	2	3,05	12,2	13
30	Ali-Sus	2	2	3,05	12,2	13
32	Ali-Sus	2	2	2,85	11,4	12,2
33	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
34	Ali-Sus	2	2	3,05	12,2	13
42	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278
44	Ali-Sus	1,78	1,78	2,72	8,618048	9,251728
45	Ali-Sus	1,78	1,78	2,91	9,220044	9,853724
46	Ali-Sus	2,11	2,11	2,98	13,267258	14,157678
47	Ali-Sus	2,11	2,11	2,98	13,267258	14,157678
48	Ali-Sus	2	2	2,88	11,52	12,32
49	Ali-Sus	1,78	1,78	2,71	8,586364	9,220044
52	Ali-Sus	2,22	2,22	2,95	14,53878	15,52446
54	Ali-Sus	1,78	1,78	2,91	9,220044	9,853724
57	Ali-Sus	1,89	1,89	2,98	10,644858	11,359278

Cimentación fraccionada

Apoyo	Tipo	Patas a flexión				
		Peso macizo hormigón (daN)	Volumen de las tierras (daN)	Rozamiento de las tierras (daNm)	Coef. seguridad	Momento de vuelco (daNm)
1	P. Línea	38270,925	4425,135222	54214,59064	1,560174559	63187,09677
2	Ali-Ama	13860	5592,431013	26880,80334	1,216145487	38685,94249
4	Ali-Sus	14232,064	5567,957689	27239,21406	1,197669721	39945,89235
7	Ali-Sus	16770,6	5390,854415	29568,88368	1,253695468	42406,89981
8	Ali-	17802,4	5314,417771	30464,91046	1,289466475	43030,37677

	Ama					
9	Ali-Ama	13860	5592,431013	26880,80334	1,215859312	38695,04792
12	Ang-Anc	39536,64	4221,614061	54247,68796	1,179343291	84692
15	Ali-Ama	13365	5377,337513	24852,81374	1,348385886	33315,50095
16	Ali-Ama	13860	5592,431013	26880,80334	1,215859312	38695,04792
17	Ali-Ama	15183,784	5503,538823	28135,24083	1,213100269	41122,58065
23	Ali-Ama	15183,784	5503,538823	28135,24083	1,213100269	41122,58065
25	Ali-Sus	15183,784	5503,538823	28135,24083	1,267534298	39356,57895
26	Ali-Sus	14232,064	5567,957689	27239,21406	1,197669721	39945,89235
28	Ali-Sus	11513,04	5418,519086	22642,59668	1,306710102	30848,58357
31	Ang-Anc	14232,064	5567,957689	27239,21406	1,362508775	35113,15789
35	Ali-Sus	12011,7426	5388,650466	23127,79518	1,310229116	31589,84772
36	Ang-Anc	17696,448	5448,346078	31275,5761	1,094991083	50732,25806
37	Ali-Ama	13860	5592,431013	26880,80334	1,216527262	38673,80192
38	Ali-Sus	11513,04	5418,519086	22642,59668	1,306332221	30857,50708
39	Ali-Sus	11024,9106	5446,806906	22157,39818	1,31532117	29864,46701
40	Ang-Anc	14232,064	5567,957689	27239,21406	1,22735056	38979,88669
41	Ali-Ama	13860	5592,431013	26880,80334	1,199249429	38688,97764
43	Ali-Sus	14232,064	5567,957689	27239,21406	1,197576299	39949,0085
50	Ali-Sus	11513,04	5418,519086	22642,59668	1,306584117	30851,55807
51	Ang-Anc	47593,26	3768,588805	63624,39612	1,200017479	97141,49746
53	Ali-Ama	11513,04	5418,519086	22642,59668	1,307088201	30839,66006
55	Ang-Anc	54108,054	3232,907621	69548,90927	1,160061527	110950,2538
56	Ang-Anc	70307,6	2898,376134	99633,93618	1,33163995	130988,8325
58	Ali-Sus	11513,04	5418,519086	22642,59668	1,306584117	30851,55807
59	F. Línea	34220,032	4678,340251	49939,97295	1,574103733	57237,39377

Apoyo	Tipo	Patas a compresión			
		Peso apoyo (daN)	Esfuerzo (daN)	Superficie base (m^2)	Coef. compresibilidad
1	P. Línea	6689	19588	55225	1,009324567
2	Ali-Ama	2858	12746	22500	1,077599361
4	Ali-Sus	3211	12819	23104	1,082985071
7	Ali-Sus	5740	12819	27225	1,058120292
8	Ali-Ama	7618	12749	28900	1,054134747
9	Ali-Ama	2858	12749	22500	1,077700532
12	Ang-Anc	7500	25954	57600	1,086538889
15	Ali-Ama	5308	10367	22500	1,023150011
16	Ali-Ama	2858	12749	22500	1,077700532
17	Ali-Ama	4253	12748	24649	1,076217257
23	Ali-Ama	4253	12748	24649	1,076217257
25	Ali-Sus	4253	12819	24649	1,058305762
26	Ali-Sus	3211	12819	23104	1,082985071
28	Ali-Sus	2944	10371	19600	1,018427852
31	Ang-Anc	3211	12130	23104	1,030691805
35	Ali-Sus	3447	10372	20449	1,015744268
36	Ang-Anc	4524	15727	28224	1,116443896
37	Ali-Ama	2858	12742	22500	1,077464466
38	Ali-Sus	2944	10374	19600	1,018541672
39	Ali-Sus	2609	13074	18769	1,019941252
40	Ang-Anc	3211	12509	23104	1,072532275
41	Ali-Ama	258	12747	22500	1,048744196
43	Ali-Sus	3211	12820	23104	1,08301879
50	Ali-Sus	2944	10372	19600	1,018465792
51	Ang-Anc	6341	30619	66564	1,103657899
53	Ali-Ama	2944	10368	19600	1,018314031
55	Ang-Anc	7277	32992	74529	1,122581377
56	Ang-Anc	6360,2	40320	123847,73	0,844947728

58	Ali-Sus	2944	10372	19600	1,018465792
59	F. Línea	5037	18368	50176	0,992279784

Apoyo	Tipo	Cimentación				
		Cuadrada sin cueva			Volúmenes	
		Lado A (m)	Lado B (m)	Altura (m)	Excavación (m^2)	Hormigón (m^2)
1	P. Línea	2,35	2,35	2,95	65,1655	69,5835
2	Ali-Ama	1,5	1,5	2,6	23,4	25,2
4	Ali-Sus	1,52	1,52	2,6	24,02816	25,87648
7	Ali-Sus	1,65	1,65	2,6	28,314	30,492
8	Ali-Ama	1,7	1,7	2,6	30,056	32,368
9	Ali-Ama	1,5	1,5	2,6	23,4	25,2
12	Ang-Anc	2,4	2,4	2,92	67,2768	71,8848
15	Ali-Ama	1,5	1,5	2,5	22,5	24,3
16	Ali-Ama	1,5	1,5	2,6	23,4	25,2
17	Ali-Ama	1,57	1,57	2,6	25,63496	27,60688
23	Ali-Ama	1,57	1,57	2,6	25,63496	27,60688
25	Ali-Sus	1,57	1,57	2,6	25,63496	27,60688
26	Ali-Sus	1,52	1,52	2,6	24,02816	25,87648
28	Ali-Sus	1,4	1,4	2,47	19,3648	20,9328
31	Ang-Anc	1,52	1,52	2,6	24,02816	25,87648
35	Ali-Sus	1,43	1,43	2,47	20,203612	21,839532
36	Ang-Anc	1,68	1,68	2,65	29,91744	32,17536
37	Ali-Ama	1,5	1,5	2,6	23,4	25,2
38	Ali-Sus	1,4	1,4	2,47	19,3648	20,9328
39	Ali-Sus	1,37	1,37	2,47	18,543772	20,045292
40	Ang-Anc	1,52	1,52	2,6	24,02816	25,87648
41	Ali-Ama	1,5	1,5	2,6	23,4	25,2
43	Ali-Sus	1,52	1,52	2,6	24,02816	25,87648
50	Ali-Sus	1,4	1,4	2,47	19,3648	20,9328
51	Ang-Anc	2,58	2,58	3,05	81,20808	86,5332

53	Ali-Ama	1,4	1,4	2,47	19,3648	20,9328
55	Ang-Anc	2,73	2,73	3,1	92,41596	98,37828
56	Ang-Anc	2,9	2,9	3,6	121,104	127,832
58	Ali-Sus	1,4	1,4	2,47	19,3648	20,9328
59	F. Línea	2,24	2,24	2,9	58,20416	62,21824

4.2.2.19 Otras medidas de interés.

Esta sección sirve para definir algunas medidas, tales como la longitud del cable y el peso, también se reflejará la ecuación del cálculo del volumen de excavación para el cimentado, puesto que los resultados han sido mostrados en la tabla de resultados del punto 2.2.2.18.3. Estas medidas nos serán útiles para el posterior presupuesto, ya que fijaremos la cantidad exacta de conductor que necesitaremos para nuestra instalación.

A continuación se muestra las ecuaciones utilizadas junto con la tabla de resultados obtenida:

$$Volumen\ de\ excavación = \sum A^2 \cdot h$$

$$Volumen\ de\ hormigonado = \sum (h + 0{,}2) \cdot A \cdot B$$

$$Longitud\ del\ Conductor = \sum_{i=1}^{n} a_1 + \frac{a_i^3 \cdot p^2}{24 \cdot T_i^2}$$

$$Peso\ del\ Conductor = L_{Cond} \cdot p$$

Conviene mencionar que las fórmulas del volumen de excavación y de hormigonado son las empleadas en la cimentación monobloque. En el caso de la cimentación por patas, las ecuaciones serán las mismas pero multiplicadas por 4, por tener 4 patas dicha cimentación.

4.2.3 Puesta a tierra de la instalación

En el cálculo de puestas a tierra usaremos el método Unesa de las tierras. Para la puesta a tierra de los apoyos de nuestra instalación aérea distinguiremos entre dos tipos de apoyos: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados. Los primeros serán los que reciben la presencia de personas regularmente y los segundos, los que no.

La puesta a tierra de los apoyos no frecuentados se hará mediante un electrodo, el cual será una pica de acero galvanizada (AC-CU de 2 metros de longitud y 14,3mm de diámetro), enterrada a una profundidad mínima de 50cm, conectada al apoyo mediante conductor de cobre desnudo de

1*50 mm2 de sección, pasando el conductor embutido, en su paso por el interior del hormigón de la cimentación, en un tubo de PVC flexible de 32mm.

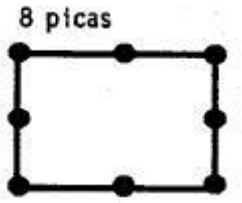
Para los apoyos frecuentados realizaremos los cálculos pertinentes para comprobar si podemos realizar la puesta a tierra con un electrodo formado por una agrupación de picas. En caso de no poder realizarse la puesta a tierra con la agrupación de picas, optaremos por aplicar una medida correctora. Esta medida se trata del mallazo electrosoldado. Así pues, para controlar la tensión de contacto se colocará una losa de hormigón de un espesor de 20 cm como mínimo. En el interior de esta losa se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción con redondos de diámetro superior a 4 mm. Este mallazo se conectará a la puesta a tierra del apoyo al menos en 2 puntos preferentemente opuestos y quedará recubierto por una capa de hormigón superior a 10 cm.

Con esta medida se consigue que el individuo que deba acceder a una parte que pueda ponerse en tensión, esté situada sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo a la tensión de contacto y de paso interior.

A continuación expondremos el método de cálculo para los apoyos frecuentados, ya que en los no frecuentados no será necesario realizar ningún tipo de cálculo. Los apoyos considerados como frecuentados en nuestra instalación son los apoyos número 1, 3, 5, 11, 12, 20, 43, 49, 58, 59. Como resistividad del terreno elegiremos un valor de 300 Ωcm.

4.2.3.1 Elección del electrodo

En primer lugar elegiremos la configuración del electrodo que emplearemos para la puesta a tierra. En nuestro caso hemos elegido la configuración de 8 picas dispuestas como en la figura, de 8 metros de longitud cada pica.



En función de la cimentación tendremos unos coeficientes Kr, Kp y Kc que nos servirán para el cálculo.

Apoyo	Tipo	Cimentación	Kr	Kp	Kc
1	F	2,35	0,054	0,0106	0,0164
3	M	2	0,054	0,0106	0,0164
5	M	2	0,054	0,0106	0,0164
11	M	2,37	0,054	0,0106	0,0164

12	F	2,4	0,054	0,0106	0,0164
20	M	1,78	0,056	0,011	0,0173
43	F	1,52	0,056	0,011	0,0173
49	M	1,78	0,056	0,011	0,0173
58	F	1,4	0,056	0,011	0,0173
59	F	2,24	0,054	0,0106	0,0164

4.2.3.2 Intensidad de defecto. Coeficiente reductor

Primero calcularemos la intensidad de defecto I_d, la cual tiene una ecuación:

$$I_D = \frac{U_N/\sqrt{3}}{\sqrt{X_N^2 + (R_T + R_N)^2}}$$

en donde:

Rt = ρ·Kr

UN = tensión nominal, en nuestro caso 66 KV.

XN = 20Ω

RN = 40 Ω

Esta intensidad de defecto se ve afectada por un coeficiente reductor cuya ecuación es:

$$r = 1 - \frac{Z_{ML-EW}}{Z_{EW-E}}$$

En donde:

$$Z_{ML-EW} = \frac{\omega \cdot \mu_0}{\delta} + j\frac{\omega \cdot \mu_0}{2\pi} \cdot ln\left(\frac{\delta}{DMG}\right)$$

$$Z_{EW-E} = R_q + \frac{\omega \cdot \mu_0}{\delta} + j\frac{\omega \cdot \mu_0}{2\pi} \cdot \left[ln\left(\frac{\delta}{DMG}\right) + \frac{\mu_r}{4}\right]$$

Rq = radio del cable de tierra

ω=pulsación=2πf

μ0 = 4π10-7

μr=75

$$\delta = 1{,}85/\sqrt{(\omega \cdot \mu_0)}/\ \rho$$

Si realizamos los pertinentes cálculos obtenemos que el coeficiente reductor tiene un valor de 0,98406149. En la siguiente tabla vemos las distintas intensidades de defecto, que varían en función del lado de la cimentación del apoyo frecuentado.

Apoyo	Rt	Id
1	0,00018059	1704,106518
3	0,00018059	1704,106518
5	0,00018059	1704,106518
11	0,00018059	1704,106518
12	0,00018059	1704,106518
20	0,00018728	1704,10629
43	0,00018728	1704,10629
49	0,00018728	1704,10629
58	0,00018728	1704,10629
59	0,00018059	1704,106518

4.2.3.3 Tensiones transferidas por el apoyo

Habrá tres tensiones transferidas por el apoyo: la de contacto (U'c), la de paso (U'p) y la acceso (U'pacc), las cuales habrá que comparar con las tensiones reglamentarias que calcularemos en el siguiente apartado. Si alguna de las tres tensiones fuera mayor que las tensiones reglamentarias optaremos por adoptar la medida correctora ya mencionada, el mallazo electrosoldado. Las ecuaciones de estas tensiones son las siguientes:

$$U'_C = K_C \cdot I_d \cdot \rho$$

$$U'_p = K_p \cdot I_d \cdot \rho$$

$$U'_{pacc} = K_{pacc} \cdot I_d \cdot \rho$$

También calcularemos la tensión de defecto máxima de cada apoyo cuya ecuación es:

$$U_d = I_d \cdot R_T$$

Apoyo	U'c	U'p	U'pacc	Ud
1	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606
3	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606
5	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606
11	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606
12	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606
20	6134,78264	3885,36234	6134,78264	319,137327
43	6134,78264	3885,36234	6134,78264	319,137327
49	6134,78264	3885,36234	6134,78264	319,137327
58	6134,78264	3885,36234	6134,78264	319,137327
59	6134,78346	3885,36286	6134,78346	307,739606

4.2.3.4 Tensiones reglamentarias

Estas son las tensiones con las que hemos de comparar las tensiones transferidas por el apoyo. Se llaman igual y se designan de forma similar salvo que sin la comilla. Las ecuaciones son:

$$U_C = U_{CA}\left(1 + \frac{R_M + 1{,}5 \cdot \rho}{Z_B}\right)$$

$$U_P = U_{PA}\left(1 + \frac{2R_M + 1{,}5 \cdot \rho}{Z_B}\right)$$

$$U_{PACCESO} = U_{CA}\left(1 + \frac{3\rho + 3\rho h}{Z_B}\right)$$

En donde:

U_{CA} = 107V

R_M = 1000Ω

Z_B = 1000 Ω

U_{PA} = 10 ·U_{CA}

ρ_H = 3000 Ω

Resultando:

Uc	Up	Upacc
262,15	5136	1166,3

Como podemos observar la tensión de contacto no cumple en ninguno de los casos por lo que hemos de aplicar el mallazo electrosoldado en todos los apoyos frecuentados.

4.3 DECRETO 178-2006

CONSEJERIA DE LA PRESIDENCIA DECRETO 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

La Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la Flora y la Fauna Silvestres, define las pautas de protección de las especies silvestres y sus hábitats, estableciendo a su vez los medios necesarios para su conservación y recuperación, con especial referencia a las amenazadas. En su artículo 22.1 dispone que los órganos competentes en la materia promoverán el establecimiento de las normas técnicas ambientales necesarias, aplicables a las actuaciones o infraestructuras, para minimizar su previsible impacto sobre las especies silvestres y sus hábitats.

Comprobada la eficacia de las medidas correctoras previstas en el Decreto 194/1990, de 19 de junio, que estableció una serie de medidas tendentes a eliminar, o al menos minimizar, los impactos negativos que las instalaciones de transformación, transporte y distribución de energía eléctrica tienen sobre la avifauna en el ámbito los espacios incluidos en el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y, constatado el hecho de que parte de las áreas de nidificación y campeo de las aves amenazadas se encuentran fuera de los espacios naturales protegidos, se hace necesario ampliar la obligatoriedad de las medidas de protección que deben cumplir las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica, a todo el ámbito de Andalucía.

Por otro lado, las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica deben ajustarse a lo establecido en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, de regulación del Sector Eléctrico y en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. El artículo 36 de la Ley 54/1997 establece que los solicitantes de autorizaciones para instalaciones de transporte de energía eléctrica deberán acreditar suficientemente entre otros extremos, las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones y el adecuado cumplimiento de las condiciones de protección del medio ambiente. Por su parte, el artículo 51 de la citada Ley establece que las normas técnicas de seguridad y calidad industriales, de acuerdo con lo previsto en la Ley 21/1992, de 6 de julio, de Industria, también tendrán por objeto proteger el medio ambiente.

La Constitución Española en su artículo 149.1.23.º, atribuye al Estado la competencia para dictar la legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección y el Estatuto de Autonomía de Andalucía, en su artículo 15.1.7.º, atribuye a nuestra Comunidad Autónoma, en el marco de la regulación general del Estado, el desarrollo legislativo y la ejecución de materia de

medio ambiente.

En su virtud, de conformidad con el artículo 26.5 de la Ley del Gobierno y la Administración de la Comunidad Autónoma de Andalucía, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo22.1 de Ley 8/2003, de 28 de octubre, a propuesta de los titulares de las Consejerías de Innovación, Ciencia y Empresa y de Medio Ambiente, de acuerdo con el Consejo Consultivo y previa deliberación del Consejo de Gobierno en su reunión del día 10 de octubre de 2006.

Artículo 1. Objeto.

Es objeto del presente Decreto el establecimiento de las condiciones técnicas ambientales exigibles a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión, que discurran por el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, con el fin de minimizar los riesgos de mortalidad de la avifauna por electrocución y colisión con las mismas.

Artículo 2. Definiciones.

1. A los efectos de este Decreto, se establecen las siguientes definiciones:

a) Aislador: Elemento aislante que soporta los conductores de la línea eléctrica en los apoyos de la misma, impidiendo el flujo de energía desde los conductores hacia el apoyo, manteniendo éste sin tensión.

b) Aislador suspendido: Aislador que cuelga de la cruceta con su eje en posición vertical y el conductor se encuentra en la parte inferior del mismo.

c) Apoyo o poste: Estructura de metal, madera, hormigón, u otros, que soporta los conductores en un tendido eléctrico y que está formada por el fuste, el armado, los aisladores, los conductores y los hilos de tierra.

d) Apoyo de alineación: El que sirve solamente para sostener los conductores y cables de tierra, debiéndose ser empleado únicamente en alineaciones rectas.

e) Apoyo de anclaje: El que debe proporcionar puntos firmes en la línea que limiten la propagación en la misma de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.

f) Apoyo de ángulo: El que se utiliza para sostener los conductores y cables de tierra en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones.

g) Apoyo de fin de línea: El que debe resistir en sentido longitudinal de la línea la solicitación de todos los conductores y cables de tierra.

h) Apoyo de derivación: Apoyo especial que sirve para derivar de una línea una o más líneas.

i) Bóveda: Uno de los tipos posibles de disposición de la cruceta o armado en un apoyo. En él se mantienen las puntas de la cruceta a menor altura que la parte central.

j) Cable de tierra aéreo: Conductor puesto a tierra intencionalmente en uno o todos los apoyos de una línea aérea, que generalmente se encuentra instalado por encima de los conductores de una línea aérea.

k) Conductor: Parte de un cable que tiene la función específica de conducir la corriente.

l) Cruceta o armado: Soporte de un apoyo en que se fijan los aisladores.

m) Instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión: Se definen como tendidos eléctricos de corriente alterna trifásica a 50 Hz de frecuencia, cuya tensión nominal eficaz entre fases sea igual o superior a 1 KV.

n) Puente: Unión de conductores que asegura la continuidad eléctrica de los mismos, con una resistencia mecánica reducida.

o) Salvapájaros o señalizadores: Dispositivo externo que se fija a los cables para su visualización a distancia por las aves.

p) Seccionador: Aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierto asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas de aislamiento.

q) Transformador: Máquina que transforma un sistema de corrientes en alta tensión en otro en baja tensión.

r) Tresbolillo: Uno de los tipos posibles de disposición del armado en un apoyo. En él, los aisladores se fijan alternativamente a uno y otro lado del apoyo.

2. Las definiciones anteriores o cualquier otra que sea necesaria para la aplicación de este Decreto se interpretarán de acuerdo con las definiciones propias de los reglamentos de seguridad aplicables a líneas aéreas y centros de transformación.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

1. Las medidas antielectrocución establecidas en el presente Decreto serán de aplicación a las instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión en los siguientes casos:

a) A las de nueva construcción, así como a las ampliaciones o modificaciones de las existentes que requieran autorización administrativa.

b) A las instalaciones existentes que discurran por zonas de especial protección para las aves y por zonas de especial conservación definidas en el artículo 2.1.d) de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección.

2. Las medidas anticolisión establecidas en el presente Decreto serán de aplicación a las instalaciones aéreas de alta tensión, existentes o de nueva construcción, que discurran por las zonas

de especial protección para las aves, calificadas por su importancia para la avutarda y el sisón, y a aquellas que discurran, dentro de un radio de dos kilómetros, alrededor de las líneas de máxima crecida de los humedales incluidos en el inventario de humedales de Andalucía.

Artículo 4. Medidas antielectrocución.

Las instalaciones eléctricas a que se refiere el presente Decreto, sin perjuicio de la normativa técnica y de seguridad que en cada caso les sea aplicable, deberán cumplir las siguientes medidas antielectrocución:

a) Las líneas se habrán de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose la disposición horizontal de los mismos, excepto los apoyos de ángulo, anclaje y fin de línea.

b) Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, de derivación, anclaje, fin de línea, se diseñarán de forma que no se sobrepase con elementos en tensión las crucetas no auxiliares de los apoyos. En su defecto se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión mediante dispositivos de probada eficacia.

c) La unión entre los apoyos y los transformadores o seccionadores situados en tierra, que se encuentren dentro de casetillas de obra o valladas, se hará con cable seco o trenzado.

d) Los apoyos de alineación tendrán que cumplir las siguientes distancias mínimas accesibles de seguridad: entre la zona de posada y elementos en tensión la distancia de seguridad será de 0,75 m, y entre conductores de 1,5 m. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento efectivo y permanente de las zonas de tensión.

e) En el caso de armado tresbolillo, la distancia entre la cruceta inferior y el conductor superior del mismo lado o del correspondiente puente flojo no será inferior a 1,5 metros, a menos que el conductor o el puente flojo esté aislado.

f) Para crucetas o armados tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del poste y el conductor central no será inferior a 0,88 metros, a menos que se aísle el conductor central 1 metro a cada lado del punto de enganche.

g) Los apoyos de anclaje, ángulo, derivación, fin de línea y, en general, aquellos con cadena de aisladores horizontal, deberán tener una distancia mínima accesible de

seguridad entre la zona de posada y los elementos en tensión de 1 metro. Esta distancia de seguridad podrá conseguirse aumentando la separación entre los elementos, o bien mediante el aislamiento de las zonas de tensión.

h) Se instalarán preferentemente apoyos tipo tresbolillo frente a cualquier otro tipo de poste en líneas aéreas con conductor desnudo para tensiones nominales iguales o inferiores a 36 KV.

Artículo 5. Medidas anticolisión.

1. Las instalaciones eléctricas a las que se refiere este Decreto, estarán dotadas de salvapájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aéreo se colocarán los salvapájaros en uno de los cables superiores.

2. Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente cada 10 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.

3. Se podrá prescindir de la colocación de salvapájaros en los cables de tierra cuando lleven adosado un cable de fibra óptica o similar, siempre que su sección no sea inferior a 20 mm.

Artículo 6. Nidificación en postes.

1. No podrán realizarse trabajos de mantenimiento en las instalaciones eléctricas que afecten a apoyos que soporten nidos de especies incluidas en el catálogo andaluz de especies amenazadas durante la época de reproducción y crianza, excepto que concurra alguna de las circunstancias previstas en el artículo 9 de la Ley 8/2003, de 28 de octubre, en cuyo caso y por la persona titular de la Delegación Provincial en materia de medio ambiente se podrá otorgar la autorización a que se refiere el artículo 10 de la mencionada Ley.

2. No obstante y cuando de forma urgente se deba actuar para garantizar la calidad o continuidad del suministro eléctrico, y no pudiera obtenerse la previa autorización a que se refiere el apartado anterior, la persona titular de la línea eléctrica podrá realizar las labores de mantenimiento necesarias dando cuenta a la Delegación Provincial en materia de medio ambiente en el plazo de diez días.

3. Para prevenir el riesgo de incendios, las afecciones al suministro eléctrico o la seguridad de las personas, la persona titular de la Delegación Provincial en materia de medio ambiente, podrá autorizar la retirada de los materiales utilizados para la construcción de nidos, cuando aun no haya comenzado la puesta o una vez finalizada la época de reproducción y crianza. Esta autorización podrá condicionarse a la construcción de plataformas portanidos.

4. Los titulares de líneas eléctricas de alta tensión podrán adoptar medidas antinidificación compatibles con la conservación de las aves.

Artículo 7. Contenido de los proyectos.

Los proyectos de instalaciones eléctricas afectadas por este Decreto incluirán, además de lo preceptuado en la normativa sectorial vigente en materia de autorización de instalaciones de energía eléctrica, un apartado específico donde se aporte información relativa a su adecuación a las condiciones técnico-ambientales establecidas en la presente norma, y en particular, sobre los siguientes aspectos:

a) Tipos de apoyos y armados a instalar.

b) Características de los sistemas de aislamientos.

c) Descripción de la instalación de los seccionadores, transformadores e interruptores con corte en intemperie.

d) En su caso, características de los dispositivos salvapájaros

e) a instalar y su ubicación.

Artículo 8. Régimen sancionador.

Las disposiciones contenidas en este Decreto tienen el carácter de normas técnicas de seguridad industrial a los efectos de lo previsto en los artículos 36.2, 40.1 y 51 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y en el artículo 12 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y su incumplimiento será sancionado de acuerdo con lo establecido en las citadas normas legales. Disposición transitoria primera. Adaptación de instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión existentes a la entrada en vigor del presente Decreto. En virtud de lo dispuesto en la Disposición transitoria novena de la Ley 8/2003, de 28 de octubre, las instalaciones de alta tensión en uso que, a la entrada en vigor del presente Decreto, contravengan las previsiones contenidas en el mismo deberán adaptarse en el plazo máximo de cinco años.

Disposición transitoria segunda. Aplicación de las medidas.

Hasta tanto se declaren las zonas especiales de conservación a que se refiere el artículo 2.1.d) de la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, las medidas establecidas en este Decreto serán de aplicación en las zonas designadas como lugares de interés comunitario (LIC).

Disposición derogatoria única. Derogación de normas.

Quedan derogadas cuantas normas de igual o inferior rango se opongan a lo dispuesto en el presente Decreto y en particular el Decreto 194/1990, de 19 de junio, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión con conductores no aislados.

Disposición final primera. Habilitación para el desarrollo.

Se autoriza a las personas que sean titulares de las Consejerías competentes en materia de industria y medio ambiente para dictar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones que sean necesarias para el desarrollo y ejecución del presente Decreto.

Disposición final segunda. Adaptación de las prescripciones técnicas.

Se faculta a las personas que sean titulares de las Consejerías competentes en materia de industria y medio ambiente para que, mediante orden conjunta, y a la vista de los avances técnicos y los conocimientos logrados en la materia, adapten las prescripciones técnicas contenidas en los artículos 4 y 5 del presente Decreto.

Disposición final tercera. Entrada en vigor.

El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía.

4.4 REGLAMENTO DE CENTROS Y ALTA TENSIÓN

REGLAMENTO DE CENTROS

Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación B.O.E. Nº 288 publicado el 01/12/82. Corrección de errores: BOE Nº 15 de 18/1/83

Orden de 6 de julio de 1984, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación B.O.E. Nº 183 publicado el 01/8/84.

Resolución de 9 de marzo de 1995 de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se reconoce la certificación de conformidad a normas que otorga el derecho de uso de la marca AENOR "N" de producto certificado, como garantía de cumplimiento de las exigencias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Trasnformación, en los relativo a los transformadores trifásicos para

distribución en baja tensión, de 25 a 2500 KVA, 50 Hz B.O.E. Nº 74 publicado el 28/3/95.

REGLAMENTO ALTA TENSIÓN

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. B.O.E. Nº 068 publicado el 19/3/08.

Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. B.O.E. Nº 125 publicado el 22/5/10. Corrección de errores: BOE Nº 149 de 19/6/10

Corrección de errores del Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio B.O.E. Nº 149 publicado el 19/6/10.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Planos

5. PLANOS

5.1 Plano Planta-Perfil longitudinal (I)
5.2 Plano Planta-Perfil longitudinal (II)
5.3 Plano Planta-Perfil longitudinal (III)
5.4 Plano Planta-Perfil longitudinal (IV)
5.5 Plano Planta-Perfil longitudinal (V)
5.6 Plano Planta-Perfil longitudinal (VI)
5.7 Plano Planta-Perfil longitudinal (VII)
5.8 Plano Planta-Perfil longitudinal (VIII)
5.9 Plano Planta-Perfil longitudinal (IX)
5.10 Plano Planta-Perfil longitudinal (X)
5.11 Plano Planta-Perfil longitudinal (XI)
5.12 Plano Planta-Perfil longitudinal (XII)
5.13 Plano Planta-Perfil longitudinal (XIII)
5.14 Plano planta digital
5.15 Plano situación Guadame
5.16 Plano situación Andújar
5.17 Mallazo electrosoldado
5.18 Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-SIM-VID
5.19 Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-SIM-VID
5.20 Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-DOB-VID
5.21 Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-DOB-VID

Para mayor facilidad, se van a añadir todos los planos al final del actual documento

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Pliego de condiciones

6. PLIEGO DE CONDICIONES

6.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. OBJETO 208
2. CAMPO DE APLICACIÓN 208
3. DISPOSICIONES GENERALES 208
   3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES 208
   3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO 209
   3.3 SEGURIDAD PÚBLICA 209
4. ORGANIZACION DEL TRABAJO 209
   4.1 DATOS DE LA OBRA 210
   4.2 REPLANTEO DE LA OBRA 210
   4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO 210
   4.4 RECEPCION DEL MATERIAL 210
   4.5 ORGANIZACIÓN 211
   4.6 EJECUCION DE LAS OBRAS 211
   4.7 UBCONTRATACION DE OBRAS 212
   4.8 PLAZO DE EJECUCION 212
   4.9 RECEPCION PROVISIONAL 212
   4.10 PERIODOS DE GARANTIA 213
   4.11 RECEPCION DEFINITIVA 213
   4.12 PAGO DE OBRAS 213
   4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS 214
5. DISPOSICION FINAL 214

CONDICIONES GENERALES

1. OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de alta tensión, centros de transformación prefabricados y redes subterráneas de baja tensión.

3. DISPOSICIONES GENERALES

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 lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

3.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
d) Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
e) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

f) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado ”f“ del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

4. ORGANIZACION 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:

4.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos 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, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

4.2 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 en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

4.3 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.

4.4 RECEPCION 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.

4.5 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 de 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.

4.6 EJECUCION DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este 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, sin prejuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

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.

4.7 UBCONTRATACION DE 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:

a) Que se dé 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 aquél lo autorice previamente.

b) 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 Contratista 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 obligación respecto al Contratante.

4.8 PLAZO DE EJECUCION

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.

4.9 RECEPCION 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 la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada 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 recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detallados 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 cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

4.10 PERIODOS DE GARANTIA

El periodo de garantía será el 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.

4.11 RECEPCION 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.

4.12 PAGO DE OBRAS

El pago de 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, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

4.13 ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca 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 que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

5. DISPOSICION FINAL

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

6.2 PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS

1. CONDUCTORES 216
2. EMPALMES Y CONEXIONES 216
3. CABLES DE TIERRA 217
4. HERRAJES 217
5. AISLADORES 217
6. APOYOS 217
   6.1 APOYOS METÁLICOS 217
   6.2 APOYOS DE HORMIGÓN 218
   6.3 APOYOS DE MADERA 218
   6.4 TIRANTES 219
   6.5 CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA 219
   6.6 NUMERACIÓN Y AVISOS DE PELIGRO 220
7. CIMENTACIONES 220
8. DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES 220
   8.1 DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO DE LÍNEAS 220
   8.2 SECCIONADORES O DESCONECTADORES 220
   8.3 INTERRUPTORES 221
   8.4 PROTECCIONES 221

CONDICIONES PARA EL MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES DESNUDOS

1. CONDUCTORES

Los conductores podrán ser de cualquier material metálico o combinación de éstos que permitan construir alambres o cables de características eléctricas y mecánicas adecuadas para su fin e inalterables con el tiempo, debiendo presentar, además, una resistencia elevada a la corrosión atmosférica.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm².

Para los demás metales, no se emplearán conductores de menos de 350 kg de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

2. EMPALMES Y CONEXIONES

Cuando en una línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm de diámetro, 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 90 por 100 de la carga 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 bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Para conductores de alambre de 6 mm o menos de diámetro, se podrá realizar el empalme por simple retorcimiento de los hilos.

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

Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

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 horizontales 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.

3. CABLES DE TIERRA

Cuando se empleen cables de tierra para la protección de la línea, se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y el conductor, no exceda de 35º.

Los conductores y empalmes reunirán las mismas condiciones explicadas en los apartados anteriores.

Cuando para el cable de tierra se utilice cable de acero galvanizado, la sección nominal mínima que deberá emplearse será de 50 mm² para las líneas de 1ª categoría y 22 mm² para las demás.

Los cables de tierra, cuando se empleen para la protección de la línea, deberán estar conectados en cada apoyo directamente al mismo, si se trata de apoyos metálicos, o a las armaduras metálicas de fijación de los aisladores, en el caso de apoyos de madera u hormigón.

4. HERRAJES

Los herrajes serán de diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica y deberán ser prácticamente inalterables a la acción corrosiva de la atmósfera, muy particularmente en los casos que fueran de temerse efectos electrolíticos.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el cable del 90 por 100 la carga de rotura del mismo, sin que se produzca un deslizamiento.

5. AISLADORES

Los aisladores utilizados en las líneas a que se refiere este Reglamento podrán ser de porcelana, vidrio u otro material de características adecuadas a su función.

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

6. APOYOS

6.1 APOYOS METÁLICOS

En los apoyos de acero, así como en elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a cuatro milímetros. Cuando los perfiles fueran

galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a tres milímetros. Análogamente, en construcción remachada o atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos ni remaches de un diámetro inferior a 12 mm.

En los perfiles metálicos enterrados sin recubrimiento de hormigón se cuidará especialmente su protección contra la oxidación, empleando agentes protectores adecuados, como galvanizado, soluciones bituminosas, brea de alquitrán, etc.

Se emplea la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

6.2 APOYOS DE HORMIGÓN

En todos los tipos prefabricados (centrifugados, vibrados, pretensados, etc.) debe prestarse especial atención al grueso de recubrimiento de hormigón sobre las armaduras, en evitación de grietas longitudinales, y como garantía de la impermeabilidad.

Se debe prestar también particular atención a todas las fases de manipulación en el transporte y montaje, empleando los medios apropiados para evitar el deterioro del poste.

Se recomienda limitar la utilización de apoyos moldeados en obra a casos especiales, en los cuales deben arbitrarse los medios necesarios para poder controlar adecuadamente la calidad de su fabricación.

Cuando se empleen apoyos de hormigón, en suelos o aguas que sean agresivos al mismo, deberán tomarse las medidas necesarias para su protección.

6.3 APOYOS DE MADERA

En líneas con postes de madera, se emplearán principalmente el castaño y la acacia entre las especies frondosas y el pino silvestre, pino laricio, pino pinaster y abeto, entre las especies coníferas.

Las especies coníferas deberán ser tratadas mediante un procedimiento de preservación eficaz, que evite su putrefacción.

Las especies de crecimiento rápido, como el pino insignis y el eucalipto no serán aceptables sino en instalaciones provisionales para una duración no superior a dos años.

La madera de los postes deberá tener la fibra recta, ser sana, debidamente descortezada y seca, y no presentará grietas longitudinales o radicales, nudos viciosos, torceduras excesivas, ni indicios de ataque.

El extremo superior deberá tallarse en cono o cuña para dificultar la penetración del agua de lluvia.

El diámetro mínimo de los postes será de 11 cm. en su extremo superior en las especies coníferas, valor que podrá reducirse a 9 cm. para el castaño.

6.4 TIRANTES

Los tirantes o vientos deberán ser varillas o cables metálicos, que en caso se ser acero, deberán estar galvanizados a fuego.

No se utilizarán tirantes definitivos cuya carga de rotura sea inferior a 1.750 kg ni cables formados por alambres de menos de 2 mm de diámetro. En la parte enterrada en el suelo se recomienda emplear varillas galvanizadas de no menos de 12 mm de diámetro.

Se prohíbe la fijación de los tirantes a los soportes de aisladores rígidos o a los herrajes de las cadenas de aisladores.

Los tirantes estarán provistos de las mordazas o tensores adecuados para poder regular su tensión, sin recurrir a la torsión de los alambre, lo que queda prohibido.

En los lugares frecuentados, los tirantes deben estar convenientemente protegidos hasta una altura de 2 m. sobre el terreno.

6.5 CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos y de hormigón armado, así como las armaduras metálicas de los de madera en líneas de primera categoría, cuando formen puente conductor entre los puntos de fijación de los herrajes de los diversos aisladores.

La puesta a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- Conectando a tierra la armadura de hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que más adelante se exigen para los conductores de conexión a tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

Los conductores de conexión a tierra podrán ser de cualquier material metálico que reúna las condiciones exigidas en el apartado de conductores. Tendrán una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea.

En ningún caso la sección de estos conductores será inferior a la eléctricamente equivalente a 16 mmR de cobre.

Se cuidará la protección de los conductores de conexión a tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

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

6.6 NUMERACIÓN Y AVISOS DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número que le corresponda, de acuerdo al criterio de comienzo y fin de línea que se haya fijado en el proyecto, de tal manera que las cifras sean legibles desde el suelo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de peligro en todos los apoyos. Esta recomendación será preceptiva para líneas de primera categoría y en general para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

7. CIMENTACIONES

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado, acero o madera.

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos y aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero o madera se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

8. DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

8.1 DERIVACIONES, SECCIONAMIENTO DE LÍNEAS

Las derivaciones de líneas se efectuarán siempre en un apoyo.

Como norma general, deberá instalarse un seccionamiento en el arranque de la línea derivada.

8.2 SECCIONADORES O DESCONECTADORES

En el caso en que se instalen seccionadores en el arranque de las derivaciones, la línea derivada deberá ser seccionada sin carga o, a lo sumo, con la correspondiente a la de vacío de los transformadores a ella conectados, siempre que la capacidad total de los mismos no exceda de 500 kVA.

Sin embargo, previa la justificación de características, podrán utilizarse los denominados seccionadores bajo carga.

Los desconectadores tipo intemperie estarán situados a una altura del suelo superior a cinco metros, inaccesibles en condiciones ordinarias, con su accionamiento dispuesto de forma que no pueda ser maniobrado más que por el personal de servicio, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad.

Las características de los desconectadores serán las adecuadas a la tensión e intensidad máxima del circuito en donde han de establecerse y sus contactos estarán dimensionados para una intensidad mínima de paso de 200 amperios.

8.3 INTERRUPTORES

En el caso en que por razones de explotación del sistema fuera aconsejable la instalación de un interruptor automático en el arranque de la derivación, su instalación y características estarán de acuerdo con lo dispuesto para estos aparatos en el Reglamento Técnico correspondiente.

8.4 PROTECCIONES

En todos los puntos extremos de las líneas eléctricas, sea cual sea su categoría, por los cuales pueda influir energía eléctrica en dirección a la línea, se deberán disponer protecciones contra cortocircuitos o defectos en línea, eficaces y adecuadas.

En los finales de líneas eléctricas y sus derivaciones sin retorno posible de energía eléctrica hacia la línea se dispondrán las protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones necesarias de acuerdo con la instalación receptora.

El accionamiento automático de los interruptores podrá ser realizado por relés directos solamente en líneas de tercera categoría.

Se prestará especial atención en el proyecto del conjunto de las protecciones a la reducción al mínimo de los tiempos de eliminación de las faltas a tierra, para la mayor seguridad de las personas y cosas, teniendo en cuenta la disposición del neutro de la red puesto a tierra, aislado o conectado a través de una impedancia elevada.

6.3 PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA 224
2. ZANJAS 224
2.1 ZANJAS EN TIERRA 224
2.1.1 Ejecución 224
2.1.2 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución 227
2.1.2.1 Zanja normal para media tensión 227
2.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios 227
2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal 228
2.2 ZANJAS EN ROCA 228
2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES 228
2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS 229
2.5 REPOSICION DE PAVIMENTOS 229
3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS) 229
3.1 MATERIALES 229
3.2 DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION 230
3.3 CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES 231
4. TENDIDO DE CABLES 232
4.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA 232
4.1.1 Manejo y preparación de bobinas 233
4.1.2 Tendido de cables 233
4.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES 235
4.2.1 Tendido de cables en tubulares 235
4.2.2 Tendido de cables en galería 235
5. MONTAJES 236
5.1. EMPALMES 236
5.2. BOTELLAS TERMINALES 236
5.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR 236
5.4. HERRAJES Y CONEXIONES 237
5.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS 237
5.5.1 Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón 237
5.5.2 Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo 237

6. VARIOS 237

6.1 COLOCACIÓN DE CABLES EN TUBOS Y ENGRAPADO EN COLUMNA (ENTRONQUES AÉREO-SUBTERRÁNEOS PARA M.T.) 237

7. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES 238

CONDICIONES PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN CON CONDUCTORES AISLADOS

1. PREPARACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

2. ZANJAS

2.1 ZANJAS EN TIERRA

2.1.1 Ejecución

Su ejecución comprende:

a) Apertura de las zanjas.
b) Suministro y colocación de protección de arena.

c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.
d) Colocación de la cinta de Atención al cable.
e) Tapado y apisonado de las zanjas.
f) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

A) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

B) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

C) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin cálices ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

D) Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

E) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

F) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

G) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

2.1.2 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución

2.1.2.1 Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25 cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.

d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

2.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

2.2 ZANJAS EN ROCA

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

2.3 ZANJAS ANORMALES Y ESPECIALES

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

2.4 ROTURA DE PAVIMENTOS

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

2.5 REPOSICION DE PAVIMENTOS

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3. CRUCES (CABLES ENTUBADOS)

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

a) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
b) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
c) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
d) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

3.1 MATERIALES

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

   Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silícea, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

   Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

3.2 DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES DE EJECUCION

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.
Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se echa previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable queda situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

3.3 CARACTERISTICAS PARTICULARES DE EJECUCION DE CRUZAMIENTO Y PARALELISMO CON DETERMINADO TIPO DE INSTALACIONES

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m. y a

una profundidad mínima de 1,30 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de una conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 3 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre el cable de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m. El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada un protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en los cables interurbanos o a 0,30 m. en los cables urbanos.

4. TENDIDO DE CABLES

4.1 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA ABIERTA

4.1.1 Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

4.1.2 Tendido de cables

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurran paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

4.2 TENDIDO DE CABLES EN GALERIA O TUBULARES

4.2.1 Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

4.2.2 Tendido de cables en galería

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

5. MONTAJES

5.1. EMPALMES

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de un deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

5.2. BOTELLAS TERMINALES

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

5.3. AUTOVALVULAS Y SECCIONADOR

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ohm.

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

5.4. HERRAJES Y CONEXIONES

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

5.5. COLOCACION DE SOPORTES Y PALOMILLAS

5.5.1 Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

5.5.2 Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

6. VARIOS

6.1 COLOCACIÓN DE CABLES EN TUBOS Y ENGRAPADO EN COLUMNA (ENTRONQUES AÉREO-SUBTERRÁNEOS PARA M.T.)

Los tubos serán de poliéster y se colocarán de forma que no dañen a los cables y queden fijos a la columna, poste u obra de fábrica, sin molestar el tránsito normal de la zona, con 0,50 m. aproximadamente bajo el nivel del terreno, y 2,50 m. sobre él. Cada cable unipolar de M.T. pasará por un tubo.

El engrapado del cable se hará en tramos de uno o dos metros, de forma que se repartan los esfuerzos sin dañar el aislamiento del cable.

El taponado del tubo será hermético y se hará con un capuchón de protección de neopreno o en su defecto, con cinta adhesiva o de relleno, pasta que cumpla su misión de taponar, no ataque el aislamiento del cable y no se estropee o resquebraje con el tiempo para los cables con aislamiento seco. Los de aislamiento de papel se taponarán con un rollo de cinta Tupir adaptado a los diámetros del cable y del tubo.

7. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Mediciones

7. MEDICIONES 241
7.1 APOYOS 241
7.2 LÍNEA HEXAFÁSICA 241
7.3 CADENA DE AISLADORES 242
7.4 CIMENTACIÓN Y EXCAVACION 242
7.5 ARMADOS 242
7.6 TOMA DE TIERRA 242

7. MEDICIONES

7.1 APOYOS

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
PS01	AG-1-4-132kV de 18 m de altura	Ud	1
PS02	AG-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	1
PS03	AG-2-4-132kV de 27 m de altura	Ud	1
PS04	AG-3-4-132kV de 21 m de altura	Ud	1
PS05	AG-4-5,5-132kV de 21 m de altura	Ud	1
PS06	AL-2-4-132kV de 15 m de altura	Ud	6
PS07	AL-2-4-132kV de 18 m de altura	Ud	7
PS08	AL-2-4-132kV de 21 m de altura	Ud	7
PS09	AL-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	3
PS10	AL-2-4-132kV de 27 m de altura	Ud	1
PS11	AL-2-4-132kV de 31 m de altura	Ud	1
PS12	AL-2-4-132kV de 35 m de altura	Ud	1
PS13	AL-2-4-132kV de 39 m de altura	Ud	1
PS14	AL-2-5,5-132kV de 15 m de altura	Ud	1
PS15	AL-2-5,5-132kV de 21 m de altura	Ud	1
PS16	AM-1-3-132kV de 15 m de altura	Ud	1
PS17	AM-1-3-132kV de 18 m de altura	Ud	5
PS18	AM-1-3-132kV de 21 m de altura	Ud	1
PS19	AM-1-3-132kV de 31 m de altura	Ud	1
PS20	AM-1-4-132kV de 15 m de altura	Ud	5
PS21	AM-1-4-132kV de 18 m de altura	Ud	5
PS22	AM-1-4-132kV de 24 m de altura	Ud	3
PS23	AM-1-4-132kV de 31 m de altura	Ud	1
PS24	AM-1-4-132kV de 39 m de altura	Ud	1
PS25	AM-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	1
PS26	GCO-40000-132kV	Ud	1

7.2 LÍNEA HEXAFÁSICA

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
C1	Conductor de fase LA-180 Hawk	Kg	79159,46
C2	Conductor tierra fibra óptica OPGW-48	Kg	8435,0253

7.3 CADENA DE AISLADORES

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
CA1	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	Ud	3
CA2	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	Ud	27
CA3	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	Ud	16
CA4	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	Ud	13

7.4 CIMENTACIÓN Y EXCAVACION

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
CI1	Excavación para cimentación de apoyos	m^3	79159,46
CI2	Hormigonado para cimentación de apoyos	m^3	8435,0253

7.5 ARMADOS

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
AR1	Armado de Doble Circuito DC1-30	Ud	9
AR2	Armado de Doble Circuito DC1-40	Ud	47
AR3	Armado de Doble Circuito DC1-55	Ud	3

7.6 TOMA DE TIERRA

Designación	Descripción	Unidad	Cantidad
T1	Toma de tierra apoyos no frecuentados	Ud	49
T2	Toma de tierra apoyos frecuentados	Ud	10

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Presupuesto

8. PRESUPUESTO 245
8.1 CUADRO DE PRECIOS SIMPLES 245
8.2 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS 246
8.2.1 APOYOS 246
8.2.2 LINEA HEXAFÁSICA AEREA 254
8.2.3 CADENA DE AISLADORES 255
8.2.4 CIMENTACION Y EXCAVACION 256
8.2.5 ARMADOS 257
8.2.6 TOMAS DE TIERRA 258
8.3 PRESUPUESTO DE EJECUCION DE MATERIAL 259
8.4 PRESUPUESTO TOTAL 260

8. PRESUPUESTO

8.1 CUADRO DE PRECIOS SIMPLES

Designación	Descripción	Unidad	Precio
PS01	AG-1-4-132kV de 18 m de altura	Ud	11821,53061
PS02	AG-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	15698,67347
PS03	AG-2-4-132kV de 27 m de altura	Ud	17602,04082
PS04	AG-3-4-132kV de 21 m de altura	Ud	14881,93878
PS05	AG-4-5,5-132kV de 21 m de altura	Ud	17078,67347
PS06	AL-2-4-132kV de 15 m de altura	Ud	6265,2
PS07	AL-2-4-132kV de 18 m de altura	Ud	6989,7
PS08	AL-2-4-132kV de 21 m de altura	Ud	8001,7
PS09	AL-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	9092,67449
PS10	AL-2-4-132kV de 27 m de altura	Ud	9505,9
PS11	AL-2-4-132kV de 31 m de altura	Ud	11573,6
PS12	AL-2-4-132kV de 35 m de altura	Ud	13195,1
PS13	AL-2-4-132kV de 39 m de altura	Ud	14639,5
PS14	AL-2-5,5-132kV de 15 m de altura	Ud	6265,2
PS15	AL-2-5,5-132kV de 21 m de altura	Ud	8001,7
PS16	AM-1-3-132kV de 15 m de altura	Ud	6123,163265
PS17	AM-1-3-132kV de 18 m de altura	Ud	6909,387755
PS18	AM-1-3-132kV de 21 m de altura	Ud	8089,897959
PS19	AM-1-3-132kV de 31 m de altura	Ud	12457,55102
PS20	AM-1-4-132kV de 15 m de altura	Ud	6707,55102
PS21	AM-1-4-132kV de 18 m de altura	Ud	7536,020408
PS22	AM-1-4-132kV de 24 m de altura	Ud	9981,530612
PS23	AM-1-4-132kV de 31 m de altura	Ud	13471,42857
PS24	AM-1-4-132kV de 39 m de altura	Ud	17878,97959
PS25	AM-2-4-132kV de 24 m de altura	Ud	10617,55102
PS26	GCO-40000-132kVde 21 m de altura	Ud	14927
PS27	Pica de toma de tierra de 2 m	Ud	18

PS28	Conductor de cobre de 50 mm2	Ud	3,21
PS29	Malla electrosoldada	Ud	15
PS30	Hormigón	m^3	57
C1	Conductor de fase LA-180 Hawk	Kg	14
C2	Conductor tierra fibra óptica OPGW-48	Kg	2,5
CA1	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	Ud	782,21
CA2	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	Ud	350,26
CA3	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	Ud	370,76
CA4	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	Ud	779,51
AR1	Armado de Doble Circuito DC1-30	Ud	300
AR2	Armado de Doble Circuito DC1-40	Ud	350
AR3	Armado de Doble Circuito DC1-55	Ud	400
MO01	Oficial montador	h	30
MO02	Mozo montador	h	20
MO03	Oficial estructurista	h	15
MO04	Mozo estructurista	h	12
MO05	Oficial electricista	h	20
MO06	Mozo electricista	h	15
Q1	Máquina para cimentación	h	25
Q2	Máquinas para el montaje de apoyos	h	40
Q3	Toma de tierra apoyos no frecuentados	h	30

8.2 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

8.2.1 APOYOS

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS01		AG-1-4-132kV de 18 m de altura	1	11821,5306	11821,5306
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160

PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	12435,5306

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS02		AG-2-4-132kV de 24 m de altura	1	15698,6735	15698,6735
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	16312,6735

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS03		AG-2-4-132kV de 27 m de altura	1	17602,0408	17602,0408
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	18216,0408

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS04		AG-3-4-132kV de 21 m de altura	1	14881,9388	14881,9388
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	15495,9388

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS05		AG-4-5,5-132kV de 21 m de altura	1	17078,6735	17078,6735
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	17692,6735

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS06		AL-2-4-132kV de 15 m de altura	1	6265,2	6265,2
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	6879,2

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS07		AL-2-4-132kV de 18 m de altura	1	6989,7	6989,7
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	7603,7

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS08		AL-2-4-132kV de 21 m de altura	1	8001,7	8001,7
MO01	h	Oficial montador	4	30	120

MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	8615,7

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS09		AL-2-4-132kV de 24 m de altura	1	9092,67449	9092,67449
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	9706,67449

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS10		AL-2-4-132kV de 27 m de altura	1	9505,9	9505,9
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	10119,9

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS11		AL-2-4-132kV de 31 m de altura	1	11573,6	11573,6
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14

				TOTAL	12187,6

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS12		AL-2-4-132kV de 35 m de altura	1	13195,1	13195,1
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	13809,1

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS13		AL-2-4-132kV de 39 m de altura	1	14639,5	14639,5
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	15253,5

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS14		AL-2-5,5-132kV de 15 m de altura	1	6265,2	6265,2
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	6879,2

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS15		AL-2-5,5-132kV de 21 m de altura	1	8001,7	8001,7
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	8615,7

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS16		AM-1-3-132kV de 15 m de altura	1	6123,16327	6123,16327
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	6737,16327

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS17		AM-1-3-132kV de 18 m de altura	1	6909,38776	6909,38776
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	7523,38776

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS18		AM-1-3-132kV de 21 m de altura	1	8089,89796	8089,89796
MO01	h	Oficial montador	4	30	120

MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	8703,89796

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS19		AM-1-3-132kV de 31 m de altura	1	12457,551	12457,551
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	13071,551

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS20		AM-1-4-132kV de 15 m de altura	1	6707,55102	6707,55102
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	7321,55102

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS21		AM-1-4-132kV de 18 m de altura	1	7536,02041	7536,02041
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14

				TOTAL	8150,02041

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS22		AM-1-4-132kV de 24 m de altura	1	9981,53061	9981,53061
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	10595,5306

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS23		AM-1-4-132kV de 31 m de altura	1	13471,4286	13471,4286
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	14085,4286

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS24		AM-1-4-132kV de 39 m de altura	1	17878,9796	17878,9796
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	18492,9796

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS25		AM-2-4-132kV de 24 m de altura	1	10617,551	10617,551
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	11231,551

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS26		GCO-40000-132kVde 21 m de altura	1	14927	14927
MO01	h	Oficial montador	4	30	120
MO02	h	Mozo montador	16	20	320
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	4	40	160
PA	%	Pequeño material	1		14
				TOTAL	15541

8.2.2 LINEA HEXAFÁSICA AEREA

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
C1	kg	Conductor de fase LA-180 Hawk	1	14	14
MO05	h	Oficial electricista	0,1666667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,1666667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,1666667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	0,1273333	0,1273333
				TOTAL	24,9606688

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
C1	kg	Conductor de fase LA-180 Hawk	1	14	14
MO05	h	Oficial electricista	0,1666667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,1666667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,1666667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	0,1273333	0,1273333
				TOTAL	24,9606688

8.2.3 CADENA DE AISLADORES

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
CA1	kg	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	1	782,21	782,21
MO05	h	Oficial electricista	0,166667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,166667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,166667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	4,108333	4,108333
				TOTAL	797,151669

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
CA2	kg	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	1	350,26	350,26
MO05	h	Oficial electricista	0,166667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,166667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,166667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	1,6083333	1,6083333
				TOTAL	362,701669

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
CA3	kg	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	1	370,76	370,76
MO05	h	Oficial electricista	0,166667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,166667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,166667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	2,1083333	2,1083333
				TOTAL	383,701669

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
CA4	kg	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	1	779,51	779,51
MO05	h	Oficial electricista	0,166667	20	3,333334
MO06	h	Mozo electricista	0,166667	15	2,5000005
Q3	h	Máquina para el tensado y montaje de conductores	0,166667	30	5,000001
PA	%	Pequeño material	1	3,1083333	3,1083333
				TOTAL	793,451669

8.2.4 CIMENTACION Y EXCAVACION

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
CI1	m3	Excavación para cimentación de apoyos			
MO03	h	Oficial estructurista	0,2	15	3
MO04	h	Mozo estructurista	0,2	12	2,4
Q1	h	Máquina para cimentación	0,2	25	5
PA	%	Pequeño material	1	0,104	0,104
				TOTAL	10,504

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
Cl2	m3	Hormigonado para cimentación de apoyos			
PS29	m3	Hormigón	1	57	57
MO03	h	Oficial estructurista	0,2	15	3
MO04	h	Mozo estructurista	0,2	12	2,4
Q1	h	Máquina para cimentación	0,2	25	5
PA	%	Pequeño material	1	0,104	0,104
				TOTAL	67,504

8.2.5 ARMADOS

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
AR1	Ud	Armado de Doble Circuito DC1-30	1	300	300
MO01	h	Oficial montador	1,5	30	45
MO02	h	Mozo montador	3	20	60
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	1,5	40	60
PA	%	Pequeño material	1	4,65	4,65
				TOTAL	469,65

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
AR2	Ud	Armado de Doble Circuito DC1-40	1	350	350
MO01	h	Oficial montador	1,5	30	45
MO02	h	Mozo montador	3	20	60
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	1,5	40	60
PA	%	Pequeño material	1	5,15	5,15
				TOTAL	520,15

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
AR3	Ud	Armado de Doble Circuito DC1-55	1	400	400
MO01	h	Oficial montador	1,5	30	45
MO02	h	Mozo montador	3	20	60
Q2	h	Maquinas para el montaje de apoyos	1,5	40	60
PA	%	Pequeño material	1	5,65	5,65
				TOTAL	570,65

8.2.6 TOMAS DE TIERRA

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
T1		Toma de tierra de apoyo no frecuentado tomando como electrodo una pica de acero galvanizado de 50 mm2 de sección y de 2 m de longitud			
PS26	Ud	Pica de toma de tierra de 2 m	1	18	18
PS27	Ud	Conductor de cobre de 50 mm2	1	3,21	3,21
MO05	h	Oficial electricista	0,3	20	6
MO06	h	Mozo electricista	0,3	15	4,5
PA	%	Pequeño material	1	0,3171	0,3171
				TOTAL	32,0271

Designación	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
T2		Toma de tierra para apoyos frecuentados			
PS26	Ud	Pica de toma de tierra de 2 m	8	18	144
PS27	Ud	Conductor de cobre de 50 mm2	1	3,21	3,21
MO05	h	Oficial electricista	1	20	20
MO06	h	Mozo electricista	1	15	15
PS28	Ud	Malla electrosoldada	1	15	15

PA	%	Pequeño material	1	0,7121	0,7121
				TOTAL	197,9221

8.3 PRESUPUESTO DE EJECUCION DE MATERIAL

Designación	Descripción	Cantidad	Precio	Subtotal
PS01	AG-1-4-132kV de 18 m de altura	1	12435,5306	12435,5306
PS02	AG-2-4-132kV de 24 m de altura	1	16312,6735	16312,6735
PS03	AG-2-4-132kV de 27 m de altura	1	18216,0408	18216,0408
PS04	AG-3-4-132kV de 21 m de altura	1	15495,9388	15495,9388
PS05	AG-4-5,5-132kV de 21 m de altura	1	17692,6735	17692,6735
PS06	AL-2-4-132kV de 15 m de altura	6	6879,2	41275,2
PS07	AL-2-4-132kV de 18 m de altura	7	7603,7	53225,9
PS08	AL-2-4-132kV de 21 m de altura	7	8615,7	60309,9
PS09	AL-2-4-132kV de 24 m de altura	3	9706,67449	29120,0235
PS10	AL-2-4-132kV de 27 m de altura	1	10119,9	10119,9
PS11	AL-2-4-132kV de 31 m de altura	1	12187,6	12187,6
PS12	AL-2-4-132kV de 35 m de altura	1	13809,1	13809,1
PS13	AL-2-4-132kV de 39 m de altura	1	15253,5	15253,5
PS14	AL-2-5,5-132kV de 15 m de altura	1	6879,2	6879,2
PS15	AL-2-5,5-132kV de 21 m de altura	1	8615,7	8615,7
PS16	AM-1-3-132kV de 15 m de altura	1	6737,16327	6737,16327
PS17	AM-1-3-132kV de 18 m de altura	5	7523,38776	37616,9388
PS18	AM-1-3-132kV de 21 m de altura	1	8703,89796	8703,89796
PS19	AM-1-3-132kV de 31 m de altura	1	13071,551	13071,551
PS20	AM-1-4-132kV de 15 m de altura	5	7321,55102	36607,7551
PS21	AM-1-4-132kV de 18 m de altura	5	8150,02041	40750,102
PS22	AM-1-4-132kV de 24 m de altura	3	10595,5306	31786,5918

PS23	AM-1-4-132kV de 31 m de altura	1	14085,4286	14085,4286
PS24	AM-1-4-132kV de 39 m de altura	1	18492,9796	18492,9796
PS25	AM-2-4-132kV de 24 m de altura	1	11231,551	11231,551
PS26	GCO-40000-132kV de 21 m de altura	1	15541	15541
C1	Conductor de fase LA-180 Hawk	79159,46	24,9606688	1975873,06
C2	Conductor tierra fibra óptica OPGW-48	8435,0253	13,4666688	113591,692
CA1	LA180-132kV-ANC-DOB-VID	3	797,151669	2391,45501
CA2	LA180-132kV-SUS-SIM-VID	27	362,701669	9792,94506
CA3	LA180-132kV-ANC-SIM-VID	16	383,701669	6139,2267
CA4	LA180-132kV-SUS-DOB-VID	13	793,451669	10314,8717
Cl1	Excavación para cimentación de apoyos	1273,95	10,504	13381,5708
Cl2	Hormigonado para cimentación de apoyos	3134,26	67,504	211575,087
AR1	Armado de Doble Circuito DC1-30	9	469,65	4226,85
AR2	Armado de Doble Circuito DC1-40	47	520,15	24447,05
AR3	Armado de Doble Circuito DC1-55	3	570,65	1711,95
T1	Toma de tierra apoyos no frecuentados	49	32,0271	1569,3279
T2	Toma de tierra apoyos frecuentados	10	197,9221	1979,221
			TOTAL	**2942568,15**

8.4 PRESUPUESTO TOTAL

CONCEPTO	IMPORTE TOTAL €
Seguridad y Salud	40790,04
Ejecución de material	2942568,15
TOTAL	2983358,19
TOTAL (21% I.V.A.)	**3609863,41**

El precio total del proyecto es de TRES MILLONES SEISCIENTOS NUEVE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Impacto ambiental y protección avifauna

9. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN AVIFAUNA 263
9.1 IMPACTO AMBIENTAL 263
9.1.1 Generalidades 263
9.1.2 Contenido y alcance 263
9.1.3 Descripción del proyecto 263
9.1.4 Relación de las actuaciones del proyecto 264
9.1.5 Inventario del medio y pasillos de paso 264
9.1.6 Identificación y valoración de impactos 264
9.2 PROTECCIÓN AVIFAUNA 268
9.2.1 Electrocución 269
9.2.1.1 Medidas antielectrocución propuestas por las compañías 271
9.2.2 Colisión 271
8.2.2.1 Medidas anticolisión 272
9.2.3 Algunas medidas correctoras. 274

9. IMPACTO AMBIENTAL Y PROTECCIÓN AVIFAUNA

9.1 IMPACTO AMBIENTAL

9.1.1 Generalidades

Es conocida la tendencia mundial a proteger el medio ambiente de las actuaciones humanas que pueden alterar tanto el medio natural como el socioeconómico y cultural. Con este fin aprobaron en España leyes en este sentido, siguiendo Directivas de la Comunidad Europea, y que se complementan con Decretos de las Comunidades Autónomas que se prescriben con mayor detalle a las instalaciones, es las que es necesario realizar Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental o Ecológico, con alcance y contenido que en cada caso se considera.

Dentro de las instalaciones en las que se deben realizar este tipo de estudios están las líneas de 132 kV y tensiones superiores en todos los casos. Las tensiones inferiores cuando cruzan por espacios singulares o protegidos que cada Autonomía tiene definidas por áreas de importancia en planos que las delimitan.

Es evidente la conveniencia de que los proyectos de líneas aéreas de alta tensión se acompañen de Estudios de Impacto Ambiental, no solo como un trámite legal, sino para conjugar la necesidad inevitable de su instalación, como parte de un servicio público, con la menor alteración del entorno, y la máxima protección de las personas y los bienes, que es sin duda la solución de mínimo coste final para el colectivo global.

9.1.2 Contenido y alcance

Los decretos Autonómicos no tienen exigencias idénticas, por lo que en cada caso hay que adaptarse a la legislación correspondiente. Con carácter general su contenido es similar y debe contener:

1. Descripción del proyecto y de sus principales parámetros
2. Relación de las actuaciones del proyecto
3. Inventario del medio
4. Identificación de impactos
5. Valoración de impactos

Se indican las medidas correctoras que se prevean, así como incluir los documentos gráficos de planos y fotografías, junto con un breve resumen o síntesis de estudio.

9.1.3 Descripción del proyecto

La línea de transporte que se representa a continuación tiene por objetivo unir la subestación de Guadame con Andújar, con una tensión de transporte de 132 kV.

La línea tendrá una longitud de 20 km, los cuales transcurren por zona A (altitud sobre el nivel del mar superior a 500 m)

El trazado elegido es el que menor alteración del Medio posee.

9.1.4 Relación de las actuaciones del proyecto

La relación de actuaciones del proyecto susceptibles de producir impactos en los factores medio ambientales son las siguientes:

1) Fases de construcción:
   - Preparación de accesos, que consiste en la realización de pistas o caminos para llevar los materiales y equipos de montaje a sus puntos de ubicación.
   - Realización de cimentaciones, que incluye las operaciones de explanación, excavación, colocación de anclajes y vertido de hormigón.
   - Izado de los apoyos, en la que se realiza el armado de las estructuras y su implantación y unión sobre los anclajes de las cimentaciones
   - Tendido de cables, que corresponde al paso de estos desde las bobinas en las que son suministradas a su colocación en las cadenas de aisladores de los apoyos, en las condiciones de flechas y tracciones fijadas en el proyecto para mantener las distancias al terreno y a otras instalaciones en las condiciones previstas
2) Fase operativa:
   - Paso de la corriente, que es la realmente operativa, de transporte de energía eléctrica
   - Presencia de línea, que corresponde a la presencia física de los elementos y del conjunto de la línea, infraestructura que permite el transporte objeto de la instalación

9.1.5 Inventario del medio y pasillos de paso

En la zona de estudio se realizara un inventario de los factores que pueden ser alterados y que pueden ser los siguientes:

1) Medio natural
   - Tierra y suelo
   - Flora
   - Fauna
2) Medio socioeconómico y cultural
   - Usos del territorio
   - Infraestructura y servicios estéticos y humanos

9.1.6 Identificación y valoración de impactos

La identificación de impactos se puede realizar por el método matricial simple, que indica las relaciones de casualidad entre las acciones del proyecto y los factores ambientales. Una matriz aplicable al caso de líneas es al que se indica en la tabla que se adjunta, y en la que las filas

corresponden a los factores ambientales, que en general pueden ser alterados y las columnas a las actuaciones del proyecto

Factores ambientales que pueden ser afectados			Fase de montar				Fase de exposición	
			Acceso	Cimentación	Izado	Tendido	Paso de corriente	Contaminación
Medio natural	Tierra y suelo	Erosión	●					
		Geomorfología		●				
		Contaminación	●					
	Agua	Superficial						
		Subterránea						
	Atmosfera	Calidad del aire						
		Clima						●
	Flora	Especies endémicas	●	●				
		Masa arbórea						
		Cubierta vegetal	●	●		●	●	
			●	●			●	
	Fauna	Especies en peligro						
		Fauna	●	●	●	●	●	●
		Avifauna	●	●	●	●	●	●
Medio no natural	Usos del terreno	Uso agrícola	●	●		●		
		Uso forestal	●	●		●		
		Otros usos	●	●		●		
Medio socioeconómico cultural	Infraestructuras y servicios eléctricos y humanos	Accesibilidad red viaria						
		Saneamiento						
		Paisaje	●					
		Contaminación sonora	●		●	●	●	
		Patrimonio cultural	●	●	●	●		
		Salud y seguridad					●	●
	Economía y población	Densidad						
		Empleo						
		Renta per cápita						

En la fase de montaje todos los impactos, salvo casos especiales, son de persistencia temporal y reversible a corto plazo por lo que son comprensibles con el Medio Ambiente. Los que hayan alterado algún factor se consideran incorporados, a efectos de valoración, a la fase de explotación por la presencia de la línea (construcción de accesos, corta arboleda…etc)

Se acepta por tanto que los impactos generados por el paso de la corriente son e valoración cero.

Los impactos que procede valorar son los correspondientes a la presencia de la línea y que resume en la siguiente tabla y en el que en la columna central se indican de modo resumido los efectos de la presencia de la línea.

Cuando el factor no afecta la valoración es cero, y cuando lo es se marca en el cuadro con una "X".

FACTOR AMBIENTAL	EFECTOS DE LA PRESENCIA DE LA LINEA	VALORACION
Erosión	No hay movimientos de tierra sensibles	0
Geomorfología	No se altera al discurrir la línea sobre el terreno siguiendo las formas del mismo	0
Contaminación de suelos	Ninguno	0
Agua Superficial	Inalteración de cauces al no situar apoyos en ellos	0
Agua Subterránea	Las cimentaciones poco profundas no afectan	0
Calidad del aire	No se producen alteraciones	0
Clima	Ninguno	0
Especies de flora endémicas	Riesgo de alteración del habitad	0
Masa arbóreas	Corta de unidades o ramas de estas	X
Cubierta vegetal	Reducción, limitación o imposibilidad de cultivo en el suelo ocupado por torres y cimentaciones	X
Especies de fauna en peligro	Riesgo alteración hábitat	X
Fauna terrestre	No se modifica la vida animal de superficie	0

Avifauna	Riesgo de colisión con los cables	X
Usos del territorio	Se considera por ocupación de suelo y espacio	X
Accesibilidad y red viaria	No se altera al no crear divisorias ni impedir la circulación	0
Saneamiento	No se afecta	0
Paisaje	Modifica la visión del paisaje existente	X
Contaminación sonora	No se afecta	0
Patrimonio cultural	Evitable	0
Salud y seguridad	No se afecta	0
Densidad de población	No hay movimientos migratorios	0
Empleo	No se genera empleo	0
Renta per cápita	No incide, salvo con efectos muy indirectos	0

Para valorar cada impacto se utiliza, como característica más representativa, la importancia (Im), que sopesa conjuntamente la intensidad (I), capacidad destructora de la acción, con la extensión relativa (E), superficie afectada respecto a la total (área del entorno en cada tramo dividida por el área total), y que relacionan por la expresión:

Importancia = Intensidad x extensión relativa

Im=I x E

La intensidad se cuantifica, para entorno y para cada tramo, de 0 a 10, según las características y circunstancias del inventario.

Sumando, para cada factor ambiental afectado, la importancia de todos los tramos y entornos, se obtiene la valoración total del impacto sobre el factor considerado.

El conjunto de valores de la importancia de los impactos, está referido a parámetros de diferente naturaleza, por lo que no pueden sumarse. Para obtener una evaluación global, que permita llegar a una visión integrada de la incidencia ambiental de la misma, es necesario ponderar los factores ambientales que componen el medio.

Una tabla de ponderación es la que se expone a continuación, en la que se reparten 100 puntos entro todos los factores ambientales incluidos en la matriz de identificación.

Multiplicando la importancia obtenida en la valoración individual, por los coeficientes de ponderación y sumando estos productos, se obtiene la evaluación global de cada alternativa.

Los valores de la evaluación global se pueden denominar Unidades ADA, Unidades de Aumento de Deterioro Ambiental.

Medio Natural	Tierra y suelo	Erosión	3
		Geomorfología	3
		Contaminación	6
	Agua	Superficial	6
		Subterránea	6
	Atmosfera	Calidad del Aire	8
		Clima	5
	Flora	Especies endémicas	4
		Masa arbórea	3
		Cubierta vegetal	3
	Fauna	Especies en peligro	4
		Fauna terrestre	3
		Avifauna	3
Medio no natural	Usos del terreno	Uso agrícola	4
		Uso forestal	4
		Otros usos	4
Medio socioeconómico cultural	Infraestructuras y servicios eléctricos y humanos	Accesibilidad red viaria	4
		Saneamiento	3
		Paisaje	4
		Contaminación sonora	3
		Patrimonio cultural	4
		Salud y seguridad	4
	Economía y población	Densidad	3
		Empleo	3
		Renta per cápita	3

9.2 PROTECCIÓN AVIFAUNA

Las necesidades de energía para el consumo humano son cada vez mayores debido a la evolución y crecimiento de los procesos industriales. Es por esto, por lo que ha sido imprescindible el aumento de la capacidad de transporte de la energía. Los tendidos eléctricos son totalmente necesarios para la distribución de energía desde su origen de producción hasta los centros de transformación y posteriormente a los propios consumidores. En contrapartida, y por la proximidad de algunas de ellas, sobre todo las de distribución, han de ser tenidos en cuenta determinados efectos derivados de las mismas, como el impacto medioambiental.

Estas líneas de distribución y transporte transcurren a menudo por espacios naturales donde existe un alto índice de avifauna. Va a existir por tanto una conexión entre las aves, los tendidos y los apoyos al utilizarlos como oteaderos (puntos elevados sobre el terreno que permiten un gran radio de

observación), plataformas de nidificación y lugares de reposo, debido fundamentalmente a que son unos perfectos sustitutos de los arboles, cuyo número ha disminuido considerablemente en la actualidad.

Hemos de tomar en consideración a su vez, los numerosos problemas que conllevan la electrocución y colisión de la avifauna, provocando numerosos cortes eléctricos para poder realizar mantenimiento y reparación de los tendidos. Estos cortes en el suministro perjudican mucho a aquellas industrias que necesitan un suministro constante para su funcionamiento correcto, provocando pérdidas importantes en caso contrario.

Aunque este estudio está destinado al impacto de las líneas eléctricas, hemos de tener en cuenta que no es la única causa de reducción de especies. Hemos de dar importancia a la degradación y perdida de sus hábitats naturales, caza ilegal, molestias en la época de cría, expolio de nidos, creación de urbanizaciones, uso de venenos, pesticidas y plaguicidas

9.2.1 Electrocución

La electrocución del ave se produce debido a dos factores, por el contacto directo entre dos conductores, o por contacto entre un conductor y una derivación a tierra a través del poste metálico, hecho que ocurre con más frecuencia. El resultado de este tipo de accidente es casi siempre la muerte. Las aves que se van a ver afectadas por este tipo de accidentes son de mediana-gran envergadura, ya que un tamaño pequeño imposibilita la electrocución. La utilización de los apoyos como oteaderos es otra de las principales causas de la mortandad

CATEGORIAS DE PELIGROSIDAD EN LOS APOYOS METALICOS:

1. Postes con seccionador en cabecera de apoyo.
2. Poste con uno o más puentes por encima del travesaño.
3. Postes con al menos un aislador rígido
4. Postes con puentes por debajo del travesaño
5. Postes con cadenas de amarre
6. Postes de alineación con aisladores suspendidos

El diseño de apoyo va a condicionar el número de accidentes. Se han llegado a contabilizar hasta ochocientos tipos diferentes, por lo que es mejor conocer la peligrosidad de cada uno de los componentes por separado, y no estudiar todo este conjunto de diseños. Entre los factores más relevantes destacan la posición de los aisladores, la presencia de puentes y seccionador en cabeza. Cabe destacar que los apoyos de las líneas privadas poseen un alto índice de mortandad. Entre los menos relevantes se pueden señalar la disposición de los conductores, la altura del apoyo y la presencia del seccionador en vástago. En general, en las variantes en las que el ave se ve obligada a posarse más cerca del cable se registra un aumento de peligrosidad.

En función de los diseños básicos de apoyos, se pueden sacar las tasas medias de mortalidad en líneas de distribución. Se ha de indicar que se han considerado aves electrocutadas todas las

aves halladas en la base de los postes, en las que, además, se aprecia signos de quemaduras en alguna parte del cuerpo, patas, alas, etc... Las que se encontraban entre postes se consideran muertas por colisión.

DISEÑOS BÁSICOS

AVES/AÑO

1- Poste con seccionador en cabecera……..……..……1,12
2- Poste de amarre con puentes por encima……..……..1,12
3- Poste de alineación con aisladores rígidos…….……..0,38
4- Poste de amarre con puentes por debajo……...…..……0,12
5- Poste de alineación con aisladores suspendidos……...……0,03

Va condicionar el índice de mortandad las características y comportamiento de la avifauna. Entre las más afectadas nos encontramos las que utilizan los apoyos como oteaderos, como lo son los córvidos, rapaces nocturnas, cigüeñas y por último las aves diurnas, que acaparan más de la mitad de los accidentes sufridos. Las especies que más se ven afectadas son generalmente de gran envergadura que se posan de forma habitual en los apoyos, lo que permite el contacto simultáneo entre dos fases o una fase y el apoyo metálico, produciéndose la derivación a tierra.

El hábitat es otro factor importante que está relacionado con el número de muertes. Si realizamos un esquema plasmado los diferentes estudios relacionados con este tema podríamos dividirlos en tres niveles de riesgo, enumerando o clasificando los diferentes hábitats dentro de cada uno de ellos.

NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO
Eucaliptales	Eriales	Bosques
Cultivos	Pastizales	Dehesas
Hábitat humanizado	Cultivos cerealistas	Zonas húmedas

Entre las medidas ensayadas para evitar la electrocución podemos hacer una división entre las de tipo disuasorio, de protección o mixtas. Cabe destacar que las soluciones adoptadas para evitar la electrocución se han mostrado mucho más eficaces en las aves de gran envergadura. Se han experimentado medidas que intentan evitar que las aves se apoyen en los lugares definidos como de alto riesgo o el aislamiento de las mismas. Nos encontramos aquí con un problema de elección de la mejor solución o medida a tomar, ya que algunos expertos prefieren la opción del aislamiento de crucetas o aisladores y conductores, así como la estructura del seccionador tripolar invertido en cabecera, mientras que la otra parte prefieren sin embargo la opción de instalar medidas disuasorias para evitar que las aves se posen e lugares de alto riesgo. Es el caso de las placas antiposada, posaderos, abrazaderas en peine sobre crucetas, varillas verticales en los seccionadores, etc…

9.2.1.1 Medidas antielectrocución propuestas por las compañías

Las principales sugerencias que proponen las compañías eléctricas para las nuevas instalaciones son:

1- Utilización de apoyos suspendidos con puentes flojos por debajo, con al menos tres planos, preferentemente con montaje tresbolillo o cruceta canadiense
2- Instalación de seccionadores tripolares invertidos. Si son unipolares, deben situarse por debajo de las crucetas.
3- Utilización de apoyos de amarre con puentes flojos por debajo de los travesaños
4- Se evitara colocar elementos con tensión por encima de las crucetas.
5- Si la línea eléctrica discurre por espacios naturales de partículas interés, se consultara a la administración responsable

La eficacia de estas medidas dependerá, no obstante de la durabilidad de los materiales utilizados en su construcción y la permanencia de las condiciones iniciales de la instalación. Es entonces muy importante las revisiones periódicas de las soluciones adoptadas para garantizar su mejor funcionamiento, y la utilización de materiales con poca degradación con el paso del tiempo.

9.2.2 Colisión

El accidente por colisión se produce cuando las aves en vuelo no son capaces de evitar los cables y chocan contra ellos. Se produce en su mayoría contra el cable de tierra en las líneas de alta tensión. Según parece, en condiciones de baja visibilidad, la mayor parte de las aves detectan los conductores a poca distancia e intentan evitarlos volando por encima, encontrándose entonces con el cable de tierra de sección mucho menor y, por tanto, mucho menos visible. El problema de colisión es bastante menor en las líneas de transporte al ser mayor el diantre de los conductores. Eso permite que se visualicen con anterioridad, dando lugar a una maniobra de elusión fructífera. Aunque el problema de colisión no es selectivo, determinadas características biológicas o corporales como el peso, envergadura, contribuyen a aumentar el riesgo de accidentes.

La colisión se produce cuando las aves en vuelo visualizan los conductores demasiado tarde y no consiguen evitarlos chocando contra ellos. Un caso muy frecuente sucede cuando en las líneas de transporte elevan el vuelo esquivando los cables, colisionando con el de tierra de sección mucho menor.

ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN EL RIESGO DE COLISIÓN

1- Composición de las avifauna
2- Características de los hábitat
3- Presencia de cables de tierra
4- Proximidad a puntos de concentración de aves

El riesgo de colisión tiene mucha menos incidencia que la electrocución de las aves, aunque hay determinadas especies que tienden a sufrir este tipo de accidentes. Se ha demostrado que las más afectadas con las avutardas, sisones, grullas comunes, flamencos, cigüeñas y ciertas especies acuáticas. La explicación se encuentra en sus características de vuelo, tamaño, comportamiento gregario, o por su tendencia a formar concentraciones temporales en lugares de cría y alimentación. Sin embargo, entre las especies con poca tendencia a sufrir este tipo de accidentes, podemos destacar a las rapaces y córvidos.

El diseño de los apoyos tiene mucha menos importancia en la siniestrabilidad por la colisión, en contra de los problemas por electrocución. Si es un factor importante la existencia de los cables de tierra, causantes de la mayoría de los accidentes. El numero de planos horizontales o niveles delimitados por dichos cables podría influir también en el riesgo por colisión, ya que determina la magnitud del obstáculo.

El hábitat es otro factor importante que condiciona los índices de mortandad debida a la colisión. En función de los distintos grupos podemos hacer una división en tres niveles de riesgo:

NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO
Cultivos	Eriales	Estepas
Hábitat humanizado	Cultivos cereales	Dehesas abiertas
Bosques		Vertederos
Monte bajo		Zonas húmedas

8.2.2.1 Medidas anticolisión

Las espirales son accesorios de PVC, serán por tanto ligeros y exentos a la corrosión. Debido a su forma geométrica, ofrecen poca resistencia al viento y, debido al agarre firme sobre el conductor que se instala, no deslizan sobre el conductor con las vibraciones que se producen. Las espirales se fabrican cableadas a la derecha para cualquier tipo de conductor. Es por esto, por lo que el sentido cableado deberá ser el mismo que el de la capa externa del conductor sobre el que vaya aplicado.

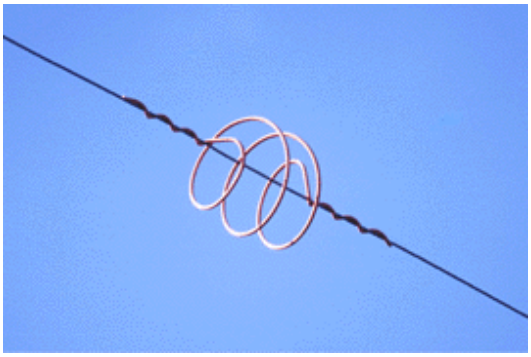


Fig. 8.1 Espiral anticolisión

En el Art. 5 del decreto 178/2006, de 10 de octubre, las instalaciones eléctricas estarán dotadas de salva pájaros o señalizadores visuales en los cables de tierra aéreos o en los conductores, si aquellos no existen. En ausencia de cable de tierra aérea se colocarán los salvos pájaros en uno de los cables superiores.

Los salva pájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formado aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 5 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente cada 10 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos, o en su caso, en los conductores.

Se podrá prescindir de la colación de salva pájaros en los cables de tierra cuando lleven adosado un cable de fibra óptica o similar, siempre que su sección no sea inferíos a 20 mm.

Por lo tanto a pesar de disponer de cable de fibra óptica superior a 20 mm se colocaran en aquellas zonas por las que pueda haber un tránsito mayor de aves.

Es el caso de la sierra de segura por la cual nos entramos con bastantes especies de aves, algunas en peligro de extinción, lo que hace que deba existir una mayor protección.

Por lo tanto en estas dos zonas se pondrá especial atención a la colocación de salva pájaros, colocándolos cada 5 metros en el conductor de tierra.

En cumplimiento de DECRETO 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de avifauna para instalaciones eléctricas de alta tensión.

En las zonas próximas a los ríos, carreteras, etc, se colocaran esferas de visualización diurna. Estos sistemas son especiales para la visualización de la línea por zonas donde suele haber transito de aviones o helicópteros, como suele ser el caso de estos cruzamientos citados anteriormente.

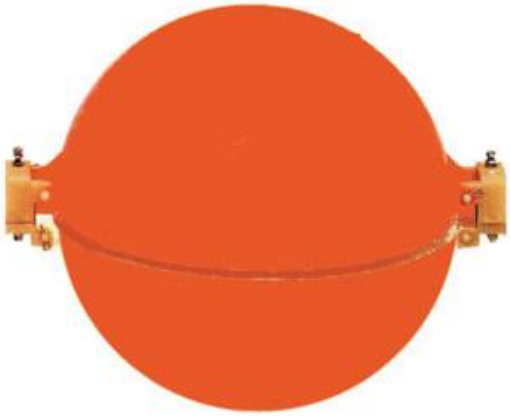


Fig. 8.2 Esfera visualización diurna

9.2.3 Algunas medidas correctoras.

1- Situar apoyos en zonas menos visibles
2- Realizar el montaje con el menor daño posible.
3- Reducir zona de apertura “calle”.
4- Minimizar corte puntual de arbolado.
5- Eliminar materiales sobrantes
6- Repartir razonablemente las tierras de excavación
7- Reducir accesos y evitar taludes fuertes.
8- Evitar explanaciones excesivas (patas desiguales, recrecidos de hormigón)
9- Diseñar apoyos de base reducida
10- Compactar terreno alterado.
11- Restituir cubierta vegetal.
12- Respetar fauna de superficie.
13- Respetar plantas y arbustos.
14- No alterar cauces agua lluvia.
15- Instalas “salva pájaros”.
16- Instalar kit de protección anti-electrocución.
17- Instalar esferas de visualización diurna.

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Estudio de seguridad y salud

10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 279
10.1 OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN 279
10.2 DATOS GENERALES DE LA OBRA 279
10.2.1 Descripción de los trabajos 279
10.2.2 Actividades principales: 280
10.2.3 Situación y climatología 280
10.2.4 Características del entorno de trabajo 280
10.2.5 Plazo de ejecución 280
10.2.6 Personal previsto 281
10.2.7 Oficios 281
10.2.8 Maquinaria y medios auxiliares 281
10.2.9 Instalaciones eléctricas provisionales 283
10.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS: 283
10.3.1 Instalaciones 283
10.3.2 Profesionales 285
10.3.2.1 Con carácter general 285
10.3.2.2 Con carácter específico 287
10.3.2.3 Relativos al proceso constructivo 314
10.3.2.4 Relativos a la maquinaria y herramientas 328
10.3.2.5 Relativos al entorno 386
10.3.2.6 Distancias en cruzamientos y paralelismos 394
10.3.2.6.1 Líneas eléctricas y de telecomunicación 394
10.3.2.6.1.1 Cruzamientos 394
10.3.2.6.1.2 Paralelismos entre líneas eléctricas 396
10.3.2.6.1.3 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación 396
10.3.2.6.2 Carreteras 396
10.3.2.6.2.1 Cruzamientos 396
10.3.2.6.2.2 Paralelismos 397
10.3.2.6.3 FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR 397
10.3.2.6.3.1 Cruzamientos 397
10.3.2.6.3.2 Paralelismos 397
10.3.2.6.4 Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses 398
10.3.2.6.4.1 Cruzamientos 398

10.3.2.6.4.2 Paralelismos 398
10.3.2.6.5 Ríos y canales, navegables o flotables 398
10.3.2.6.5.1 Cruzamientos 398
10.3.2.6.5.2 Paralelismos 399
10.3.2.6.6 Paso por zonas 399
10.3.2.6.6.1 Bosques, árboles y masas de arbolado 399
10.3.2.6.6.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas 399
10.3.3 A terceros 400
10.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES 400
10.4.1 Riesgos previsibles 400
10.4.2 Medidas preventivas 401
10.5 CONDICIONES AMBIENTALES 402
10.5.1 Ventilación 403
10.5.2 Temperatura 403
10.5.3 Factores atmosféricos 403
10.6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS 403
10.6.1 Revisiones periódicas 403
10.7 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL 404
10.7.1 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra 404
10.7.2 Charla sobre riesgos específicos 404
10.8 REUNIONES DE SEGURIDAD 405
10.9 MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS 405
10.9.1 Control médico 405
10.9.2 Medios de actuación y primeros auxilios 405
10.9.3 Medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional 406
10.10 VESTUARIOS Y ASEOS 406
10.11 RECURSOS PREVENTIVOS 406
10.12 PRESUPUESTO ECONÓMICO 408
10.12.1 Objeto 408
10.12.2 Protecciones personales 408
10.12.3 Protecciones colectivas 409
10.12.4 Protecciones instalación eléctrica 411
10.12.5 Medicina preventiva y primeros auxilios 411
10.12.6 Vigilancia y formación 411
10.12.7 Instalaciones de higiene y bienestar 412
10.12.8 Presupuesto total 413

10.13 PLANOS..... 414

10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

10.1 OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante los trabajos de ejecución del proyecto de **LÍNEA ELECTRICA DE ALTA TENSIÓN 132 KV "GUADAME" - "ÁNDUJAR"** en la provincia de Jaén.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

10.2 DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra **LÍNEA ELECTRICA DE ALTA TENSIÓN 132 KV "GUADAME" - "ÁNDUJAR",** son los que a continuación se indican:

- Promotor…….…….Empresa Distribuidora
- Autor del proyecto en ejecución……..……Alejandro Jiménez Manjón
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud…….…….. Alejandro Jiménez Manjón

Las figuras del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, la dirección facultativa y del contratista, se conocerán en el momento de adjudicación de la obra.

10.2.1 Descripción de los trabajos

La longitud total de la línea es de 19500 metros, y atraviesa en su recorrido la provincia de Jaén.

El alcance básico de los trabajos a realizar es:

- Montaje de apoyos metálicos.
- Tendido de conductores.
- Tendido de un cable de fibra óptica OPGW48.

10.2.2 Actividades principales:

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

-Replanteo y estaquillado
- Implantación de obra y señalización
- Acopio y Manipulación de materiales
-Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
-Obras de excavación
-Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
-Encofrados
-Obras de hormigón
-Montaje de estructuras metálicas y prefabricados (apoyos)
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje
- Tendido, regulado, engrapado, conexionado de conductores
- Colocación de accesorios (contrapesos, balizas y salvapájaros)
- Desmontaje de estructuras y equipos
-Desescombro y retirada
-Retirada de materiales y equipos existentes dentro de la obra
-Puesta en marcha de la instalación

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

10.2.3 Situación y climatología

La Línea en proyecto se encuentra en la provincia de Teruel. La climatología se corresponde con las zonas que atraviesa la línea, siendo esta la zona A.

10.2.4 Características del entorno de trabajo

La relación de cruzamientos está descrita en el punto 3.2.6 de la memoria de esta parte del proyecto.

10.2.5 Plazo de ejecución

El plazo total de ejecución de las obras se establece en ocho meses.

10.2.6 Personal previsto

El personal necesario del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de quince personas.

10.2.7 Oficios

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos auxiliares
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruitas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de Ejecución / Control de Calidad / Seguridad / Medio Ambiente
- Encargados
- Administrativos

10.2.8 Maquinaria y medios auxiliares

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

Maquinaria:

- Maquinaria de transporte por carretera
- Máquinas excavadora
- Grúa autopropulsada
- Camión autocargante

- Camión hormigonera autopropulsado
- Camión basculante
- Dumpers autovolquetes
- Bobcat
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Compactadores de tambor

Maquinas y herramientas:

- Cabrestantes de izado y de tendido
- Máquinas de compresión
- Compresor
- Martillo neumático
- Grupos electrógenos
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Equipos de soldadura eléctrica
- Radiales y esmeriladoras
- Taladradoras de mano
- Compactadores de pata de cabra

Herramientas manuales:

-Herramientas de mano (cinceles y punzones, martillos, alicates, destornilladores, limas, llaves)
- Herramientas de izado (eslingas, poleas, cuerdas, cables, cadenas, aparejos, grilletes, trácteles, etc.)
- Juego alzabobinas, rodillos, etc.

Medios auxiliares:

- Plataforma elevadora autopropulsada
- Escaleras manuales
-Andamios borriquetas
-Cuadros eléctricos auxiliares
-Bancos de trabajo
-Equipos de medida:
-Comprobador de secuencia de fase
-Medidor de aislamiento
-Medidor de tierras
-Pinzas amperimétricas

-Discriminadores de tensión
-Termómetros

10.2.9 Instalaciones eléctricas provisionales

Los riesgos previsibles y las medidas preventivas para la instalación eléctrica provisional de la abra se desarrollan en el capítulo 4

10.3 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS. ANÁLISIS Y MEDIDAS PREVENTIVAS:

10.3.1 Instalaciones

Analizamos a continuación los riesgos y medidas preventivas generales en función del tipo de instalación donde se desarrollan los trabajos de ejecución previstos en las obras. Estos riesgos y medidas preventivas será necesario concretarlas y desarrollarlas para cada trabajo.

LÍNEA ELECTRICA DE ALTA TENSIÓN

Riesgos:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.

Medidas preventivas:

- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para zanjas de alturas de 2 m. o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón superior a una altura mínima de 90 cm.
- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se taparán

de forma efectiva.

- Iluminación adecuada.
- Utilización de la Línea de Vida y el Arnés Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Escaleras.
- Andamios.
- Procedimientos de trabajos en altura.
- Medidas preventivas B.T.
- Medidas preventivas A.T.

SUBESTACIÓN / SECCIONAMIENTO INTERIOR

Riesgos:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
- Cortes
- Choques y golpes.
- Contactos eléctricos.
- Arco Eléctrico.
- Incendios.

Medidas preventivas

- Orden y Limpieza.
- Señalización de la zona de trabajo.
- Utilizar los pasos y vías existentes.
- Iluminación adecuada.
- Calzado adecuado.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Trabajar en una superficie lo más uniforme y lisa posible y lo suficientemente amplia.
- Para alturas de 2 m. o más, se colocarán barandillas con rodapiés, listón intermedio y listón

superior a una altura mínima de 90 cm.

- Para alturas menores de dos metros se colocarán vallas, se señalizarán los huecos o se taparán de forma efectiva.
- Procedimientos de trabajos en altura. Utilización de la Línea de Vida y el Arnés
- Anticaídas (el cinturón solo sirve para trabajos en altura estáticos).
- No se utilizará maquinaria diseñada solo para elevación de cargas para transportar o elevar personas.
- Andamios. Se cumplirá lo dispuesto en su sección correspondiente.
- Escaleras. Se cumplirá lo dispuesto en su sección correspondiente.
- Extremar las precauciones con hielo, agua o nieve.
- Utilización de las herramientas adecuadas para la función para la que fueron diseñadas.
- Comprobación del buen estado de las herramientas.
- Señalización de la zona de acopio.
- Los trabajos con riesgo de incendio deberán procedimentarse.
- Deberá de haber un Plan de Emergencia y Evacuación en los centros que lo precisen.
- El personal estará formado en los procedimientos de trabajo así como en los Planes de Emergencia y Evacuación.
- Se evitará el contacto de las sustancias combustibles con fuentes de calor intempestivas: Fumar, recalentamientos de máquinas, instalaciones eléctricas inapropiadas, operaciones de fuego abierto descontroladas, superficies calientes, trabajos de soldadura, chispas de origen mecánico o debidas a electricidad estática.
- Se ventilarán los vapores inflamables.
- Se limitará la cantidad de sustancias combustibles en los lugares de trabajo.
- Los combustibles se almacenarán en locales y recipientes adecuados.
- Medidas preventivas B.T.
- Medidas preventivas A.T.

10.3.2 Profesionales

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

10.3.2.1 Con carácter general

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Riesgos generales:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

Medidas preventivas:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montaran barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.

- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se almacenarán y manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

10.3.2.2 Con carácter específico

Entendemos como riesgos generales trabajadores, independientemente de la puedan darse los siguientes:

SEÑALIZACIÓN

Normas generales de SEÑALIZACIÓN

Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas según el R.D. 485/1997.

Se acotará y señalizará la zona de trabajo, a la cual se accederá siempre por accesos concretos. Se señalizarán aquellas zonas en las que existan los siguientes riesgos:

<u>Caída desde altura de objetos</u>

- Zonas donde se realicen maniobras con cargas suspendidas hasta que se encuentren totalmente apoyadas.
- Caídas de personas sobre plataformas, forjados, etc. en las que además se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes.

- Caídas de personas dentro de huecos, etc. para lo que se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia.
- Aquellos huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., que se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.

Productos inflamables

- En las zonas de ubicación se dispondrá de al menos un extintor portátil de polvo polivalente.
- Es obligatoria la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

Vías y salidas de emergencia

- Incluidas las puertas que deban ser atravesadas durante la misma, deberán estar señalizadas desde el inicio del recorrido hasta el exterior o zona de seguridad.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en la señalización de la alternativa correcta en aquellos puntos que puedan inducir a error. Estas señales deberán ser visibles en todo momento, por lo que, ante un posible fallo del alumbrado normal, dispondrán de fuentes luminosas incorporadas externa o internamente, o bien ser fotoluminiscentes.

En obras cerradas será obligatorio colocar en la entrada un cartel indicativo de los riesgos y de los EPI´s a utilizar, además de la prohibición de entrada a personas ajenas a la obra.

Los pictogramas serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión. Podrán variar ligeramente o ser más detallados que los indicados en el apartado 3, siempre que su significado sea equivalente y no existan diferencias o adaptaciones que impidan percibir claramente su significado.

Las señales serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medio ambientales.

Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

TIPO DE SEÑAL	FORMA	COLOR

DE SEGURIDAD	GEOMETRICA	PICTOGRAMA	FONDO	BORDE	BANDA
ADVERTENCIA	TRIANGULAR	NEGRO	AMARILLO	NEGRO	-
PROHIBICION	REDONDA	NEGRO	BLANCO	ROJO	ROJO
OBLIGACION	REDONDA	BLANCO	AZUL	BLANCO O AZUL	-
LUCHA CONTRA INCENDIOS	RECTANGULAR O CUADRADA	BLANCO	ROJO		
SALVAMENTO O SOCORRO	RECTANGULAR O CUADRADA	BLANCO	VERDE	BLANCO O VERDE	-

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Relación entre el tipo de señal, su forma geométrica y colores utilizados:

La señalización relativa a los riesgos eléctricos viene dada en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, debiendo señalizarse de forma clara y permanente la existencia del riesgo eléctrico.

<u>Equipos de Protección Individual y Colectiva:</u>

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

Señalización en Entorno No Urbano

Se acotará la zona de trabajo mediante cerramientos rígidos (vallas metálicas) o cintas de limitación. En este último caso, se colocará una cinta delimitadora a una altura mínima de 1 metro respecto del suelo, rodeando el perímetro de la excavación. Dicha cinta se fijará a piquetas, situadas a una distancia mínima de 2 metros entre ellas.

La señalización habrá de ser claramente visible por la noche, disponiendo de bandas reflectantes verticales de 10 cm. de anchura.

Los recintos vallados o balizados llevarán siempre luces propias, colocadas a intervalos máximos de 30 metros y siempre en los ángulos salientes.

Las excavaciones no se quedarán nunca sin proteger o señalizar.

En entorno no urbano, los trabajadores irán provistos de prendas de color amarillo o naranja, con elementos retroreflectantes siempre que realicen trabajos próximos a carreteras o caminos por donde pueda haber circulación de vehículos.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Chaleco reflectante.
- Vallas metálicas.
- Cinta o cadena de señalización.

TRABAJOS CON RIESGO ELÉCTRICO

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001).

En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Definiciones:

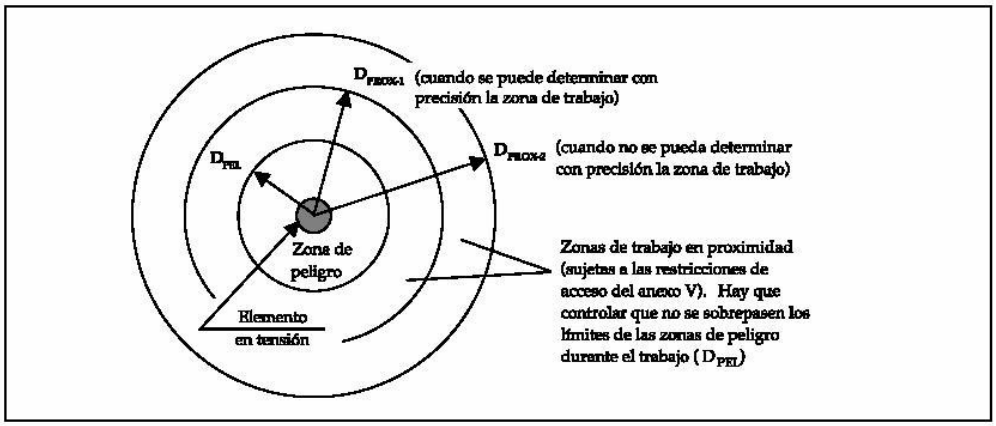
Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.

Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en

cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.

Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última. Donde no se interponga una barrera física que garantice la protección frente al riesgo eléctrico, la distancia desde el elemento en tensión al límite exterior de esta zona será la indicada en la tabla 1.

Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.



En función del tipo de trabajo a realizar, los trabajadores deberán de contar con los requisitos de formación y capacitación siguiente:

Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el R.D.
614/2001.

Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

Trabajos sin tensión (ANEXO II. R.D. 614/2001)

<u>Disposiciones generales</u>

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán
trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

A.1 Supresión de la tensión.

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- Desconectar.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito.
- Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una
- Señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización
para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la

separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para

realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

Proteger y señalizar:

Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

A.2 Reposición de la tensión.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se hayan retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido de la zona de trabajo las herramientas y equipos utilizados.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

1. La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
2. La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
3. El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
4. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

Disposiciones particulares

Las disposiciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de trabajo se considerarán complementarias a las indicadas en la parte A de este anexo, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

B.1 Reposición de fusibles.

En el caso particular de la reposición de fusibles en las instalaciones indicadas en el primer párrafo del apartado 4 de la parte A.1 de este anexo:

- No será necesaria la puesta a tierra y en cortocircuito cuando los dispositivos de desconexión a ambos lados del fusible estén a la vista del trabajador, el corte sea visible o el dispositivo proporcione garantías de seguridad equivalentes, y no exista posibilidad de cierre intempestivo.
- Cuando los fusibles estén conectados directamente al primario de un transformador, será suficiente con la puesta a tierra y en cortocircuito del lado de alta tensión, entre los fusibles y el transformador.

B.2 Trabajos en líneas aéreas y conductores de alta tensión.

En los trabajos en líneas aéreas desnudas y conductores desnudos de alta tensión se deben colocar las puestas a tierra y en cortocircuito a ambos lados de la zona de trabajo, y en cada uno de los conductores que entran en esta zona; al menos uno de los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito debe ser visible desde la zona de trabajo. Estas reglas tienen las siguientes excepciones:

- Para trabajos específicos en los que no hay corte de conductores durante el trabajo, es admisible la instalación de un solo equipo de puesta a tierra y en cortocircuito en la zona de trabajo.
- Cuando no es posible ver, desde los límites de la zona de trabajo, los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, se debe colocar, además, un equipo de puesta a tierra local, o un dispositivo adicional de señalización, o cualquier otra identificación equivalente.
- Cuando el trabajo se realiza en un solo conductor de una línea aérea de alta tensión, no se requerirá el cortocircuito en la zona de trabajo, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:
- En los puntos de la desconexión, todos los conductores están puestos a tierra y en cortocircuito de acuerdo con lo indicado anteriormente.
- El conductor sobre el que se realiza el trabajo y todos los elementos conductores - exceptuadas las otras fases- en el interior de la zona de trabajo, están unidos eléctricamente entre ellos y puestos a tierra por un equipo o dispositivo apropiado.
- El conductor de puesta a tierra, la zona de trabajo y el trabajador están fuera de la zona de peligro determinada por los restantes conductores de la misma instalación eléctrica.

En los trabajos en líneas aéreas aisladas, cables u otros conductores aislados, de alta tensión la puesta a tierra y en cortocircuito se colocará en los elementos desnudos de los puntos de apertura de la instalación o tan cerca como sea posible a aquellos puntos, a cada lado de la zona

de trabajo.

B.3 Trabajos en instalaciones con condensadores que permitan una acumulación peligrosa de energía.

Para dejar sin tensión una instalación eléctrica con condensadores cuya capacidad y tensión permitan una acumulación peligrosa de energía eléctrica se seguirá el siguiente proceso:

- Se efectuará y asegurará la separación de las posibles fuentes de tensión mediante su desconexión, ya sea con corte visible o testigos de ausencia de tensión fiables.
- Se aplicará un circuito de descarga a los bornes de los condensadores, que podrá ser el circuito de puesta a tierra y en cortocircuito a que se hace referencia en el apartado siguiente cuando incluya un seccionador de tierra, y se esperará el tiempo necesario para la descarga.

Se efectuará la puesta a tierra y en cortocircuito de los condensadores. Cuando entre éstos y el medio de corte existan elementos semiconductores, fusibles o interruptores automáticos, la operación se realizará sobre los bornes de los condensadores.

B.4 Trabajos en transformadores y en máquinas en alta tensión.

Para trabajar sin tensión en un transformador de potencia o de tensión se dejarán sin tensión todos los circuitos del primario y todos los circuitos del secundario. Si las características de los medios de corte lo permiten, se efectuará primero la separación de los circuitos de menor tensión. Para la reposición de la tensión se procederá inversamente.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión el primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

Antes de manipular en el interior de un motor eléctrico o generador deberá comprobarse:

- Que la máquina está completamente parada.
- Que están desconectadas las alimentaciones.
- Que los bornes están en cortocircuito y a tierra.
- Que la protección contra incendios está bloqueada.
- Que la atmósfera no es nociva, tóxica o inflamable.

Trabajos en proximidad de elementos en tensión (ANEXO V. R.D. 614/2001)

Disposiciones generales:

En todo trabajo en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo permita.

A.1 Preparación del trabajo.

Antes de iniciar el trabajo en proximidad de elementos en tensión, un trabajador autorizado, en el caso de trabajos en baja tensión, o un trabajador cualificado, en el caso de trabajos en alta tensión, determinará la viabilidad del trabajo, teniendo en cuenta lo dispuesto en el párrafo anterior y las restantes disposiciones del presente anexo.

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo posible:

- El número de elementos en tensión.
- Las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión, mediante la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características (mecánicas y eléctricas) y forma de instalación garanticen su eficacia protectora.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, siguen existiendo elementos en tensión cuyas zonas de peligro son accesibles, se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro; la delimitación será eficaz respecto a cada zona de peligro y se efectuará con el material adecuado.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles, además, la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

Sin perjuicio de lo dispuesto en los apartados anteriores, en las empresas cuyas actividades habituales conlleven la realización de trabajos en proximidad de elementos en tensión, particularmente si tienen lugar fuera del centro de trabajo, el empresario deberá asegurarse de que los trabajadores poseen conocimientos que les permiten identificar las instalaciones eléctricas, detectar los posibles riesgos y obrar en consecuencia.

A.2 Realización del trabajo.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo. La vigilancia no será exigible cuando los trabajos se realicen fuera de la zona de proximidad o en instalaciones de baja tensión.

Disposiciones particulares

B.1 Acceso a recintos de servicio y envolventes de material eléctrico.

El acceso a recintos independientes destinados al servicio eléctrico o a la realización de pruebas o ensayos eléctricos (centrales, subestaciones, centros de transformación, salas de control o laboratorios), estará restringido a los trabajadores autorizados, o a personal, bajo la vigilancia continuada de éstos, que haya sido previamente informado de los riesgos existentes y las precauciones a tomar.

Las puertas de estos recintos deberán señalizarse indicando la prohibición de entrada al personal no autorizado. Cuando en el recinto no haya personal de servicio, las puertas deberán permanecer cerradas de forma que se impida la entrada del personal no autorizado.

La apertura de celdas, armarios y demás envolventes de material eléctrico estará restringida a trabajadores autorizados

El acceso a los recintos y la apertura de las envolventes por parte de los trabajadores autorizados sólo podrá realizarse, en el caso de que el empresario para el que estos trabajan y el titular de la instalación no sean una misma persona, con el conocimiento y permiso de este último.

B.2 Obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas (como ocurre a menudo, por ejemplo, en la edificación, las obras públicas o determinados trabajos agrícolas o forestales) deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de este Real Decreto, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.

Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

Trabajos en tensión (ANEXO III. R.D. 614/2001)

Disposiciones generales:

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. El método de trabajo empleado y los equipos y materiales utilizados deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

Entre los equipos y materiales citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.

- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc)
- Las pértigas aislantes
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:

5.1. Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.

5.2. Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en gama media de tensiones.

5.3. Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión. Este es el método más utilizado en los trabajos realizados en redes aéreas de baja tensión que se detalla a continuación.

TRABAJOS EN ALTURA

Medidas generales

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

1.- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos. Sin embargo, si existiera la necesidad ineludible de trabajos simultáneos sobre la misma vertical, se instalarán protecciones (redes, marquesinas, etc.).
2.- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
3.- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.
4.- Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

Para evitar la caída de personas:

1.- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior

a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La altura de 2,00 m. a la que se hace mención se medirá desde la superficie en la que esté situado el trabajador hasta la del nivel inferior en la que quedaría retenido el mismo si no se dispusiera de un medio de protección.

La altura mínima de las barandillas se fija, al igual que en otras normativas, en 90 cm. No obstante, se debe considerar que tanto por los ensayos realizados en España, como en otros países europeos, y debido al incremento de la talla media de las personas, la altura mínima de recogida que se hace constar en distintas Normas Europeas, por ejemplo, la Norma UNE 76502:1990 "Andamios de servicio y de trabajo, con elementos prefabricados. Materiales, medidas, cargas de proyecto y requisitos de seguridad", es de 100 cm. Por otra parte, en la Norma UNE-EN 1495:1998 "Plataformas Elevadoras o Plataformas Elevadoras sobre Mástil", la citada altura se fija en 110 cm.

Se entiende como "otros sistemas de protección colectiva de seguridad equivalente" aquellos destinados a impedir la caída a distinto nivel como pueden ser: cerramiento de huecos con tapas, entablados continuos, mallazos, etc.

La cita del texto "reborde de protección" se refiere al rodapié.

2.- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse arnés de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

Se entiende por "trabajos en altura" aquellos que se ejecutan en un lugar por encima del nivel de referencia, entendiendo como tal la superficie sobre la que se puede caer. Tal y como se indica en el apartado anterior, a partir de 2,00 m. se requiere la protección contra las caídas de altura; ello no significa que cuando se trabaje en alturas inferiores no deban utilizarse los medios y equipos adecuados para cada caso.

Para la realización de trabajos en altura se pueden plantean tres opciones:

♦ Utilizar equipos de trabajo específicamente diseñados o proyectados para la naturaleza de la tarea a la que se destinan (plataformas elevadoras, andamios, escaleras, etc.).

Cada uno de estos equipos deberá cumplir los requisitos establecidos en la normativa que le corresponda. Además de los artículos de la Ordenanza Laboral de la Construcción citados en el apartado anterior (cuando sean de aplicación), la citada normativa incluye: RD 1435/1992, de 27 de noviembre (BOE n° 297, de 11 de diciembre), por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, modificado por el RD 56/1995, de 20 de enero (BOE n° 33, de 8 de febrero); RD 1215/1997 "Equipos de trabajo", modificado por el RD 2177/2004 “Equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura”; del RD 486/1997 "Lugares de trabajo”; etc. Asimismo se tendrá en cuenta la Directiva 2001/45/CE - pendiente de transposición al Derecho español -, de 27 de junio de 2001, por la que se modifica la Directiva 89/655/CEE, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

♦ Instalar las protecciones colectivas citadas en este apartado (barandillas, plataformas o redes de seguridad) en función de cada uno de los puestos de trabajo.

Existen dos tipos diferentes de protecciones colectivas: las que impiden la caída (barandillas, entablados, redes de seguridad tipo U, etc.) y las que simplemente la limitan (redes de seguridad tipos S, T, V, etc.). Resulta más adecuado utilizar las citadas en primer lugar, dado que el nivel de seguridad que proporcionan es mayor.

♦ Si no es técnicamente posible aplicar ninguna de las dos opciones A o B anteriores se recurrirá a la utilización de protección individual. Esta solución final se llevará a cabo con carácter excepcional previa justificación técnica. Hay que resaltar que en ocasiones, aun a pesar de instalarse medios de protección colectiva, éstos no eliminan totalmente el riesgo, siendo necesario emplear equipos de protección individual como complemento. Estos equipos podrán ser sistemas de sujeción o anticaídas.

No obstante lo anterior, y siempre que sea posible, se dará preferencia a la protección colectiva frente a la individual, tal y como se especifica en el principio de acción preventiva del artículo 15.1.h) de la LPRL: "anteponer la protección colectiva a la individual".

En todos los casos es requisito imprescindible que el acceso al lugar donde deba realizase el trabajo en altura sea seguro.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.

- Arnés anticaídas.

Escaleras de mano (R.D. 1215/1997 y R.D. 2177/2004):

1. Las escaleras de mano se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada. Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensiones adecuadas y estables, resistentes e inmóviles, de forma que los travesaños queden en posición horizontal. Las escaleras suspendidas se fijarán de forma segura y, excepto las de cuerda, de manera que no puedan desplazarse y se eviten los movimientos de balanceo.
2. Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente. Las escaleras de mano para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede. Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada.

Las escaleras con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas. Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal.

3. El ascenso, el descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a éstas. Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas. El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
4. No se emplearán escaleras de mano y, en particular, escaleras de más de cinco metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías. No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
5. Las escaleras de mano se revisarán periódicamente. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos. os espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm., como máximo.
6. Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.

7. No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

8. Escaleras de madera:

- La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
- Los largueros serán de una sola pieza.
- Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
- Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

10. Escaleras metálicas:

- Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
- Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

11. Escaleras de tijera:

- Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
- Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.

Andamios (R.D. 1215/1997, R.D. 2177/2004 y R.D. 1627/1997):

1. Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

2. Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, deberá efectuarse un

cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

3. En función de la complejidad del andamio elegido, deberá elaborarse un plan de montaje, de utilización y de desmontaje. Este plan y el cálculo a que se refiere el apartado anterior deberán ser realizados por una persona competente, con una formación universitaria que lo habilite para la realización de estas actividades. Este plan podrá adoptar la forma de un plan de aplicación generalizada, completado con elementos correspondientes a los detalles específicos del andamio de que se trate.

A los efectos de lo dispuesto en el párrafo anterior, el plan de montaje, de utilización y de desmontaje será obligatorio en los siguientes tipos de andamios:

- Plataformas suspendidas de nivel variable (de accionamiento manual o motorizado), instaladas temporalmente sobre un edificio o una estructura para tareas específicas, y plataformas elevadoras sobre mástil.
- Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados sobre terreno natural, soleras de hormigón, forjados, voladizos u otros elementos cuya altura, desde el nivel inferior de apoyo hasta la coronación de la andamiada, exceda de seis metros o dispongan de elementos horizontales que salven vuelos y distancias superiores entre
- apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
- Andamios instalados en el exterior, sobre azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores cuya distancia entre el nivel de apoyo y el nivel del terreno o del suelo exceda de 24 metros de altura.
- Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura desde el punto de operación hasta el suelo.

Sin embargo, cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado “CE”, por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

4. Los elementos de apoyo de un andamio deberán estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante deberá tener una capacidad suficiente. Se deberá garantizar la estabilidad del andamio. Deberá impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios

móviles durante los trabajos en altura.

5. Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deberán ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se montarán de tal forma que sus componentes no se desplacen en una utilización normal de ellos. No deberá existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

6. Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes

deberán contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el centro de trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.

7. Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos de conformidad con las disposiciones del artículo 5, destinada en particular a:

- La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.
- La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.
- Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
- Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.
- Las condiciones de carga admisible.
- Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.

Tanto los trabajadores afectados como la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje mencionado en el apartado 4, incluyendo cualquier instrucción que pudiera contener.

Cuando, de conformidad con el apartado 4, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del

Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

8. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente, con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- Antes de su puesta en servicio.
- A intervalos regulares en lo sucesivo.
- Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Cuando, de conformidad con el apartado 4, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, utilización y desmontaje, las operaciones previstas en este apartado podrán también ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico, conforme a lo previsto en el apartado 1 del artículo 35 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

Persona competente: es aquella que ha sido designada expresamente por el empresario para el desarrollo de las tareas de que se trate, teniendo en cuenta sus conocimientos técnicos y formación profesional, experiencia y formación preventiva.

9. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

10. Cuando se utilicen andamios normalizados se entenderán como aceptables las medidas fijadas en la norma correspondiente.

11. En el caso de que se empleen andamios no normalizados las dimensiones mínimas recomendadas son:

- Anchura de plataformas de trabajo: 60 cm.
- Anchura de pasarelas: 50 cm.
- Anchura de escaleras internas: 50 cm.
- Barandillas: altura de pasamanos 90 cm. Plinto o rodapié de 15 cm. Barra intermedia que limite el hueco entre éste y el pasamanos o plinto a un máximo de 47 cm, o bien disponer de barrotes verticales u otros elementos que garanticen un nivel de seguridad equivalente.

12. La empresa a cuyo cargo se instale el andamio deberá establecer el procedimiento necesario

para que una persona competente realice las inspecciones y pruebas correspondientes.

13. Los resultados de las inspecciones deberán documentarse y estar a disposición de la autoridad laboral. Los mismos se conservarán durante el tiempo que permanezca instalado el andamio, en cumplimiento del artículo 4.4 del antes citado RD 1215/1997
"Equipos de trabajo".
14. Se entiende por "andamios móviles" aquellas estructuras de servicio cuya movilidad es posible por medio de ruedas. Deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios. Los dispositivos y las instrucciones para evitar los desplazamientos involuntarios deberán quedar reflejados en las especificaciones del fabricante o en la documentación elaborada por la persona competente que haya realizado el diseño del andamio.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general.
- Arnés anticaídas.
- Redes de seguridad.

Cuerdas (R.D.2177/2004)

La utilización de las técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas cumplirá las siguientes condiciones:

1. El sistema constará como mínimo de dos cuerdas con sujeción independiente, una como medio de acceso, de descenso y de apoyo (cuerda de trabajo) y la otra como medio de emergencia (cuerda de seguridad).
2. Se facilitará a los trabajadores unos arneses adecuados, que deberán utilizar y conectar a la cuerda de seguridad.
3. La cuerda de trabajo estará equipada con un mecanismo seguro de ascenso y descenso y dispondrá de un sistema de bloqueo automático con el fin de impedir la caída en caso de que el usuario pierda el control de su movimiento. La cuerda de seguridad estará equipada con un dispositivo móvil contra caídas que siga los desplazamientos del trabajador.
4. Las herramientas y demás accesorios que deba utilizar el trabajador deberán estar sujetos al arnés o al asiento del trabajador o sujetos por otros medios adecuados.
5. El trabajo deberá planificarse y supervisarse correctamente, de manera que, en caso de emergencia, se pueda socorrer inmediatamente al trabajador.
6. De acuerdo con las disposiciones del artículo 5 del R.D. 1215/1997, se impartirá a los trabajadores afectados una formación adecuada y específica para las operaciones previstas,

destinada, en particular, a:

- Las técnicas para la progresión mediante cuerdas y sobre estructuras.

- Los sistemas de sujeción.
- Los sistemas anticaídas.
- Las normas sobre el cuidado, mantenimiento y verificación del equipo de trabajo y de seguridad.
- Las técnicas de salvamento de personas accidentadas en suspensión.
- Las medidas de seguridad ante condiciones meteorológicas que puedan afectar a la seguridad.
- Las técnicas seguras de manipulación de cargas en altura.

En circunstancias excepcionales en las que, habida cuenta de la evaluación del riesgo, la utilización de una segunda cuerda haga más peligroso el trabajo, podrá admitirse la utilización de una sola cuerda, siempre que se justifiquen las razones técnicas que lo motiven y se tomen las medidas adecuadas para garantizar la seguridad.»

Plataforma elevadora.

Véase “Plataforma elevadora autopropulsada” en el apartado de Maquinaria y Medios Auxiliares.
Equipos de Protección Individual y Colectiva: Equipos de protección general.

Línea de vida.

Las llamadas “Líneas de Vida” proporcionan al usuario un punto de anclaje móvil para el arnés anticaídas en todo el recorrido por los lugares con peligro de caída desde altura, adaptándose a todo tipo de recorridos.

Está compuesta por:

- Una línea (cuerda, cable, carril, etc.) que partiendo de un lugar seguro recorre toda la zona de peligro a la que se ha de acceder.
- Unas piezas intermedias de sujeción (de la cuerda, cable, carril, etc.) que unen la línea a la estructura.
- Un carro (al cual se engancha el arnés anticaídas) que discurre libremente por la línea, teniendo un único punto de entrada-salida (en el lugar seguro) y desplazándose por encima de las piezas intermedias de sujeción sin que haya que soltarlo en ningún tramo del recorrido.

Este sistema permite al usuario enganchar su arnés anticaídas a la línea en lugar seguro y recorrer toda la zona de peligro sin tener que soltar nunca su arnés anticaídas, ya que el carro al

cual lo lleve enganchado pasa por todas las piezas intermedias de sujeción de la línea.

El método de trabajo consistirá en:

- Verificar el buen estado de los equipos y materiales a utilizar (cuerda, cable, carril, arnés anticaídas, etc.).
- Verificar el estado del elemento donde se realizará el trabajo en altura.
- Instalar la 'línea de vida' que garantice la seguridad en el ascenso, descenso.
- Acceder al elemento en altura (enganchando el arnés anticaídas a la línea de vida).
- Realizar el trabajo.
- Descender del elemento en altura y desmontar la 'línea de vida'.
- Recoger los equipos y materiales.

Para el trabajo en altura en apoyos, tanto metálicos, de madera como de hormigón se seguirán las instrucciones de ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L.U.:

- AES00100. Trabajos en altura en líneas aéreas sobre apoyos metálicos-madera-hormigón. Líneas de Vida.
- IES00100. Trabajos en altura en líneas aéreas sobre apoyos metálicos de celosía.
- Líneas de Vida.
- Equipos de Protección Individual y Colectiva:
- Equipo de protección general.
- Casco con barbuquejo.
- Arnés anticaídas completo.
- Línea de Vida.

MANIPULACIÓN DE CARGAS

Manipulación manual de cargas (R.D. 487/1997)

Se evitará en lo posible la manipulación manual de cargas, utilizando medios mecánicos como transpaletas manuales y carretillas automotoras.

Como norma general, nunca se levantarán manualmente cargas superiores a 25 Kg.

Si es preciso realizar labores de manipulación manual de cargas voluminosas, pesadas o irregulares, se pedirá ayuda de uno o varios compañeros si es posible.

En los casos en que se transporte entre 2 o más operarios, sólo uno será el responsable de la maniobra.

En labores de carga manual, manipular las cargas sobre superficies estables, de forma que

no sea fácil perder el equilibrio.

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos, los materiales o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Cargar los materiales de forma simétrica (levantar enderezando las piernas con la espalda recta y los brazos pegados al cuerpo).

Acondicionar la carga de forma que se impidan los movimientos del contenido.

En el transporte, se tratará de aproximar la carga (su centro de gravedad) lo más posible al cuerpo, andando en pasos cortos y manteniendo el cuerpo erguido.

La carga se transportará de forma que no impida ver y que estorbe lo menos posible el andar natural.

Se evitará, en la medida de lo posible, el movimiento de rotación del tronco en la manipulación manual de cargas.

Es conveniente que la anchura de la carga no supere la anchura de los hombros 860 cm. aproximadamente).

La profundidad de la carga no debería superar los 50 cm., aunque es recomendable que no supere los 35 cm.

Se prohíbe el transporte y la manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Se evitará manejar cargas subiendo cuestas, escalones o escaleras.

Se deberá evitar las corrientes de aire frío en los locales interiores y las ráfagas de viento en el exterior

El calzado constituirá un soporte adecuado para los pies, será estable, con la suela no deslizante, y proporcionará una protección adecuada del pie contra la caída de objetos.

En el manejo de cargas se seguirán los siguientes pasos:

- Planificar el levantamiento.
- Colocar los pies en frente de la carga, ligeramente paralelos; asir la misma con las palmas de las manos y la base de los dedos, no con la punta de los mismos.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos.
- Se situará la carga cerca del cuerpo.
- Se mantendrá la espalda recta.
- No se doblará la espalda al levantar o bajar una carga.
- Se usarán los músculos más fuertes, los de las piernas flexionándolas, nunca los de los brazos o la espalda.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica y calzado de seguridad
- Para trabajos continuados es obligatorio el uso de “cinturón antilumbago”.

Manipulación mecánica de cargas

Las medidas preventivas para trabajos con Camión Grúa autocargante o Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Grúa autopropulsada están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Las medidas preventivas para trabajos con Herramientas de izado están descritas en el apartado específico para estos trabajos.

Como norma general se seguirán las siguientes medidas preventivas:

- Adecuar las cargas correctamente.
- Controlar las maniobras por una persona cualificada.
- Realizar un correcto mantenimiento de los equipos necesarios para realizar las cargas y descargas de los materiales.
- Se prohibirá la permanencia de personas bajo cargas suspendidas.
- Si existieran líneas eléctricas cercanas a las zonas de acopio las maniobras deberán estar guiadas por un trabajador cualificado según el RD 614/2001 De 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgos eléctrico”
- Los materiales se almacenarán de forma racional, de manera que no se produzcan derrumbamientos ni deslizamientos.
- Evitar realizar trabajos en la misma vertical.
- Utilizar cuerda de servicio.
- Los aparatos elevadores, grúas, etc., deberán ser utilizadas solo por personal especializado, un operario cualificado para su trabajo, con el carné correspondiente.
- Se prohíbe retirar las protecciones de los aparatos elevadores, grúas, camión-grúa, etc.
- Colocación de topes.
- Utilizar elementos estrobos y eslingas adecuados al peso que se debe manipular.
- Comprobación del buen estado de las eslingas, cadenas, ganchos, etc.
- Adecuar la maquinaria a utilizar al peso y dimensiones de la carga.
- No se utilizará una máquina para elevar cargas si no está diseñada para ello. Equipos de Protección Individual y Colectiva:
- Equipo de protección general: ropa de trabajo, guantes de protección mecánica, calzado de

seguridad y casco con barbuquejo

MANIPULACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (R.D. 379/2001)

El posible efecto nocivo de los contaminantes químicos sobre la salud, debido a su presencia en los ambientes laborales, debe ser considerado en el marco de la acción tóxica que en general pueden ejercer las sustancias químicas.

Se entiende por acción tóxica o toxicidad a la capacidad relativa de un compuesto para ocasionar daños mediante efectos biológicos adversos, una vez ha alcanzado un punto susceptible del cuerpo. Esta posible acción tóxica significa que la exposición a los contaminantes comporta un riesgo, el cual se puede definir como la probabilidad de que produzcan los efectos adversos señalados, bajo las circunstancias concretas de la exposición.

La toxicidad es uno de los factores que determinan el riesgo, pero éste responde además a otros factores como la intensidad y la duración de la exposición, la volatilidad del compuesto y el tamaño de las partículas. El concepto de toxicidad se refiere a los efectos biológicos adversos que pueden aparecer tras la interacción de la sustancia con el cuerpo; mientras que el concepto de riesgo incluye además la probabilidad de que se produzca una interacción efectiva.

Clasificación:

Gases: Penetran fácilmente en el cuerpo por inhalación y suelen absorberse con facilidad. No es frecuente su absorción por piel o por ingestión.

Líquidos: El mayor riesgo se produce por inhalación de sus vapores, que se comportan como gases, y de sus aerosoles. El contacto con la piel puede producir efectos importantes, en especial en zonas delicadas como los ojos.

Sólidos: Pueden ser inhalados en forma de polvo o aerosol, pero su penetración profunda en el aparato respiratorio sólo se produce cuando las partículas tienen un tamaño inferior a 5 micras. Es particularmente importante la característica de su posible solubilización en fluidos biológicos (sangre, etc), ya que condiciona el tipo de efecto tóxico.

Ámbito de aplicación:

Se aplica a las instalaciones de almacenamiento, carga y descarga y trasiego de los líquidos inflamables y combustibles comprendidos en la clasificación establecida en el artículo 4, «Clasificación de productos», con las siguientes excepciones:

- Los almacenamientos con capacidad inferior a 50 l de productos de clase B, 250 ll de clase C o 1.000 l de clase D.

- Los almacenamientos integrados dentro de las unidades de proceso, cuya capacidad estará limitada a la necesaria para la continuidad del proceso.
- Las instalaciones en las que se cargan/descargan contenedores cisterna, camiones cisterna o vagones cisterna de líquidos inflamables o combustibles deberán cumplir esta ITC aunque la carga/descarga sea a/de instalaciones de proceso.
- Los almacenamientos de GLP (gases licuados de petróleo) o GNL (gases naturales licuados) que formen parte de una estación de servicio, de un parque de suministro, de una instalación distribuidora o de una instalación de combustión.
- Los almacenamientos de líquidos en condiciones criogénicas (fuertemente refrigerados).
- Los almacenamientos de sulfuro de carbono.
- Los almacenamientos de peróxidos orgánicos.
- Los almacenamientos de productos cuyo punto de inflamación sea superior a 150 °C.
- Los almacenamientos de productos para los que existan reglamentaciones de seguridad industrial específicas.

Medidas preventivas:

Se tendrá en cuenta para el almacenaje, trasiego y operaciones de mantenimiento, lo dispuesto en las instrucciones complementarias ITC MIE-APQ 1 “Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles” e ITC MIE-APQ 7 “Almacenamiento de líquidos tóxicos”.

Equipos de Protección Individual y Colectiva:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección frente a agentes químicos
- Calzado de seguridad
- Gafas o pantalla para protección facial
- Mascarilla

10.3.2.3 Relativos al proceso constructivo

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

Replanteo y estaquillado

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales y específicos.

Equipos de Protección Individual:

- Ropa de trabajo con protección frente al frío,
- Calzado de protección.

Acopio y manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.
A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

Replanteo y estaquillado

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales y específicos.

Equipos de Protección Individual:

- Ropa de trabajo con protección frente al frío,
- Calzado de protección.

Acopio y manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.
A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo / acopio de materiales tóxico / peligrosos.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.
- A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecida para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con placas normalizadas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Excavaciones

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasen en 1 m el borde de estas.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor.
- Las máquinas excavadoras y camiones sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Polvo ambiental.

- A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.
- En caso necesario se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras. (Ver anexos).

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.

- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.

Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocución por ambientes húmedos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

Vertido mediante cubo con grúa:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de

izado y transporte de este con la grúa.

- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, arnés de seguridad con sistema de anclaje adecuado.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

Hormigonado de pilares y vigas:

- Durante el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde la torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios construidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para esta función serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Chaleco de alta visibilidad.
- Arnés anticaídas
- Rodilleras
- Botas de goma

Montaje de estructuras metálicas y prefabricadas

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.

- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.
- A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:
- Se señalizarán y acotaran las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas / equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno o, según los casos, se señalizaran adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos. Si en algún momento tiene que trabajarse en altura se seguirán las medidas de prevención reflejadas para trabajos en altura.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos / estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la legislación vigente.
- En el caso de desplazamiento de operarios sobre la estructura, se instalarán líneas de vida para anclaje de los arneses anticaída provistos de absorción de energía., y también en aquellos casos en los que el trabajo no se pueda realizar con una plataforma elevadora o no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un plan de seguridad específico al efecto.

Colocación de refuerzos y recrecidos:

-Durante la ejecución de taladros u otras operaciones, las herramientas estarán amarradas al apoyo por medio de eslingas, al igual que las barras. Estas siempre estarán sujetas al menos por una de

sus partes hasta que quede colocada definitivamente.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Gafas de protección.
- Línea de vida
- Absorbedor de energía
- Arnés anticaídas

Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

- En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:
-
- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobado o desestrobado de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo sólo en el momento del acoplamiento.

Equipos de Protección Individual:

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de protección mecánica.
- Arnés anticaídas, línea de vida y absorbedor de energía.

Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores aéreos

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos durante el tendido y regulado de conductores.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Contactos eléctricos.
- Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).
- Golpes por objetos o herramientas desprendidas.
- Exposición a contactos eléctricos debido o bien a la proximidad de elementos en alta tensión lo que puede ocasionar daños por contacto directo.
- Riesgos eléctricos producidos por la inducción del circuito en tensión.
- Descargas atmosféricas.

Medios de Protección colectivos.

- Equipos de puesta a tierra.
- Pértigas para equipos de puesta a tierra.
- Verificador de ausencia de tensión.
- Pértiga para verificador de ausencia de tensión.
- Líneas de vida.
- Elementos para sistema anticaídas.
- Señales de tráfico de prohibición, peligro, obligación, etc.

Equipos de Protección Individual.

- Equipo general de protección
- Ropa para tiempo frío y lluvioso
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantalla facial

- Casco de seguridad con barbuquejo (1 por persona)
- Guantes de cuero (según necesidades)
- Guantes aislantes (según necesidades)
- Dispositivo deslizante anticaídas (1 por persona)
- Cinturón de seguridad con arnés anticaídas (1 por persona)

Colocación de poleas y cadenas de aisladores

- Siempre que sea posible, las cadenas de aisladores se montarán en el suelo. Cuando esto sea posible las poleas se unirán a las cadenas para proceder a colocarlas en las crucetas de los apoyos. Se comprobará, antes de iniciar el ascenso, que están puestos todos los pasadores necesarios y que estos han sido abiertos.
- El personal que realice esta operación debe ser un personal cualificado con experiencia y con aptitudes para realizar trabajos en altura.

Tendido de conductor:

Antes de iniciar los trabajos se realizará un estudio del cantón a tender por parte del jefe de obra y del jefe de trabajos para ver el procedimiento de tendido particularizado en cada caso en función de la orografía del terreno y condiciones climáticas puntuales, teniendo en cuenta vientos dominantes en la zona, longitudes de vano, posibilidad de emplazamiento de maquinas etc.

Trabajos en altura en torres:

Para la realización de trabajos (incluidos ascensos, descensos y desplazamientos) por encima de los 2 m de altura, es obligatorio el uso de la Línea de Seguridad. Para trabajos en altura (a más de 2 metros del suelo), se utilizará:

- Sistema anticaídas (ver croquis):
- En todos los trabajos en altura, incluyendo ascensos, descensos y desplazamientos, el trabajador estará permanente sujeto.
- Los operarios subirán a los apoyos por el centro de una cara de línea, si bien previamente se habrá señalizado en la base las patas de la cara por las que se subirá. La cuerda de vida se tratará de colocar lo más centrada posible en esa cara.
- Para el ascenso y descenso de materiales, herramientas, máquinas portátiles, etc. se realizará mediante cuerdas de servicio y se introducirán en bolsas portaherramientas o se sujetarán sólidamente a las cuerdas. Además se guiarán con cuerdas desde abajo para evitar su balanceo. La cuerda de servicio se colocará por dentro de las celosías del apoyo, por donde se subirán los materiales, o por la cara del circuito que tengamos en descargo

- Se procurará que todas las cuerdas utilizadas estén secas y fuertemente amarradas para evitar que puedan soltarse y tocar los conductores en tensión.
- La línea de vida no se retirará hasta que no estén finalizados todos los trabajos en la torre.

Comunicación

- La comunicación entre los distintos lugares utilización de radioteléfonos portátiles.
- Se funcionamiento a la utilización en la obra.de operaciones se realizará mediante la ha de comprobar previamente el buen

Emplazamiento de las maquinarias de freno y tendido

- Se buscarán los lugares más idóneos, aquellos que reúnan las siguientes condiciones:

ƒ Han de disponer de buenas salidas para los cables, conductores y pilotos.

ƒ Deben posibilitar que no cargue mucho el apoyo de la línea. (La distancia horizontal entre la maquinaria y el apoyo, ha de ser más de 2 veces la altura del apoyo).

ƒ En casos especiales se atirantarán las crucetas en sentido vertical aunque es recomendable cambiar a otro emplazamiento en caso de cargar mucho el apoyo.

ƒ En la ubicación del freno se ha de tener en cuenta el espacio para las bobinas del conductor, debiendo situar las bobinas para que el cable entre en el freno sin forzar.

ƒ La máquina de freno deberá estar arriostrada.

ƒ Los anclajes para las máquinas de tendido se colocarán en la dirección que marca el enganche de éstas.

ƒ Han de estar previstos los anclajes para los cables una vez hayan sido tendidos.

Tendido de conductores

- Para cada sección de tendido, previamente se realizará un recorrido por el mismo, con el fin de detectar todos los posibles problemas que puedan surgir, y delimitar la situación tanto de la máquina de tiro como la de freno.
- Entre el cable piloto y el conductor a tender, deberá colocarse un dispositivo giratorio para que no se transmita torsión del cable piloto al conductor.
- Para todas las operaciones de retenida de conductores, se utilizarán tractels, pul-lift, ranas adecuadas a cada tipo de conductor.
- Se distribuirá personal por toda la serie o cantón a tender, de tal forma que puedan controlar el posterior avance del cable conductor por los apoyos, detectando cualquier anomalía lo antes

posible para que no se produzcan roturas o accidentes. Se dispondrá de un sistema de comunicación con el emplazamiento del cabrestante.

- El freno se irá graduando regularmente hasta que el conductor llegue a un punto ideal de altura.
- Una vez levantado el piloto y habiendo cargado previamente el freno con el cable conductor, se procederá a arriar el freno al mismo tiempo que el cabrestante de tiro se pone en marcha.
- No se deben introducir manos, barras, etc. en las panes móviles de las máquinas en funcionamiento (engranajes, bobinas, tambor de freno, etc.), por el riesgo de atrapamientos o golpes.
- Se mandarán parar las máquinas para subsanar cualquier anomalía que pueda surgir.
- En caso de descarrilamiento de los cables, la maniobra la efectuarán como mínimo dos personas. Durante este trabajo, el que baje a la polea desde la cruceta a colocar
- Como medida preventiva se procederá al atirantado de la crucetas en sentido vertical.
- El personal que esté en lo alto de los apoyos, se situará en el centro de éstos mientras se esté regulando.
- Cuando se proceda a marcar los cables el operario lo hará amarrado a la cruceta, tanto si lo realiza desde ella como si tiene que salir al cable.
- El personal de tierra estará pendiente del trabajo que se realiza arriba cuidando de no ponerse debajo de la zona de trabajo. Los equipos de tierra no colocarán máquinas para trabajar en la vertical de los operarios de arriba.

Como se habrán regulado los cables pasado el amarre, en la punta de cruceta él tense estará compensado. Solamente hará falta retener los cables a un lado y otro del apoyo, cortar cables, bajarlos, hacer grapas, enganchar cadenas, subir otra vez y al fin aflojar la retenida. Al cortar los cables se retendrán bien con el fin de que no se escapen o caigan. Si es posible se cortarán en el suelo. Los operarios que salgan a la cadena a preparar la maniobra se atarán a la cruceta.

El engrapado en torres de suspensión se realizará colocándose el operario en una escalera suspendida, para evitar que tenga que posicionarse en el propio cable.

La colocación de antivibradores y separadores se realizará seguidamente de la operación de engrapado, ya que las escaleras deben ser utilizadas para la realización de esta operación. Los operarios estarán además atados a la cruceta cuando bajen a los cables.

Colocación de salvapájaros y balizado

Equipos de trabajo a utilizar en el proceso de colocación de salvapájaros:

- Maquinaria de colocación automática:

Construida para la colocación automática de las balizas diseñadas.

Estas máquinas, normalmente, usan como fuerza motriz energía eléctrica de baterías Ni-Cd, a la tensión nominal de 24 V.CC. que a su vez alimenta el control automático y mando a distancia.

El izado hasta el cable se efectúa con una pluma manual giratoria que se coloca en el apoyo.

- Otros equipos de trabajo:

Escaleras de amarre para la colocación de la máquina de colocación: Escaleras de mínimo peso, la cual colocada entre el cable y la cúpula de la torre permite desplazase por la misma para de esta manera salvando la distancia del antivibrador nos permita colocar la máquina y cargar la misma con las balizas según longitud del vano

Equipo de protección individual para trabajos en altura: Todo el personal que realiza trabajos en altura dispone de todos los equipo necesarios según normativa vigente, y en el momento de realizar los trabajos se siguen los procedimiento de la empresa los cuales obligan a usar:

- Arnés antiácida
- Cuerda de posicionamiento
- Doble gancho de posicionamiento con absorbedor
- Línea de vida
- Anticaída para línea de vida.

Procedimiento a seguir en el proceso de trabajo:

1.- Se efectuará el izado de la máquina mediante la cuerda de servicio y polea.
2.- Un vez colocada la escalera y dos trabajadores sobre ella se colocará la máquina sobre el cable en el cual se deben instalar las balizas.
3.- La máquina programada y en funcionamiento se dirige por sí sola al apoyo anterior.
4.- Una vez haya llegado al punto marcado, que en este caso será el apoyo anterior la máquina vuelva balizando el cable de fibra a lo largo de todo el vano.
5.- Una vez balizado el vano correspondiente y a través de los trabajadores ubicados en la escalera de amarre cogerán la máquina para retirarla, y mediante la cuerda de servicio bajarla a suelo.

<u>Equipos de Protección Individual.</u>

- Equipos de protección general: calzado, casco de seguridad, ropa de trabajo, guantes de

protección mecánica.

10.3.2.4 Relativos a la maquinaria y herramientas

MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS:

MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN GENERAL:

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina o se realicen tareas de mantenimiento y haya riesgo de salpicadura).
- Guantes de cuero para evitar quemaduras y salpicaduras en las manos.
- Protección auditiva cuando se prevean niveles de ruido superiores a 80-85 dB.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Factor humano:

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.
- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la maquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
- Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
- Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
- No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.

Previo al comienzo de la jornada:

- Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
- Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión, comprobar que funcionan los dispositivos luminosos.

- Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
- Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
- Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.

Durante el desarrollo de la jornada:

- No subir o bajar del vehículo en marcha.
- No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
- Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
- Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
- Cuando abandone la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado, incluso se dispondrá de calzos si fuera necesario.
- Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.

Al final de la jornada:

- Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
- Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.
- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico:

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo:

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.
- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno:

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.

- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

MAQUINARIA DE TRANSPORTE POR CARRETERA. CAMIONES

Riesgos

- Atropellos a terceros
- Vuelcos
- Quemaduras con zonas calientes del motor, etc.
- Proyección de partículas y sustancias nocivas
- Incendios y explosiones
- Caídas al ascender o descender del vehículo

Equipos de protección individual

- Utilizar guantes protectores durante la sustitución o abastecimiento del aceite lubricante.
- Utilizar calzado de seguridad.
- Usar gafas y guantes de seguridad cuando se manipule aceites, líquidos refrigerantes, ácidos o cualquier sustancia perjudicial para la salud
- Utilice el equipo de protección personal requerido para la zona donde esté, si así se requiere (chaleco reflectante, casco, etc).

Medidas preventivas

- Cerciorarse, a la hora de realizar una maniobra, que no hay nadie alrededor del vehículo y mirar atentamente por los espejos.
- Tener los elementos del vehículo en buen estado, especialmente los espejos y cristales limpios.
- Suba y baje del vehículo por los lugares indicados para ello
- Respete las normas de tráfico y la señalización de obra.
- La lubricación, conservación y reparación de este vehículo puede ser peligrosa si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No realizar estas operaciones con el motor

caliente y limpiar sus derrames.

- Exija que su vehículo sea cargado correctamente, las cargas deben ser estables y estar lo más centradas posible.
- Verificar los niveles de aceite hidráulico, de la transmisión, sistema de frenos, dirección y volquete y comprobar que no haya ninguna fuga.

MAQUINAS EXCAVADORAS:

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de

tierras en general".

- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

GRÚA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos (por contacto con partes metálicas calientes).
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).

- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar la grúa si el operario no está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:

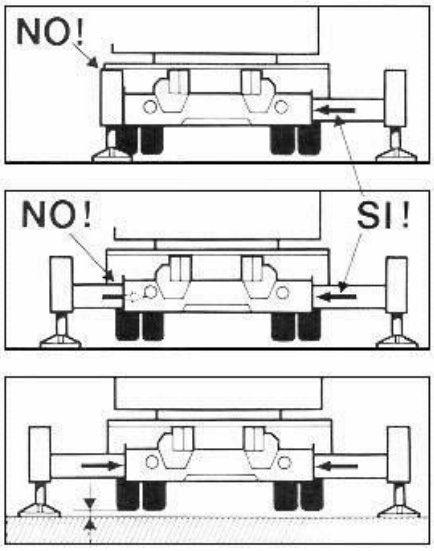
Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.

Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo

Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medidas de refuerzo y entibación que fuesen precisas. En general no se permitirá la colocación a menos de 2 m del borde del talud.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos y asegúrese que el terreno está suficientemente bien compactado.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.



Posicionamiento correcto

- Los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

<u>Peso de la carga</u>

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas implantadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga

en el lugar deseado.

- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operario se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
< 66	3
66 < Vn < 220	5
Vn > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

CAMION AUTOCARGANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Golpes por caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas, por enganche o estribado deficiente de la carga o por desestabilización del camión sobre sus calzos).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto

del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor (se estará en posesión de las acreditaciones exigidas por la legislación vigente).
- No operar el camión si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos de la pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta que deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
- Cuando la grúa se encuentre con los gatos estabilizadores en posición de trabajo, los neumáticos del camión no deben estar en contacto con el suelo
- Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos o en proximidad a taludes y excavaciones. La distancia mínima al borde de una excavación será de 2 m.
- Estabilizadores (apoyos telescópicos). Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma siempre, deberán apoyarse en terreno firme. Los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:

Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).

Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.

No desplazar la carga por encima del personal.

Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de

desprendimiento de carga.

- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar o dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operador se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale. Emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003.

Señalista

- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno las zonas que se vean afectadas por los trabajos, para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Distancias de seguridad

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	Distancia mínima Dprox-2 (m)
Vn< 66	3
66 < Vn < 220	5
Vn > 220	7

Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:

- Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.

- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
- Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo.
- Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

CAMIÓN HORMIGONERA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por

máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina

Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

Operación de vertido

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos

trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico

Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

CAMIÓN BASCULANTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.

Formación

El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

Carga de la caja

Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.

Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.

Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico

Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la

existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

DUMPER AUTOVOLQUETE:

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad. Cinturón antivibratorio.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir

perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.

- En ningún caso se llenará el cubilete hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

CARGADORES Y EXCAVADORAS COMPACTOS (BOB-CAT):

Riesgos

- Caída de personas al mismo y distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Maquinaria de movimiento de tierras en general”.
- No se permitirá el acceso ni la conducción de la máquina “bob-cat” sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la pala ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. La máquina y sus accesorios elegidos deben ser apropiados a la operación a realizar.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación de la máquina al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad. Asimismo estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.

MÁQUINA DE EXCAVACIÓN CON MARTILLO HIDRÁULICO

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos y golpes por máquinas o accesorios de máquinas
- Sobreesfuerzos.

- Contacto con sustancias nocivas
- Golpe o explosión por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra sustancias nocivas.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Medidas preventivas
- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos….
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado “Excavadoras”.

COMPACTADORES DE TAMBOR LISO

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Atrapamientos, golpes y cortaduras por accesorios de máquinas y elementos móviles.
- Vibraciones.
- Quemaduras por contacto con fluidos a alta temperatura.
- Contacto con sustancias nocivas
- Incendios por fallo eléctrico y/o combustión de líquidos inflamables
- Explosiones por rotura de las conducciones que llevan el fluido (aceite, aire comprimido)

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.

- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad frente a contacto de líquidos nocivos.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad o con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- No lleve ropas sueltas, brazaletes, cadenas, cabellos largos no recogidos….
- Haga todas las operaciones de limpieza y mantenimiento con la herramienta desconectada de su fuente de alimentación.
- Compruebe que la instalación neumática o hidráulica de la máquina es la adecuada
- Esta herramienta únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.
- Las rejillas y chapas de protección que evitan el contacto con piezas móviles deben permanecer en su sitio, bien ajustadas.
- Seguir las normas establecidas por el fabricante para el funcionamiento y mantenimiento de la máquina

MÁQUINAS HERRAMIENTAS

MÁQUINAS HERRAMIENTAS EN GENERAL:

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante ”montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda:”NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO”, retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de”MÁQUINA AVERIADA”,”MÁQUINA FUERA DE SERVICIO”, etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica. Aquella máquina que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según
- Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.

- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

CABRESTANTES DE IZADO Y DE TENDIDO

Riesgos

- Vuelco.
- Atrapamiento de extremidades con partes móviles.
- Quemaduras.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Guantes de protección.

Protecciones colectivas:

- Toma de tierra.

Medidas preventivas

- Situar el cabrestante correctamente buscando una buena salida de los cables y respetando la distancia horizontal entre la máquina y el apoyo, que debe ser mayor a dos veces la altura de este.
- Nivelar correctamente la máquina y bajar las patas traseras y delanteras hasta la suspensión de la misma. El anclaje de la máquina se realizará con estrobos sujetos a los ojales posteriores de esta.
- La máquina se conectará a un electrodo de puesta a tierra.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- Mientras la máquina está en marcha, queda prohibido tocar las partes móviles de esta, y se evitará acercarse a ella con ropas anchas o sueltas.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.

MÁQUINA DE COMPRESIÓN

Riesgos:

- Atrapamiento de extremidades
- Proyección de objetos.
- Golpes.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad homologado.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Medidas preventivas

- No superar nunca los valores especificados de presión o fuerza del equipo.
- La presión hidráulica no se aplicará a través de mangueras retorcidas.
- La bomba no se arrancará a no ser que la válvula esté en posición neutra.
- Se proporcionará apoyo firme a la bomba y cabeza de la prensa.
- No se repostará combustible con la máquina en funcionamiento.
- No arrancar la máquina en lugares cerrados o poco ventilados.
- No tocar el escape de la máquina ni las partes cercanas al mismo.
- No tocar la cabeza de la prensa mientras esté operando.
- Asegurar que se ha cerrado convenientemente la cabeza antes de comenzar la compresión.
- No transportar el equipo sosteniéndolo por las mangueras.

COMPRESOR

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).

- Guantes de goma o PVC.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

MARTILLO NEUMÁTICO

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperatura ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.
- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de arnés de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

GRUPOS ELECTRÓGENOS

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad
- Protectores auditivos
- Guantes
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 Ω.
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

EQUIPO DE SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos (en manipulación de botellas).
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Incendio y/o explosión (durante los procesos de encendido y apagado, por uso incorrecto del soplete, por montaje incorrecto o encontrarse en mal estado, por retorno de llama, por fugas o sobrecalentamientos incontrolados de las botellas de gases).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

Normas generales

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales

inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.

- Para trabajar en recintos que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.
- Los grifos y manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.
- Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explosionar; cuando se detecta esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.
-
- Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.
- Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

Uso de equipos de protección

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Normas de utilización de botellas

- Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben utilizarse y devolverse al proveedor.
- Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
- Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos
- 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.

- Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en sentidos opuestas.
- Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.
- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando con la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto, después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente, en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben comunicarse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobre presión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso él desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.
- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando, por ejemplo, agua jabonosa. Nunca se utilizará una llama para efectuar la comprobación.

- No se deberá trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufridos daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lentamente y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno de ¾ de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula de acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben realizar técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.
- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

Retorno de llama

- En caso de retorno de llama se deben seguir los siguientes pasos:
- Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
- Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
- En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
- Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto

del personal.

- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura oxiacetilénica pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

EQUIPO DE SOLDADURA ELÉCTRICA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.

- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.
- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Uso de equipos de protección

Exposición a partículas incandescentes

- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto

del personal.

- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.
- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

Medidas preventivas

Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la

máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables.

Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.
- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.

RADIALES Y ESMERILADORAS

- Riesgos
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo “hombre muerto”.
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la

herramienta.

Revisiones previas

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

Cambio del disco

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio (“ring”), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.
- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

Desconexión

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

TALADRADORAS DE MANO

Riesgos

- Atrapamientos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Riesgo eléctrico

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

Uso de Equipo de Protección Individual

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

COMPACTADORES DE PATA DE CABRA

Riesgos

- Golpes y atrapamientos por vuelco de la máquina
- Ruidos y vibraciones
- Atrapamientos por o entre objetos
- Partículas proyectadas
- Contactos térmicos y eléctricos
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias tóxicas
- Explosiones e incendios

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.

Medidas preventivas

- Asegurarse de que no existen objetos depositados y que no haya nadie en el radio de acción de la máquina.
- No abrir la tapa de los distintos circuitos con el motor en funcionamiento ni caliente
- No situar la máquina cerca de bordes de zanjas y excavaciones
- Evitar usar teléfonos o fuentes de ignición al repostar o realizar tareas de mantenimiento

HERRAMIENTAS MANUALES

HERRAMIENTAS MANUALES EN GENERAL

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos de musculo esqueléticos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos

repetitivos o continuados.

- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportaran guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario

empleará gafas contra impacto.

- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliéster.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.

- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

HERRAMIENTAS DE IZADO

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Atrapamientos.
- Vuelco de recipiente que contiene la carga.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.
- Cinturón antilumbago.
- Arnés anticaídas para trabajos en altura.

Medidas preventivas

- Las piezas serán de buena construcción, material sólido y de resistencia adecuada.
- No debería tirarse de las cadenas, cables o cuerdas que estén aprisionadas debajo de una carga, ni se harán rodar cargas sobre ellas.
- No se dejarán a la intemperie más que el tiempo necesario de trabajo para evitar su deterioro y pérdida de características mecánicas.
- Debería indicarse en lugar visible la carga máxima útil admisible.
- Las cargas deberían ser levantadas, bajadas y trasladadas lentamente.
- Resulta práctico hacer una señal en la cuerda o cable que indique el punto máximo de descenso

de la carga.

- Los tornillos empleados en la fabricación de estos aparatos deberían tener rosca de largo suficiente para permitir apretarlos en caso de necesidad.
- Aquellos que se empleen para fijar los mecanismos estarán provistos de contratuerca eficaz o arandela elástica. Los frenos instalados deberían ser capaces de resistir vez y media la carga máxima a manipular.
- Debería existir un código de señales que fuera conocido por todos los operarios que intervengan en trabajos relacionados con el izado y arrastre de cargas.
- Todos los ganchos estarán provistos de pestillo de seguridad eficaz que se revisará periódicamente.
- Todos los engranajes, ejes y mecanismos en general de los distintos aparatos deberán mantenerse lubricados y limpios.
- Todas las piezas sometidas a desgaste deberían ser observadas periódicamente.
- Los aparatos deben ser conservados en perfecto estado y orden de trabajo.
- Los aparatos deberían ser inspeccionados en su posición de trabajo al menos una vez por semana por el operario u otra persona competente.
- Los cables, cadenas, cuerdas, ganchos, etc., deberían examinarse cada día que se utilicen por el operario o personal designado. Se recomienda una inspección completa cada tres meses con expedición de certificado.
- Los brazos del trabajador se extenderán alternativamente lo más posible cuando tiren del elemento de tracción.
- El elemento de tracción no se enrollará en la mano, sino que se asirá fuertemente.
- Los pies asentarán sobre base sólida, separados o uno adelantado al otro, según el caso.
- La espalda se mantendrá siempre recta.
- Se prohibirá terminantemente situarse bajo la carga suspendida.

Eslingas

- Deberá ser adecuada a la carga y a los esfuerzos que ha de soportar.
- En ningún caso deberá superarse la carga de trabajo de la eslinga, debiéndose conocer, por tanto, el peso de las cargas a elevar. Para cuando se desconozca, el peso de una carga se podrá calcular multiplicando su volumen por la densidad del material de que está compuesta. A efectos prácticos conviene recordar las siguientes densidades relativas:

- Madera: 0,8.
- Piedra y hormigón: 2,5.
- Acero, hierro, fundición: 8.

- En caso de duda, el peso de la carga se deberá estimar por exceso.
- En caso de elevación de cargas con eslingas en las que trabajen los ramales inclinados, se deberá verificar la carga efectiva que van a soportar.
- Al considerar el ángulo de los ramales para determinar la carga máxima admitida por las eslingas, debe tomarse el ángulo mayor.
- Es recomendable que el ángulo entre ramales no sobrepase los 90º y en ningún caso deberá sobrepasar los 120º, debiéndose evitar para ello las eslingas cortas.
- Cuando se utilice una eslinga de tres o cuatro ramales, el ángulo mayor que es preciso tener en cuenta es el formado por los ramales opuestos en diagonal.
- La carga de maniobra de una eslinga de cuatro ramales debe ser calculada partiendo del supuesto de que el peso total de la carga es sustentado por:
- Tres ramales, si la carga es flexible.
- Dos ramales, si la carga es rígida.
- En la carga a elevar, los enganches o puntos de fijación de la eslinga no permitirán el deslizamiento de ésta, debiéndose emplear, de ser necesario, distanciadores, etc. Al mismo tiempo los citados puntos deberán encontrarse convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad.
- En la elevación de piezas de gran longitud es conveniente el empleo de pórticos.
- Los cables de las eslingas no deberán trabajar formando ángulos agudos, debiéndose equipar con guardacabos adecuados.
- Las eslingas no se apoyarán nunca sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales de dos eslingas distintas no deberán cruzarse, es decir, no montarán unos sobre otros, sobre el gancho de elevación, ya que uno de los cables estaría comprimido por el otro pudiendo, incluso, llegar a romperse.
- Antes de la elevación completa de la carga, se deberá tensar suavemente la eslinga y elevar aquélla no más de 10 cm. para verificar su amarre y equilibrio. Mientras se tensan las eslingas no se deberán tocar la carga ni las propias eslingas.
- Cuando haya de moverse una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.
- Nunca se tratará de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.
- Nunca deberá permitirse que el cable gire respecto a su eje.
- En caso de empalmarse eslingas, deberá tenerse en cuenta que la carga a elevar viene limitada por la menos resistente.
- La eslinga no deberá estar expuesta a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a los 60 ºC. Si la eslinga está constituida exclusivamente por cable de acero, la temperatura que no debería alcanzarse sería de 80º.
- Las eslingas se almacenarán en lugar seco, bien ventilado y libre de atmósferas corrosivas o

polvorientas.

- No estarán en contacto directo con el suelo, suspendiéndolas de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.
- No exponer las eslingas al rigor del sol o al efecto de temperaturas elevadas.
- A fin de evitar roturas imprevistas, es necesario inspeccionar periódicamente el estado de todos los elementos que constituyen la eslinga.
- La frecuencia de las inspecciones estará en relación con el empleo de las eslingas y la severidad de las condiciones de servicio. Como norma general se inspeccionarán diariamente por el personal que las utilicen y trimestralmente como máximo por personal especializado.
- Las eslingas se deben engrasar con una frecuencia que dependerá de las condiciones de trabajo, pudiéndose determinar a través de las inspecciones.
- Para el engrase deberán seguirse las instrucciones del fabricante, poniendo especial cuidado para que el alma del cable recupere la grasa perdida. Como norma general, para que la lubricación sea eficaz, se tendrá en cuenta:
- Limpiar previamente el cable mediante cepillo o con aire comprimido, siendo aconsejable la utilización de un disolvente para eliminar los restos de grasa vieja.
- Utilizar el lubricante adecuado.
- Engrasar el cable a fondo.
- Aunque una eslinga trabaje en condiciones óptimas, llega un momento en que sus componentes se han debilitado, siendo necesario retirarla del servicio y sustituirla por otra nueva.
- El agotamiento de un cable se puede determinar de acuerdo con el número de alambres rotos que según la O.G.S.H.T. es de más del 10% de los mismos contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- También se considerará un cable agotado:
- Por rotura de un cordón.
- Cuando la pérdida de sección de un cordón del cable, debido a rotura de sus alambres visibles en un paso de cableado, alcance el 40% de la sección total del cordón.

ƒ Cuando la disminución de diámetro del cable en un punto cualquiera del mismo alcance el 10% en los cables de cordones o el 3% los cables cerrados.

ƒ Cuando la pérdida de sección efectiva, por rotura de alambres visibles, en dos pasos de cableado alcance el 20% de la sección total.

ƒ Además de los criterios señalados para la sustitución de un cable, también deberá retirarse si presenta algún otro defecto considerado como grave, como por ejemplo aplastamiento, formación de nudos, cocas, etc.

ƒ Asimismo, una eslinga se desechará cuando presente deficiencias graves en los accesorios

y terminales, tales como:

- Puntos de picadura u oxidación avanzada.
- Deformaciones permanentes (doblados, aplastamientos, alargamientos, etc.).
- Zonas aplanadas debido al desgaste.
- Grietas.
- Deslizamiento del cable respecto a los terminales.
- Tuercas aflojadas.

Poleas

- Las poleas de engranajes deberían tener sus partes diseñadas con un factor de seguridad, bajo la carga máxima nominal, no menor de 8 para acero fundido y 5 para acero forjado.
- Las poleas de cadena deberían disponer de engranaje de tornillo sin fin irreversible u otro dispositivo que soporte automáticamente las cargas cuando el izado se detenga. Las gargantas tendrán los bordes redondeados, superficie lisa y dimensiones tales que el cable o cuerda corra libremente sin rozar con el motón u otras partes de suspensión. Las poleas de cadena dispondrán de gargantas con cavidades que acomoden los eslabones. La anchura mínima de la garganta será la del diámetro del elemento de tracción, para limitar la fatiga y aumentar su duración. Las partes exteriores de las poleas deberían estar protegidas con resguardos cerrados adecuados que eviten colocar el elemento de tracción fuera de lugar y que las manos sean atrapadas.
- Debería evitarse la flexión de los cables en sentido inverso, puesto que la influencia de las poleas sobre ellos es mayor que la de los tambores.
- En las gargantas redondas da mejor resultado el cable Lang. En cambio, en las vaciadas y en V las de arrollamiento cruzado.
- Las poleas deberían ser de acero soldado, forjado o fundición nodular, porque dan mejor resultado. Las de construcción soldada son menos pesadas.
- El diámetro de las poleas debe ser como mínimo 10 veces el diámetro del elemento de tracción.

Cuerdas

- Las cuerdas estarán compuestas de fibra de la mejor calidad, como ábaca u otras artificiales, que soporten al menos 800 Kg/cm2.
- Las cuerdas deberían llevar una etiqueta con los siguientes datos:
- Nombre del abastecedor o fabricante.
- Fecha de puesta en servicio.
- Carga máxima admisible.
- Cuando haya que hacer algún corte se efectuarán ligaduras de hilos a ambos lados de aquél.

- Las cuerdas no deben arrastrarse sobre superficies ásperas o con arena.
- Las cuerdas deberán protegerse contra la congelación, ácidos y sustancias destructoras, así como de los roedores.
- Si las cuerdas están mojadas, deberían colgarse en rollos sueltos en lugar seco, alejadas del calor excesivo, hasta que se sequen. Es conveniente limpiarlas si están sucias. Las cuerdas deben colgarse sobre espigas o ganchos galvanizados o clavijas de madera. También pueden enrollarse sobre plataformas de rejillas de madera, a unos 15 cm. del suelo, en lugar bien ventilado y lejos de fuentes de calor y humedad.

Cables

- Los cables estarán libres de defectos: cocas, oxidación, alambres rotos, flojos o desgastados, distorsiones, etc.
- Los ojales y gazas deberían tener incorporados guardacabos adecuados.
- Los ramales ascendente y descendente del cable deben estar en el mismo plano de las gargantas y poleas para evitar que el cable salte.
- El ángulo de desviación, o deflexión, máxima que forme el cable desde la polea principal al borde del tambor de arrollamiento debería ser:

ƒ 2º cuando el tambor es liso.
ƒ 4º cuando el tambor es acanalado.
ƒ 1º30' cuando se emplee cable antigiratorio nunca inferior a medio grado.

- Cuando exista algún cable con alambres rotos, cuya proporción no impida su utilización, se quitarán aquéllos con unas tenazas a ras de la superficie.
- Los cables se han de lubricar con grasas libres de ácidos y de buena adherencia.
- Los cables deben desbobinarse o desenrollarse correctamente, recogiéndose siempre sobre bobina o en rollo.

Cadenas

- Las cadenas serán de hierro forjado o de acero, así como los demás accesorios: anillos, ganchos, argollas.
- Las cadenas para izar y para eslingas deberían ser destempladas o normalizadas a intervalos que no excedan de:

ƒ 6 meses las de diámetro inferiores a 12,5 mm.
ƒ 6 meses las usadas para acarrear metal fundido.

ƒ 12 meses las demás.

- Se enrollarán en tambores, ejes o poleas con ranuras de tamaño y forma que permitan trabajar suavemente sin torceduras.
- Las cadenas estarán libres de cocas, nudos y torceduras. Se dispondrán almohadillas entre las aristas vivas y las cadenas.
- Debe prohibirse hacer empalmes alambrando, insertando tornillos entre eslabones, etc. Serán reparadas por personas cualificadas para ello y no deben enderezarse o colocar eslabones a martillazos.
- Las cadenas deberían retirarse cuando:

ƒ No presenten seguridad debido a sobrecargas o a destemple defectuoso o impropio.

ƒ Se hallan alargado más del 5% de su longitud.

ƒ El desgaste en los enlaces de los eslabones exceda de una cuarta parte del grueso original del eslabón.

- Las cadenas deberían ser lubricadas a intervalos frecuentes y regulares cuando estén enrolladas en tambores o pasen sobre poleas, excepto cuando puedan retener y recoger arena o arenilla y cuando sirvan de eslingas.
- Las cadenas se guardarán colgándolas de ganchos, colocadas de forma que los trabajadores no sufran sobreesfuerzos, en condiciones que reduzcan al mínimo la oxidación.
- Las cadenas que hayan estado expuestas durante horas a temperaturas extremadamente bajas serán calentadas ligeramente.

JUEGO ALZABOBINAS Y RODILLOS

Riesgos:

- Cortes
- Caídas al mismo nivel
- Sobreesfuerzos
- Atrapamiento por vuelco de bobinas
- Golpes y contacto con elementos móviles

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo
- Guantes de protección mecánica

- Botas dieléctricas
- Guantes dieléctricos
- Guantes dieléctricos
- Mantas dieléctricas, banquetas aislantes, báculos, etc.

Medidas preventivas:

- Calzar los gatos del alzabobinas para impedir su desplazamiento durante el tendido
- Evitar realizar trabajos situándose en las proximidades, especialmente delante del alzabobinas.

MEDIOS AUXILIARES:

PLATAFORMA ELEVADORA AUTOPROPULSADA

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

Antes de comenzar la maniobra

- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. No

elevar la pluma si la velocidad del viento excede de 38 Km/h. No utilizar la plataforma cerca de líneas de tendido eléctrico.

- El usuario deberá asegurarse de que el personal operador, entienda perfectamente el manejo de la plataforma.
- Respetar todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.

Durante el desplazamiento

- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad. Se debe reconocer previamente el terreno por donde se ha de desplazar la plataforma, si es necesario a pie.
- La plataforma no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Durante la maniobra

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.
- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.

Generales

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No permitir que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- No manipular materiales voluminosos, ni elevar cargas con la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.

- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.

ESCALERAS MANUALES

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras"cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará otros medios de elevación adecuados para personas, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Transporte

Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.
- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización

Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo

- estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Riesgo eléctrico

Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse “a caballo” sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas

- Escaleras manuales en general:

ƒ No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

ƒ Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pié, por ejemplo zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

- Escaleras de madera:

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

ƒ Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

- Escaleras metálicas:

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

ƒ Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni bolladuras.

- Escaleras de tijera:

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

10.3.2.5 Relativos al entorno

<u>CRUCES CON OTRAS LÍNEAS AÉREAS</u>

- La realización de trabajos en la proximidad de líneas de energía eléctrica representa un grave riesgo para las personas que los ejecutan.
- Antes de iniciar cualquier trabajo próximo a líneas de energía eléctrica, se dispondrá de los medios de protección personal y colectivos necesarios.
- Se solicitara a la empresa propietaria de las líneas a cruzar el descargo de las mismas.

- Además de las medidas indicadas en “Riesgos Eléctricos” del apartado de Riesgos Específicos, serán de aplicación las medidas propias de los siguientes apartados:

Cruzamiento por encima de Línea:

- Para cruzamientos por encima de una Línea, se deberá pedir siempre descargo de la Línea a cruzar, poniendo siempre protecciones mecánicas para evitar, en caso de accidente, la rotura de la Línea a cruzar.
- Para el caso particular del tendido de cables por encima de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación en tensión. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar (“porterías” de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).
- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.

Cruzamiento por debajo de Línea:

- Para el caso del tendido de cables por debajo de instalaciones en tensión, se tendrá en cuenta que se deben mantener, como siempre, las distancias de seguridad de la
- Tabla I del R.D. 614/2001 (en función de la tensión mayor de las existentes en las distintas instalaciones cruzadas), y además se debe proteger frente al riesgo de una posible tensión por inducción poniendo a tierra tanto el cable a tender, como las máquinas de tiro y frenado y los apoyos.
- En el caso de condiciones climática adversas no se iniciarán los trabajos, y en el caso de estar trabajando, se suspenderán.
- Ante la rotura de Líneas aérea, ya sea por encima o por debajo, es importante avisar al encargado de tajo el cual tomará las siguientes medidas:

1.- Si la rotura ha sido producida por una maquinaria es importante que la maquinaria permanezca en su punto solicitando auxilio mediante la bocina. Una vez que se garantice que se pueda abandonar la máquina con seguridad, descienda por
la escalera normalmente y desde el último peldaño se saltará lo más lejos posible evitando tocar la tierra y la máquina a la vez.
2.- Nadie se acercará a la máquina bajo ningún concepto.
3.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.

4.- Si fuera necesario, prever reordenación del tráfico.
5.- Aviso a los servicios de acerías del organismo competente, indicando: Ubicación de la avería. Rutas de acceso a la obra. Datos de la canalización.
Datos de la obra. Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

- Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

PARALELISMOS CON OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS EN SERVICIO

Para el tendido o sustitución de circuitos aéreos que estén próximos a otros circuitos en los que no se haya realizado el descargo, además de lo especificado en el punto 3.2.3 en los apartados de “Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales” y “Tendido, tensado, regulado y engrapado de conductores aéreos” se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Las maquinas de tendido se situaran sobre una superficie equipotencial creada a tal efecto mediante mallazo, se instalará un elemento aislante alrededor de toda la superficie ocupada para no crear grandes diferencias de potencial a través del paso del operario, rodeado todo de una cinta de señalización dejando acceso libre como máximo por 2 puntos (ver croquis).
- La puesta a tierra de las maquinas será conectada al mallazo.
- Se colocaran tierras rodantes a la salida del freno y a la llegada de los cables al cabrestante.
- En ningún momento se tocarán el cable piloto o los conductores a la salida del freno o llegada al cabrestante por delante de las tierras rodantes.
- Cada polea llevará una puesta a tierra para evitar problemas de inducción y descargar la línea a través de esta durante la fase de tendido. Antes de subir cada polea, deberá comprobarse el estado de la conexión de la puesta a tierra.
- Se inspeccionaran diariamente todos los latiguillos de la puesta a tierra de las poleas de tendido de los vanos donde se trabaje
- Todas las cuerdas que se utilicen en los trabajos serán de polipropileno aditivado (aislantes).
- La cuerda de vida se dejará introducida en las eslingas que estarán colocadas a intervalos nunca mayores de 3 mts.
- Se procurará que todas las cuerdas utilizadas estén secas y fuertemente amarradas para evitar que puedan soltarse y tocar los conductores en tensión.
- Las eslingas de sujeción utilizadas en el montaje de la línea de vida no se desmontarán al paso de ningún operario debiendo permanecer la cuerda en todo momento sujeta dentro del mosquetón.
- Si un operario tiene que manipular la rana de retención con las manos y está conectada a la torre a través del pull-lift, debe llevar guantes aislantes. No utilizar estrobos intermedios de fibra, pues la

inducción acabaría quemándolos. Lo mismo al retirarla.

- Cuando los cables estén a altura reducida y siempre antes de tocarlos se pondrán dos tierras delimitando la zona en la que vamos a realizar el empalme. Nunca se cortará o empalmará un conductor sin haber colocado un puente falso o provisional.
- Dentro del bucle formado por el conductor, las puestas a tierra y el suelo el operario no establecerá con su cuerpo continuidad eléctrica entre el conductor y la torre.
- Durante la operación de engrapado se mantendrán las fases puestas a tierra en todos los apoyos. Esta se mantendrá hasta que se hayan quedado todos los herrajes puestos y el cantón esté totalmente terminado.
- En cadenas de suspensión con aislamiento de vidrio se bajará por la cadena evitando así manipular la escalera en altura y además el operario estará aislado de la estructura.

CRUZAMIENTO CON CARRETERAS, CAMINOS Y RIOS.

- Cruce con Carreteras y Caminos
- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo y ocasionar las mínimas dificultades en el tráfico rodado y peatonal.
- Deberá recabarse autorización expresa de la propiedad de la carretera a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.
- Ademán se seguirá lo dispuesto en el apartado de “Señalización” del punto

“Riesgos específicos”.

Cruce aéreo:

- Habrá que tener en cuenta fundamentalmente las distancias de seguridad, de acuerdo con los gálibos establecidos en las carreteras e interponer barreras físicas,
- para asegurar el cumplimiento de esas separaciones en el proceso de tendido de los conductores sobre las carreteras.
- Se montarán protecciones sobre la carretera a cruzar.
- La protección a utilizar consistirá en dos pórticos, realizado cada uno de ellos con dos postes y un travesaño, todo ello de madera, colocados uno a cada lado de la carretera.
- Para mayor seguridad es conveniente colocar en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16 mm. de diámetro colocando unos pistolos a tierra y amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como consecuencia rompiese un travesaño, el conductor quede suspendido por el cable de acero.
- En su definición se observarán las siguientes prescripciones :
- La protección se construirá de tal manera que no pueda volcarse hacia el elemento que se

protege.

- La protección será lo suficientemente resistente para soportar la caída del conductor, en caso de rotura.
- Los apoyos y travesaños del pórtico estarán adecuadamente consolidados.
- Las distancias verticales mínimas del cable en el tendido a la rasante de la carretera serán las exigidas por los gálibos establecidos en las carreteras.
- Los pórticos deberán tener la longitud mínima de vez y media la proyección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea que se va a tender.
- Es muy importante, en el tendido de los conductores en el cruce, considerar la posible componente vertical hacia abajo que por la orografía del terreno pueda crear en los apoyos, para que en ningún caso el conductor pueda soltarse, debido a esa componente, y proyectarse sobre la línea inferior.
- Para reforzar la seguridad, en el caso de considerarlo conveniente, se colocarán señales de tráfico (de obras, de limitación de velocidad, etc.), e incluso un operario con una señal roja indicadora de peligro, en ambas direcciones de la carretera a cruzar.

Cruce con Río:

- Se realizará poniendo en práctica las medidas necesarias para evitar accidentes de trabajo.
- Para ello habrá que colocar en ambas orillas y debajo de la traza de la línea barreras físicas que impidan que alguien por descuido pueda caer en el río.
- La colocación de estas barreras se realizará a una distancia prudencial del cauce, de tal manera que tanto la colocación como su desmonte no suponga ningún riesgo para los trabajadores.
- Esta barrera podrá constituirse mediante la colocación de vallas, las cuales deberán estar suficientemente consolidadas y sujetas entre ellas, de tal manera que no sea posible su derribo o vuelco.
- Igualmente se colocarán carteles que indiquen la proximidad de un cauce de agua.
- Si fuese necesario a ambos lados de estas barreras y fuera de la traza de la línea se instalará una señalización, que resulte siempre visible, en la zona de influencia, si se estima conveniente. Esta señalización puede consistir en cinta plástica roja y blanca que indique peligro.
- Deberá recabarse autorización expresa a la Confederación Hidrográfica competente como responsable de los ríos y riberas a cruzar y atenerse a las recomendaciones técnicas o de seguridad que ella determine.

SERVICIOS AFECTADOS

Teléfono:

Se realizarán mediante la interposición de barreras físicas, que impidan todo contacto accidental con las líneas telefónicas. Las barreras deben estar fijadas en forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos habituales. Si las barreras son metálicas se considerarán como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra contactos indirectos.

Ante una rotura de cable telefónico es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.

3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:

Ubicación de la avería.
Rutas de acceso a la obra.
Datos de la canalización.
Datos de la obra.
Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.
Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Agua:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de agua. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar (“porterías” de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de agua a presión es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:

Ubicación de la avería.

Rutas de acceso a la obra.
Datos de la canalización.
Datos de la obra.
Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

Gas:

Se debe asegurar que el cable a tender no caiga sobre la instalación de gas. Para evitar esto último se usarán protecciones mecánicas y eléctricas estándar ("porterías" de madera con un entramado de mallas y cuerdas dieléctricas a lo largo de todo el cruzamiento).

Ante una rotura de canalización de gas es importante avisar al encargado del tajo, el cual tomará las siguientes medidas.

1.- Acotar la zona afectada. Debe quedar balizada e impidiendo su acceso.
2.- Si fuera necesario, prever la reordenación del tráfico.
3.- Aviso a los servicios de averías del organismo competente, indicado:

Ubicación de la avería.
Rutas de acceso a la obra.
Datos de la canalización.
Datos de la obra.
Datos de la persona que realiza la llamada (D.N.I., teléfono)

4.- Permanecer en espera de la llegada de los servicios de averías, mientras se informa al Coordinador de Seguridad y Técnico de Prevención.

Para el caso de rotura, los números de teléfono de emergencia (bomberos y otros servicios de urgencia), figurarán en un cartel fácilmente visible colocado en las oficinas, vestuarios y otros lugares visibles.

TRABAJOS EN EL INTERIOR DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- El conexionado se indicaría en el plan de Seguridad y Salud basado en las directrices a continuación descritas y según Normativa de ENDESA.
- Cuando los trabajos deban realizarse en la proximidad de partes conductoras desnudas en tensión, pertenecientes a instalaciones de baja tensión, y no sea posible dejarlas sin tensión, se adoptarán las medidas de protección siguientes, para garantizar la seguridad del personal:
- Delimitar perfectamente la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente.
- Aislar las partes conductoras desnudas bajo tensión, dentro de la zona de trabajo, mediante pantallas, fundas, capuchones y telas aislantes. Si estas operaciones no se hacen con corte previo, debe actuarse como en un trabajo en tensión.
- Los metros y reglas empleados en la proximidad de partes desnudas en tensión o insuficientemente protegidas, deben ser de material no conductor. Siempre que se pueda se utilizarán medidores láser para evitar posibles contactos con partes en tensión.
- En caso de instalaciones de M.T. y A.T., se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que no se sobrepasan las distancias de seguridad (trabajos en proximidad) indicadas en la Tabla I (R.D. 614/2001) y que se conserva intacta la integridad física, en primer lugar, de las personas afectadas, y en segundo lugar, de los materiales utilizados. Dicho método, deberá ser especificado con gran detalle en el Plan de seguridad de la obra.
- Se considerarán distancias mínimas de seguridad para los trabajos efectuados en la proximidad de instalaciones en tensión, no protegidas (medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte extrema del operario), las siguientes:

Tabla I (R.D. 614/2001)

D pel-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo.

Tensión nominal de la instalación (KV.)	D pel-1 (cm.)	D pel-2 (cm.)	D prox-1 (cm.)	D prox-2 (cm.)
Hasta 1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300

20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

D pel-2 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo.

D prox-1 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

D prox-2 = Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que esta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Las distancias para valores intermedios se calcularán por interpolación lineal.

En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas en la Tabla I, se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras y vigilancia constante del responsable de los trabajos. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.

10.3.2.6 Distancias en cruzamientos y paralelismos

En los puntos siguientes se resumen las distancias reglamentarias para los cruzamientos a realizar con cada uno de los organismos afectados

El vano de cruce y los apoyos que lo limitan cumplen las prescripciones especiales que se detallan en el apartado 5.3. de la ITC-LAT 07, solicitando condicionado si procede al Organismo o Entidad afectada.

10.3.2.6.1 Líneas eléctricas y de telecomunicación

10.3.2.6.1.1 Cruzamientos

En los cruces con líneas eléctricas se sitúa a mayor altura la de tensión más elevada, y en

caso de igualdad la de instalación posterior.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior será mayor de la indicada en la siguiente tabla:

TENSIÓN LÍNEA INFERIOR	DISTANCIA MÍNIMA (METROS)
< 45 kV	2
45 kV	2,1
45 kV < V ≤ 66 kV	3
66 kV < V ≤ 132 kV	4
132 kV < V ≤ 220 kV	5
220 kV < V ≤ 400 kV	7

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

Dmín = Dadd □ Dpp metros

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra de la línea inferior no debe ser inferior a:

Dmín = Dadd □ Del metros (con un mínimo de 2 m)

En la siguiente tabla se indican las distancias mínimas reglamentarias:

TENSIÓN (KV)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-FASE (m)	DISTANCIA MÍNIMA FASE-TIERRA (m)
45	3,2	2,1
66	3,3	2,2
110	4,15	2,5
132	4,4	2,7
220	5,5	3,2

400	7,2	4,3

10.3.2.6.1.2 Paralelismos entre líneas eléctricas

Se recomienda una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto entre los conductores más próximos de una y otra línea.

Además, se también se mantiene una distancia mínima igual a la señalada para separación entre conductores en el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07, considerando como valor de U el de la línea de mayor tensión.

10.3.2.6.1.3 Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se mantiene entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

10.3.2.6.2 Carreteras

10.3.2.6.2.1 Cruzamientos

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

$D_{mín}$ = Dadd Del metros (con un mínimo de 7 m)

siendo:

- Dadd= 6,3 m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría
- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV

Por lo cual:

D = 6,3 + 1,20 = 7,50 metros

Además, los apoyos se instalan fuera de la zona afe ctada por la línea límite de edificación y a una distancia superior a vez y media su altura desde la arista exterior de la calzada.

La línea límite de edificación se encuentra, medida desde el borde exterior de la calzada y en función de la categoría de la carretera, a las distancias indicadas a continuación:

Autopistas, autovías y vías rápidas..... 50 metros

Resto de carreteras de la red estatal.....	25 metros
Carreteras de la red básica autonómica.....	18 metros
Carreteras de la red comarcal y local.....	metros

10.3.2.6.2.2 Paralelismos

En lo referente a la ubicación de apoyos se tienen en cuenta las mismas consideraciones que en el apartado de cruzamientos.

10.3.2.6.3 FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

10.3.2.6.3.1 Cruzamientos

La altura mínima de los conductores sobre las cabezas de los carriles cumple con:

$D_{mín}$ = Dadd Del metros (con un mínimo de 7 m)

siendo:

- Dadd= 6,3 m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría
- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV

Por lo cual:

D = 6,3 + 1,20 = 7,50 metros

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Además, en los cruzamientos se instalan los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación superior a vez y media la altura del apoyo.

10.3.2.6.3.2 Paralelismos

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

10.3.2.6.4 Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

10.3.2.6.4.1 Cruzamientos

La altura mínima de los conductores sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril cumple con:

$D_{mín}$ = 3,50 □ Del metros (con un mínimo de 4 m)

siendo:

- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV Por lo cual:

D = 3,50 + 1,20 = 5,50 metros

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

Además, en los cruzamientos se instalan los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación superior a vez y media la altura del apoyo.

10.3.2.6.4.2 Paralelismos

No se instalan apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.

10.3.2.6.5 Ríos y canales, navegables o flotables

10.3.2.6.5.1 Cruzamientos

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta es de:

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera cumple con:

G □ Dadd □ Del metros

- G= gálibo (4,7 m si no existe gálibo definido)
- Dadd= 2,3 m para líneas de 1ª, 2ª y 3ª categoría
- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV

Por lo cual:

D = 4,70 + 2,30 + 1,20 = 8,20 metros

Los apoyos se instalan a una distancia superior a 25 metros y, como mínimo, a vez y media la altura de los apoyos, desde el borde del cauce fluvial.

10.3.2.6.5.2 Paralelismos

Para la instalación de apoyos se tiene en cuenta las mismas consideraciones que en el caso de cruzamientos.

10.3.2.6.6 Paso por zonas

Se cumple en todo caso lo dispuesto en el apartado 5.12 de la ITC-LAT 07.

10.3.2.6.6.1 Bosques, árboles y masas de arbolado

Se establece una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$D_{mín}$ = Dadd □ Del =1,5 □ Del metros (con un mínimo de 2 m)

Siendo:

- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV

Por lo cual:

$D_{mín}$ = 1,5 □ 1,2 = 2,7 m

10.3.2.6.6.2 Edificios, construcciones y zonas urbanas

No se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja

definida por la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$D_{mín}$ = Dadd □ Del =3,3 □ Del metros (con un mínimo de 5 m)

Siendo:

- Del = 1,20 m para una tensión de 132 kV

Por lo cual:

$D_{mín}$ = 3,3 □ 1,2 = 4,7 m

10.3.3 A terceros

La parte en intemperie de los trabajos suponen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de vehículos en los mismos.

A fin de evitar los posibles accidentes, se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Se señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces de calzada, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.
- En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

10.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

10.4.1 Riesgos previsibles

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

10.4.2 Medidas preventivas

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

Cuadros de Distribución

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 Ω.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solmente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

Prolongadores, Clavijas, Conexiones y Cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.
- Herramientas y Útiles Eléctricos Portátiles
- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.

- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

Máquinas y Equipos Eléctricos

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 Ω de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

Normas de Carácter General

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

Estudio de Revisiones de Mantenimiento

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

10.5 CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera

contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxigeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

10.5.1 Ventilación

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

10.5.2 Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

10.5.3 Factores atmosféricos

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

10.6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación y deberán estar convenientemente señalizados.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.

10.6.1 Revisiones periódicas

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

10.7 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

10.7.1 Charla de seguridad y primeros auxilios para personal de ingreso en obra

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistir a una charla en la que irá informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de
Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

10.7.2 Charla sobre riesgos específicos

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas y escaleras

10.8 REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilidad de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de
Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

10.9 MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

10.9.1 Control médico

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

10.9.2 Medios de actuación y primeros auxilios

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

10.9.3 Medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

10.10 VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricadas de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo al número de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el anexo IV parte A del R.D.1627/97.

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplaran salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparan con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.

10.11 RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.

- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

- La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, según el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el
Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este real decreto, con las siguientes especialidades:

El plan de seguridad y salud <u>determinará</u> la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas

necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este real decreto.»

10.12 PRESUPUESTO ECONÓMICO

10.12.1 Objeto

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Plan de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales.
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

10.12.2 Protecciones personales

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Casco de seguridad homologado	15	4,51	67,65
Ud	Gafa antipolvo y anti-impactos	15	6,76	101,4
Ud	Gafa sopletero	6	5,71	34,26
Ud	Pantalla de soldador	6	19,57	117,42
Ud	Cristal pantalla de soplador	15	1,26	18,9
Ud	Pantalla facial	6	7,36	44,16
Ud	Mascarilla antipolvo	150	0,57	85,5

Ud	Protector auditivo tapón	150	0,33	49,5
Ud	Protector auditivo casco	6	14,72	88,32
Ud	Arnés	15	450,51	6757,65
Ud	Grupo de respiración autónomo	1	350	350
Ud	Mono de trabajo	15	27,05	405,75
Ud	Impermeable	15	21,04	315,6
Ud	Guantes dieléctricos	15	30,8	462
Ud	Guantes de uso general	15	2,7	40,5
Ud	Guantes de cuero	15	3,91	58,65
Ud	Botas impermeables	15	21,04	315,6
Ud	Botas de seguridad de cuero	15	27,05	405,75
Ud	Botas dieléctricas	10	26,14	261,4
Ud	Mandil soldador	4	19,83	79,32
Ud	Manguitos soldador	4	7,82	31,28
Ud	Chaleco reflectante	15	16,53	247,95
			TOTAL	10338,56

10.12.3 Protecciones colectivas

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	20	27,2	544
Ud	Cartel indicativo de	20	5,63	112,6

	riesgo con soporte metálico, incluida la colocación			
Ud	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluida la colocación	20	1,53	30,6
Mts.	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	200	0,39	78
Mts.	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	3000	0,1	300
Ud	Valla autónoma metálica de contención peatones	200	9,43	1886
Ud	Jalón de señalizacion, incluida la colocación	200	1	200
Ud	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	40	29,15	1166
Hrs.	Camión de riesgo, incluido el conductor	30	28,85	865,5
Ud	Manpara antiproyecciones	4	67,63	270,52
m2	Entibado excavación	600	8	4800
Hrs.	Mano de obra de señalización	40	5,71	228,4
Hrs.	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	40	13,82	552,8

Ud	Extintor de polvo polivalente de 6 kg incluido el soporte	5	214	1070
			TOTAL	12104,42

10.12.4 Protecciones instalación eléctrica

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre	4	75,13	300,52
Ud	Interruptor diferencial de media sensibilidad, incluida instalación	12	87,16	1045,92
Ud	Interruptor diferencial de alta sensibilidad, incluida instalación	12	93,16	1117,92
			TOTAL	2464,36

10.12.5 Medicina preventiva y primeros auxilios

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Botiquín	5	90	450
Ud	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	1	60,1	60,1
Ud	Reconocimiento médico obligatorio	15	30,05	450,75
			TOTAL	960,85

10.12.6 Vigilancia y formación

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Reunión del comité	1	90,15	90,15

	de Seguridad y Salud Laboral			
Hrs.	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	15	21,04	315,6
Ud	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	16	300,51	4808,16
			TOTAL	5213,91

10.12.7 Instalaciones de higiene y bienestar

Ud	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE €
Ud	Recipiente para recogida de basuras	2	21,04	42,08
Meses	Alquiles de barracón para vestuarios	8	270,46	2163,68
Ud	Taquilla metálica individual con llave	15	33,06	495,9
Ud	Banco de madera con capacidad para 5 personas	4	30,05	120,2
Ud	Radiador de infrarrojos	8	39,07	312,56
Meses	Alquiles de barracón para aseos con dos duchas, dos lavabos y un WC	8	408,69	3269,52
Hrs.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	200	12,02	2404
Ud	Suministro de agua para aseos y energia	3	300	900

	eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados			
			TOTAL	9707,94

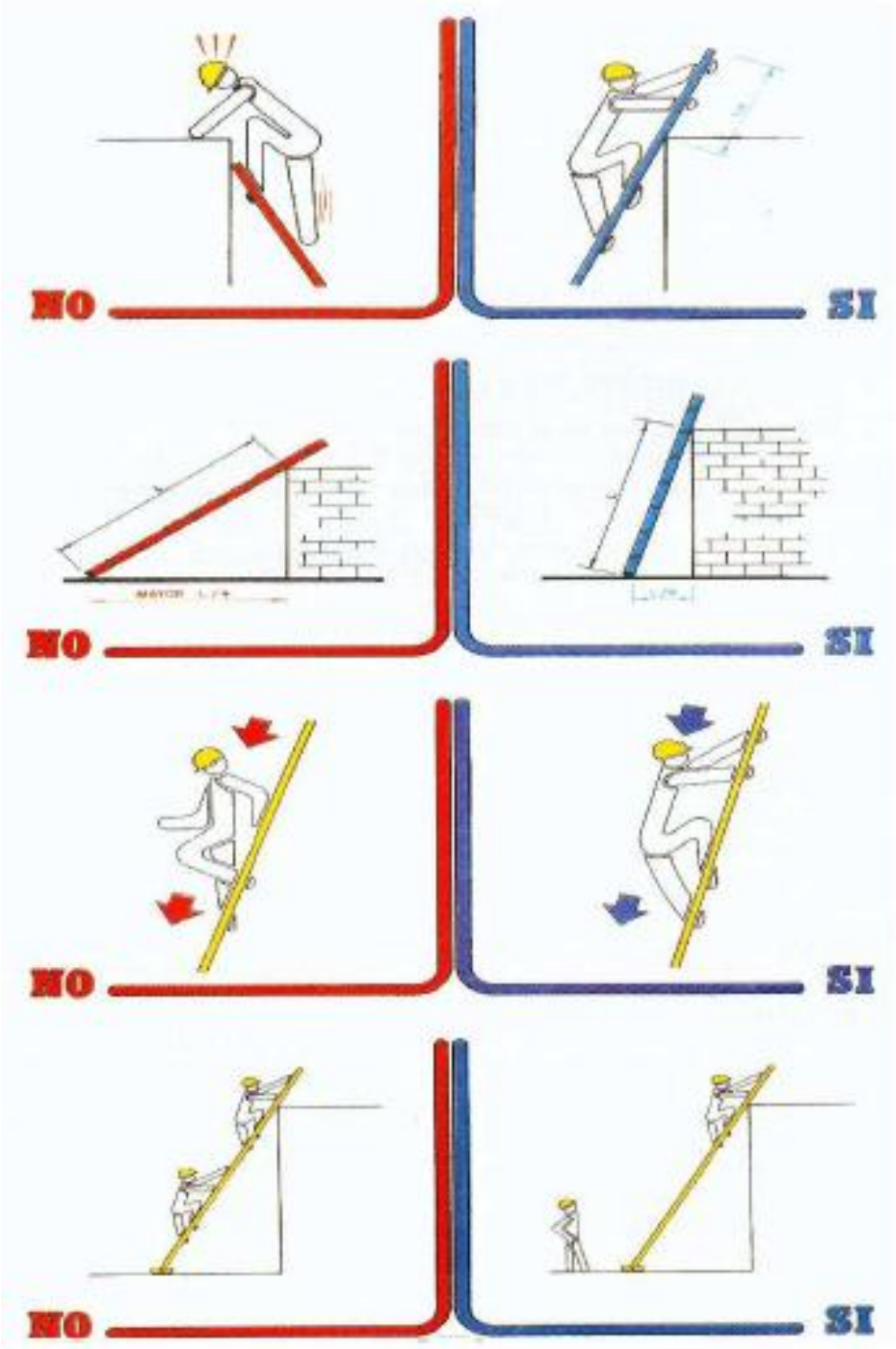
10.12.8 Presupuesto total

CONCEPTO	IMPORTE TOTAL €
PROTECCIONES PERSONALES	10338,56
PROTECCIONES COLECTIVAS	12104,42
PROTECCIONES INSTALACION ELECTRICA	2464,36
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	960,85
VIGILANCIA Y FORMACION	5213,91
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	9707,94
TOTAL	40790,04

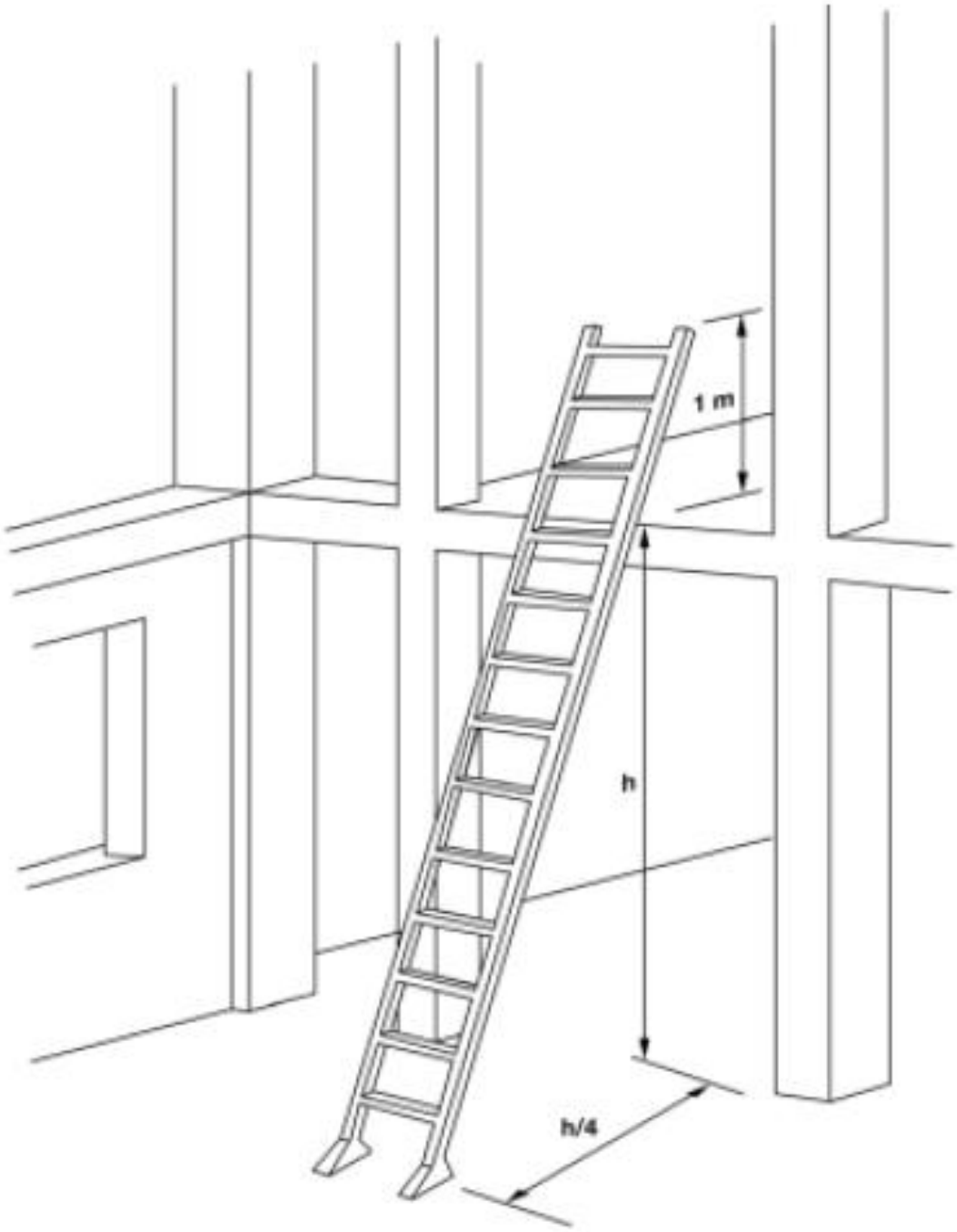
Asciende el presente presupuesto de Seguridad y Salud para los trabajos de ejecución del proyecto de Línea Eléctrica de Alta Tensión 132 kV S/C "GUADAME" - "ANDUJAR", en términos municipales de la provincia de Jaén a la cantidad de CUARENTA MIL SETECIENTOS NOVENTA CON CUATRO CENTIMOS (40.790,04 €)

10.13 PLANOS

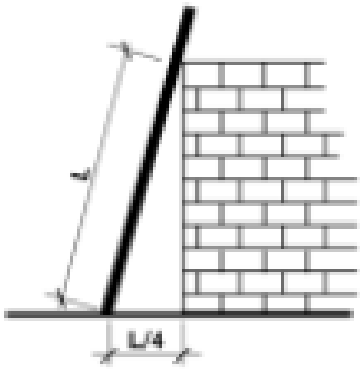
- ESCALERAS DE MANO (I, II y III)
- SEÑALIZACIÓN (I, II y III)
- TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS BARANDILLA DE PROTECCIÓN
- PROTECCIÓN EN ZANJAS (I y II)
- BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
- TERRAPLENES Y RELLENOS
- CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS (I y II)
- EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA RIESGOS ELÉCTRICOS (I, II, III, IV y V) TRABAJOS DE SOLDADURA
- MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS (I y II)
- CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA
- CABLES PUESTA A TIERRA PORTÁTILES
- CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR CREACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO (I, II y III)



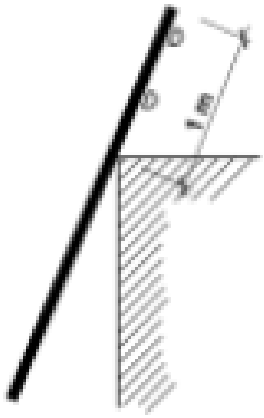
ESCALERAS DE MANO I



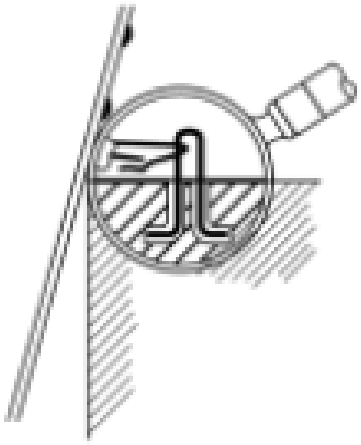
ESCALERAS DE MANO II



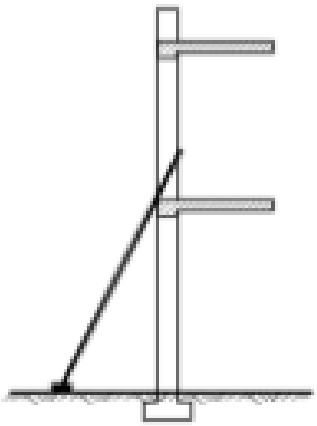
INCLINACIÓN RECOMENDADA



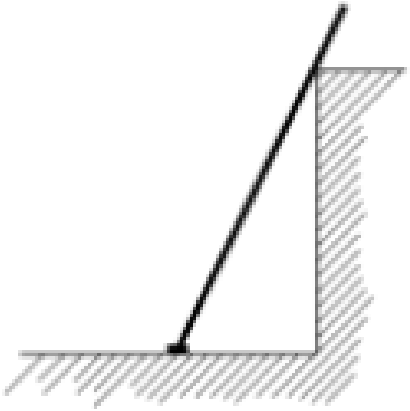
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



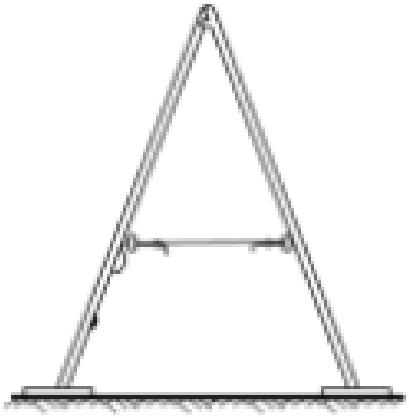
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



UN SOLO USUARIO A LA VEZ



LAS ESCALERAS DE TIJERA DEBEN DISPONER DE CUERDA O CADENA Y DE ZAPATAS ANTIDESLIZANTES

ESCALERAS DE MANO III

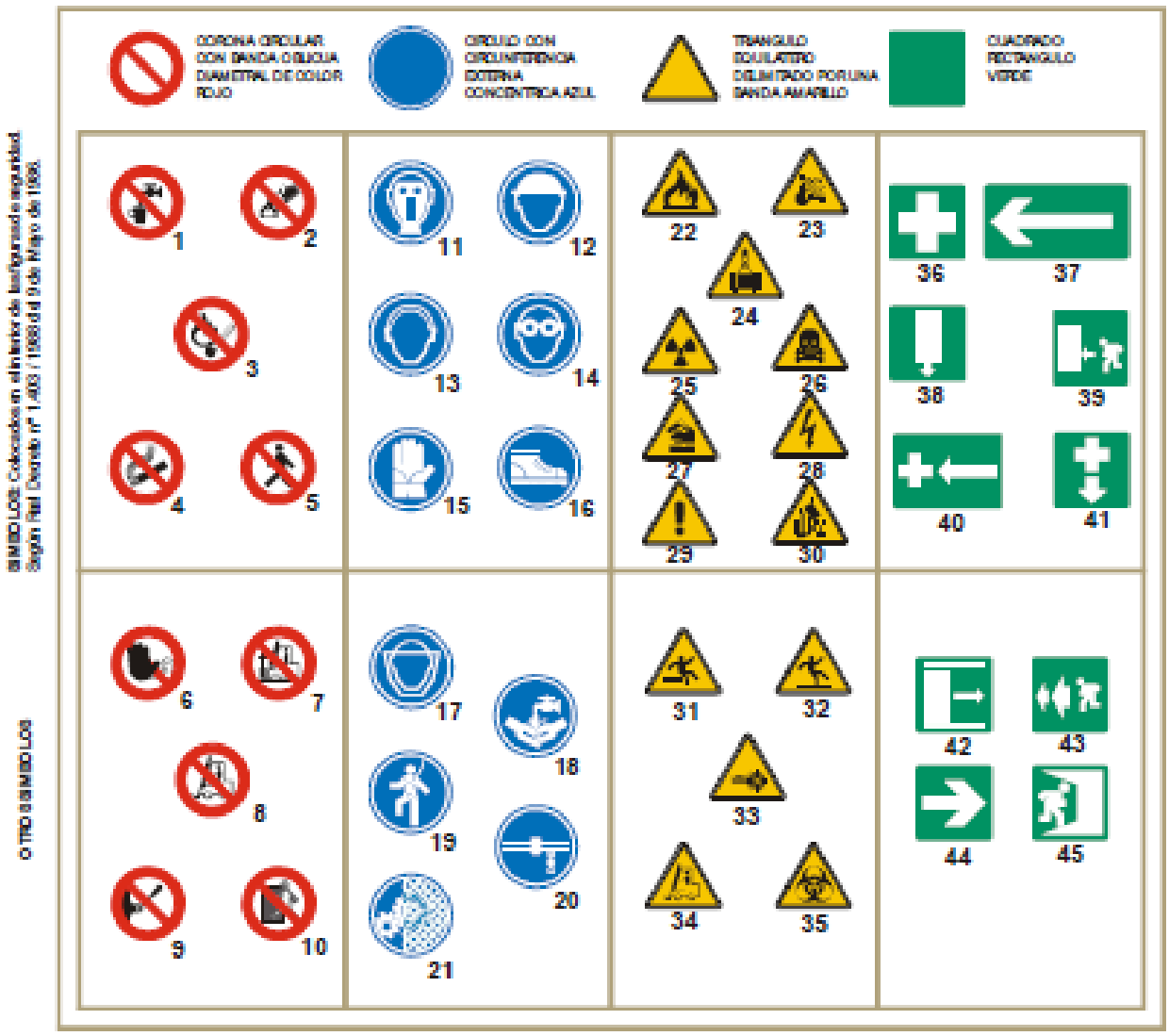
La señalización de seguridad en los lugares de trabajo tiene como misión llamar la atención rápidamente sobre objetos y situaciones que pueden provocar peligros.
Así como indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de la seguridad.
Las señales de seguridad se dividen en cuatro categorías, teniendo cada una de ellas una forma y color diferentes.

PROHIBICION
Lo que no se debe hacer

OBLIGACION
Lo que se debe hacer

ADVERTENCIA
Precaución
Delimitación de zonas peligrosas

SITUACION DE SEGURIDAD
Emplazamiento de primeros auxilios
Señalización de vías de evacuación



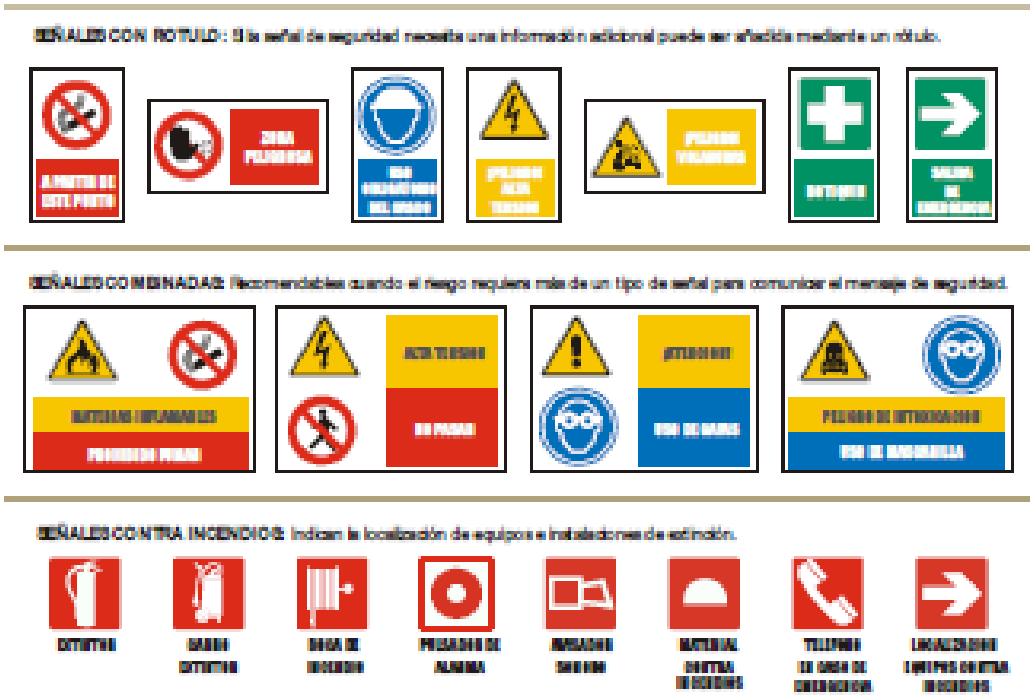
1. Agua no potable
2. Prohibido apagar con agua
3. Prohibido encender fuego
4. Prohibido fumar
5. Prohibido el paso a peatones
6. Alto! No pasar
7. Prohibido transportar personas
8. Prohibido el paso a carretillas
9. Prohibido accionar
10. No utilizar en caso de emergencia

11. Uso obligatorio de mascarilla
12. Uso obligatorio de casco
13. Uso obligatorio de protectores auditivos
14. Uso obligatorio de gafas
15. Uso obligatorio de guantes
16. Uso obligatorio de botas
17. Uso obligatorio de pantalla protectora
18. Es obligatorio lavarse las manos
19. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
20. Uso obligatorio de cinturón de seguridad
21. Uso obligatorio de protector fijo

22. Riesgo de incendio
23. Riesgo de explosión
24. Riesgo de cargas suspendidas
25. Riesgo de radiación
26. Riesgo de intoxicación
27. Riesgo de corrosión
28. Riesgo eléctrico
29. Peligro indeterminado
30. Caída de objetos
31. Caídas a distinto nivel
32. Caídas al mismo nivel
33. Radiaciones láser
34. Paso de carretillas
35. Riesgo biológico

36. Equipo primeros auxilios
37. Dirección de socorro
38. Localización salida de socorro
39. Dirección hacia salida de socorro
40. Dirección hacia primeros auxilios
41. Localización primeros auxilios
42. Salida de socorro. Deslizar
43. Dirección hacia salida de socorro
44. Vía de evacuación
45. Salida en caso de emergencia

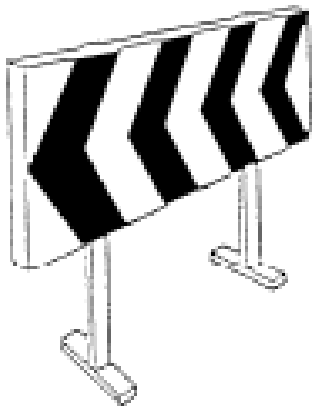
SEÑALIZACIÓN I

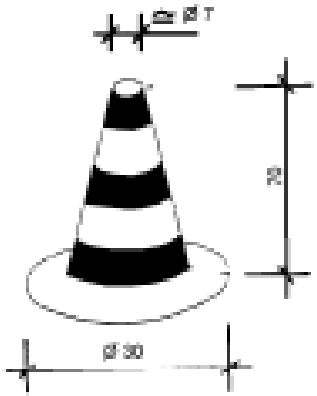


SEÑALIZACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS:

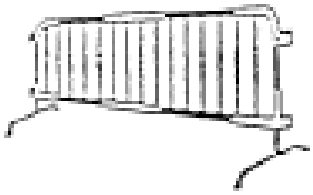
Nota: Las letras E, O, F, F+, T, T+, C, Xn, Xi y N no forman parte del símbolo.

SEÑALIZACIÓN II



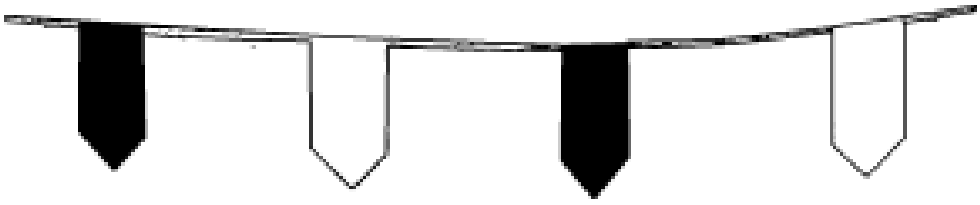


CONO BALIZAMIENTO



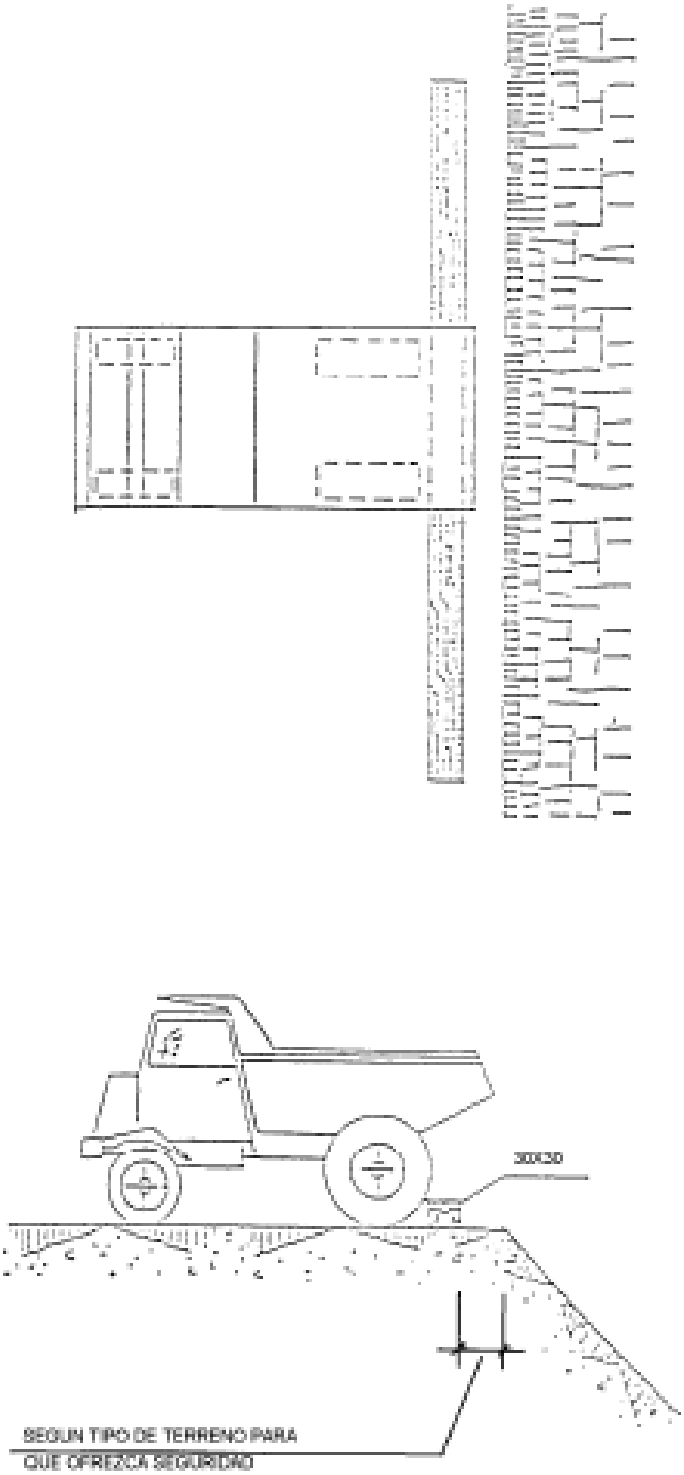
VALLAS DESVIO TRAFICO

CINTA BALIZAMIENTO

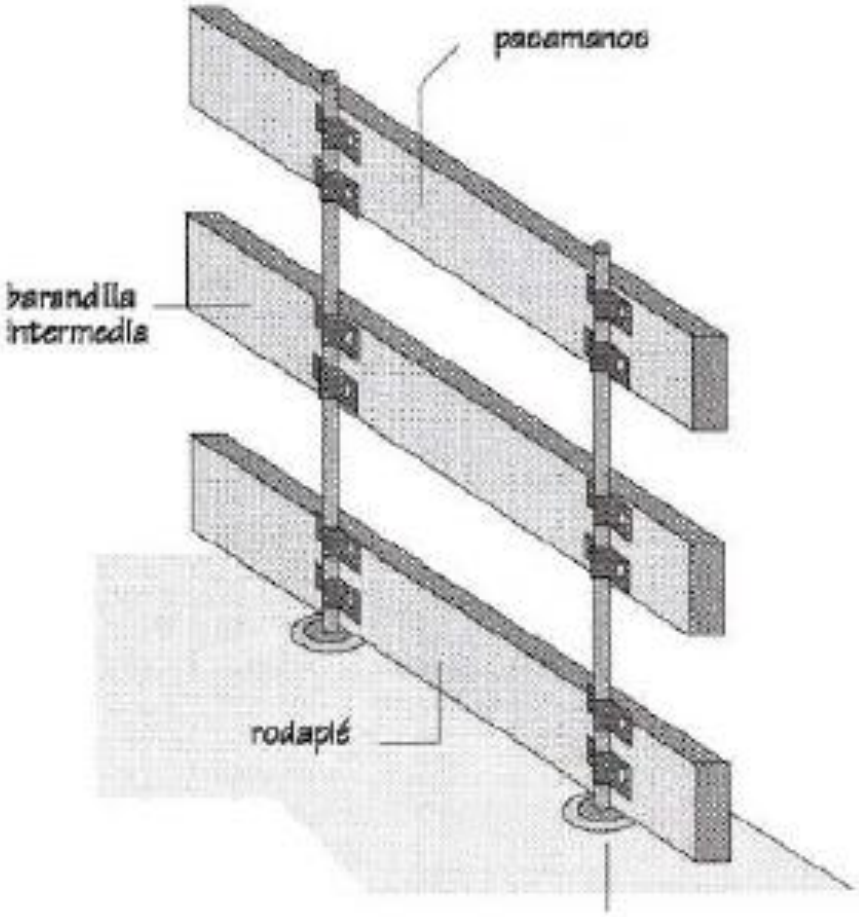


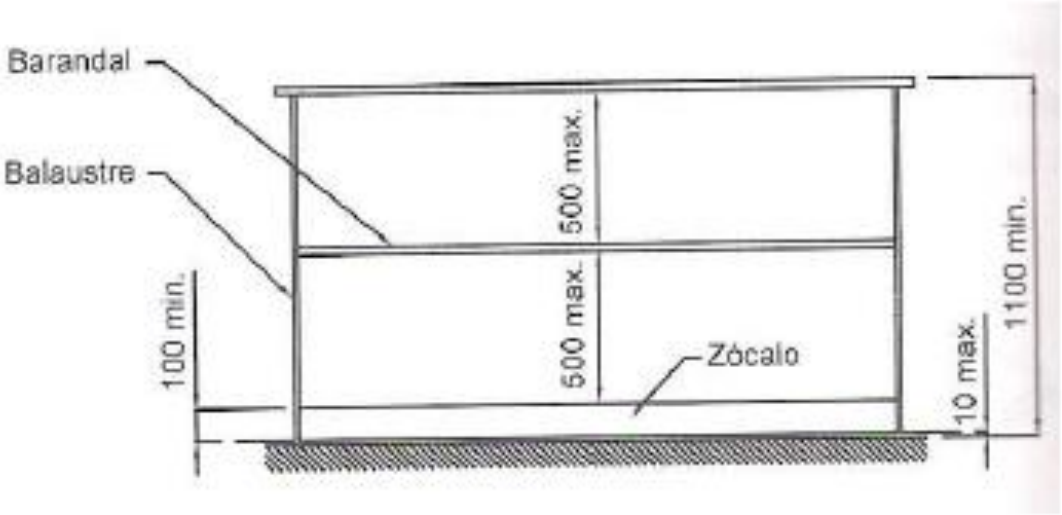
CORDON BALIZAMIENTO

SEÑALIZACIÓN III

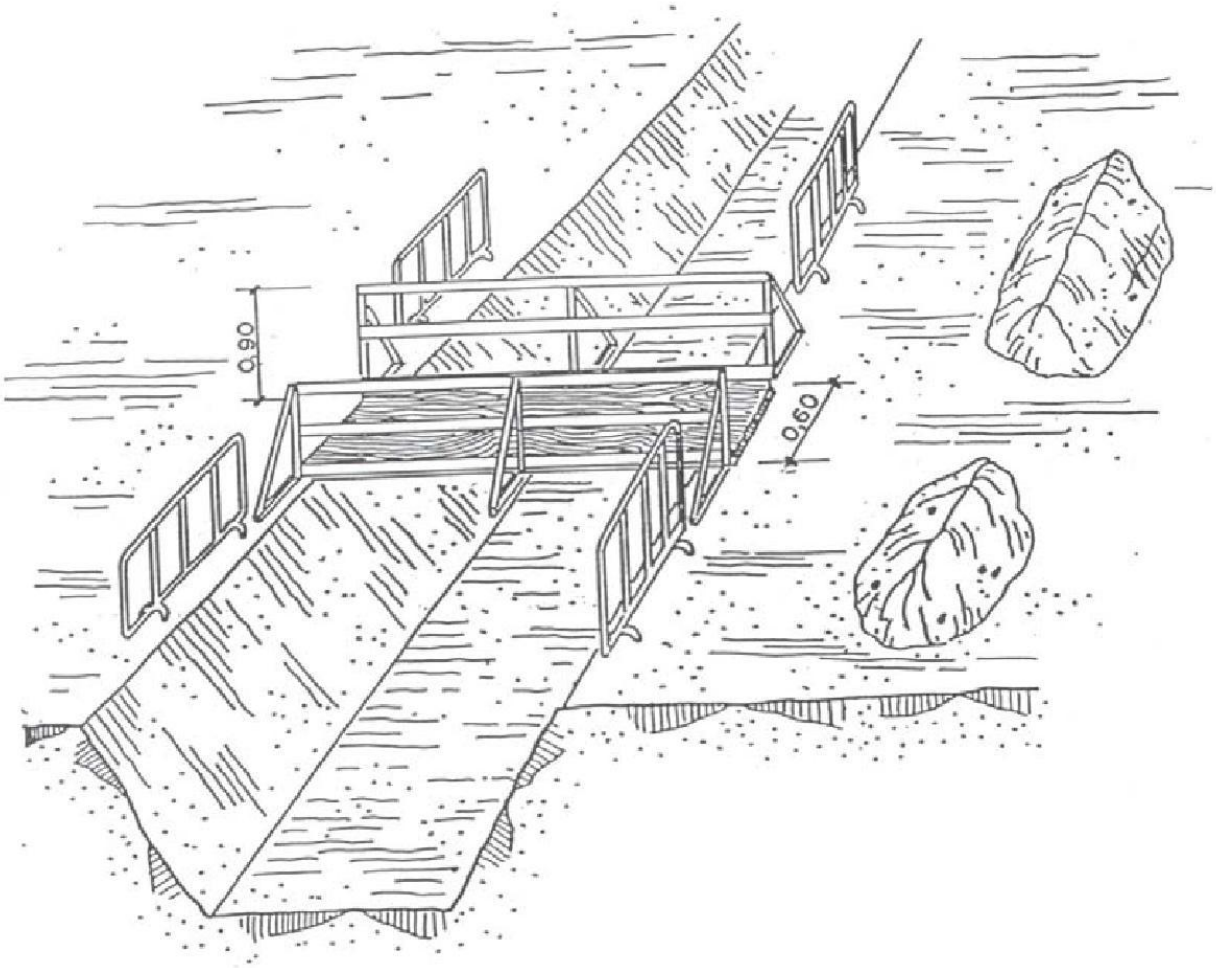


TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

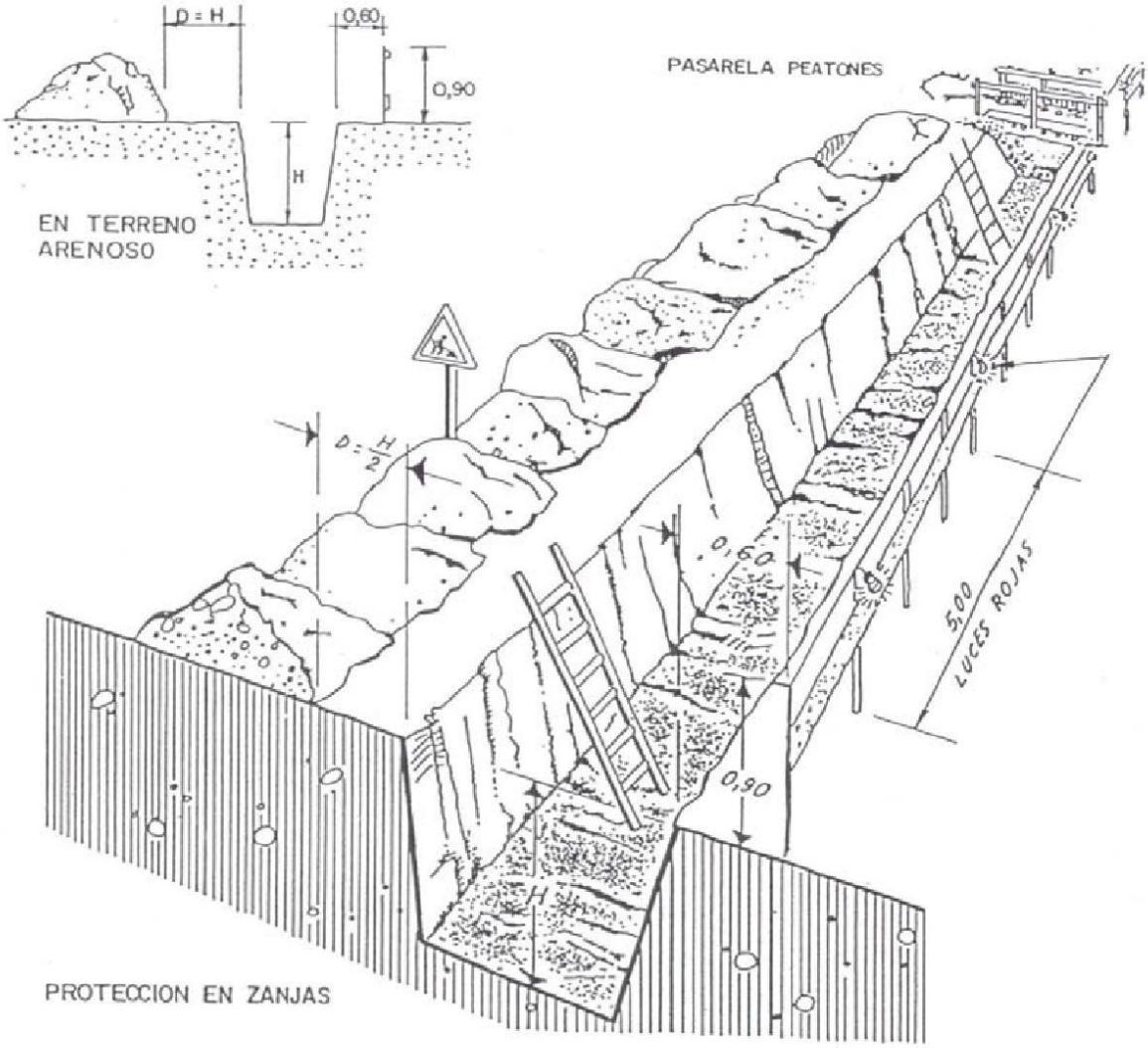




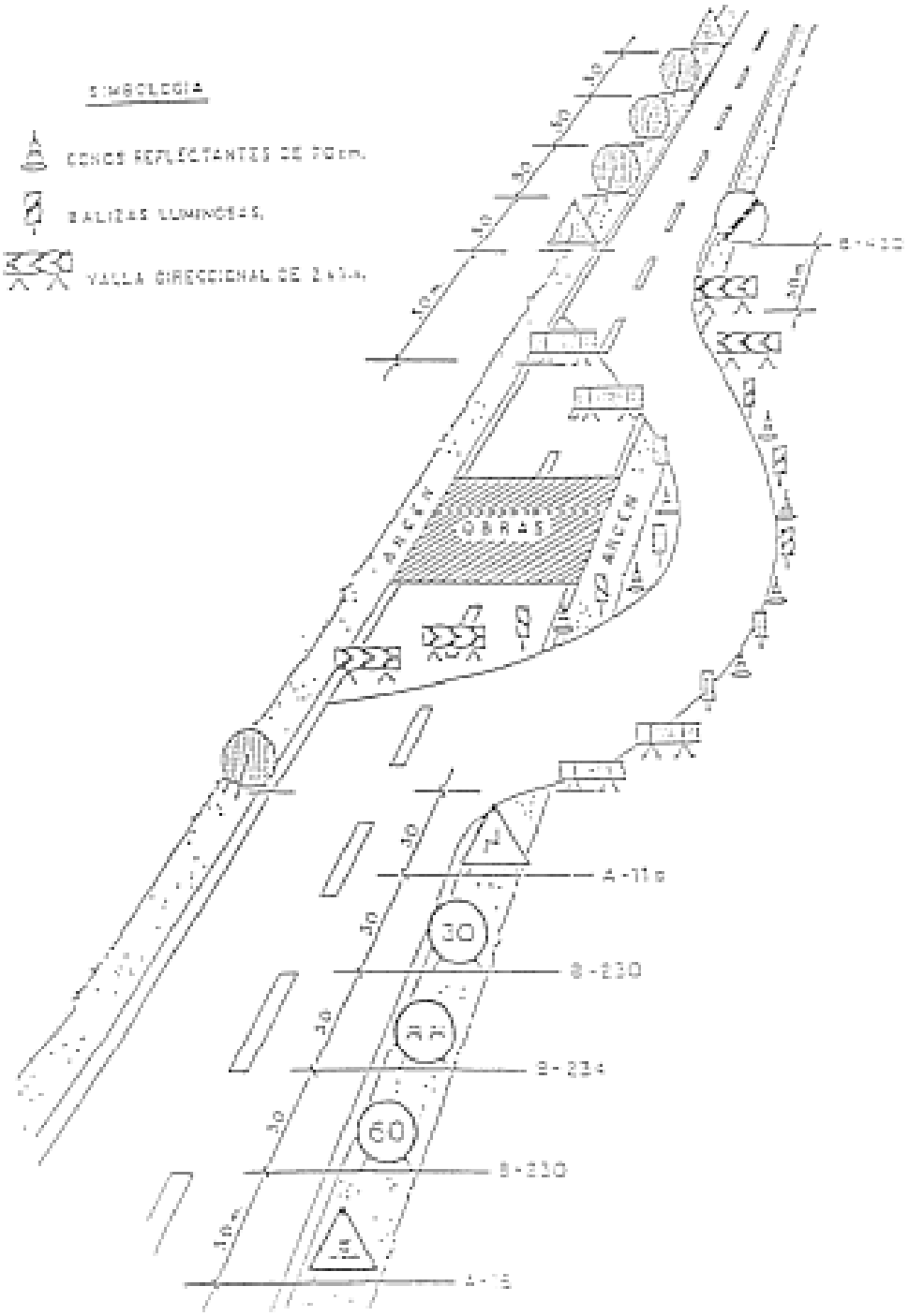
BARANDILLA DE PROTECCIÓN



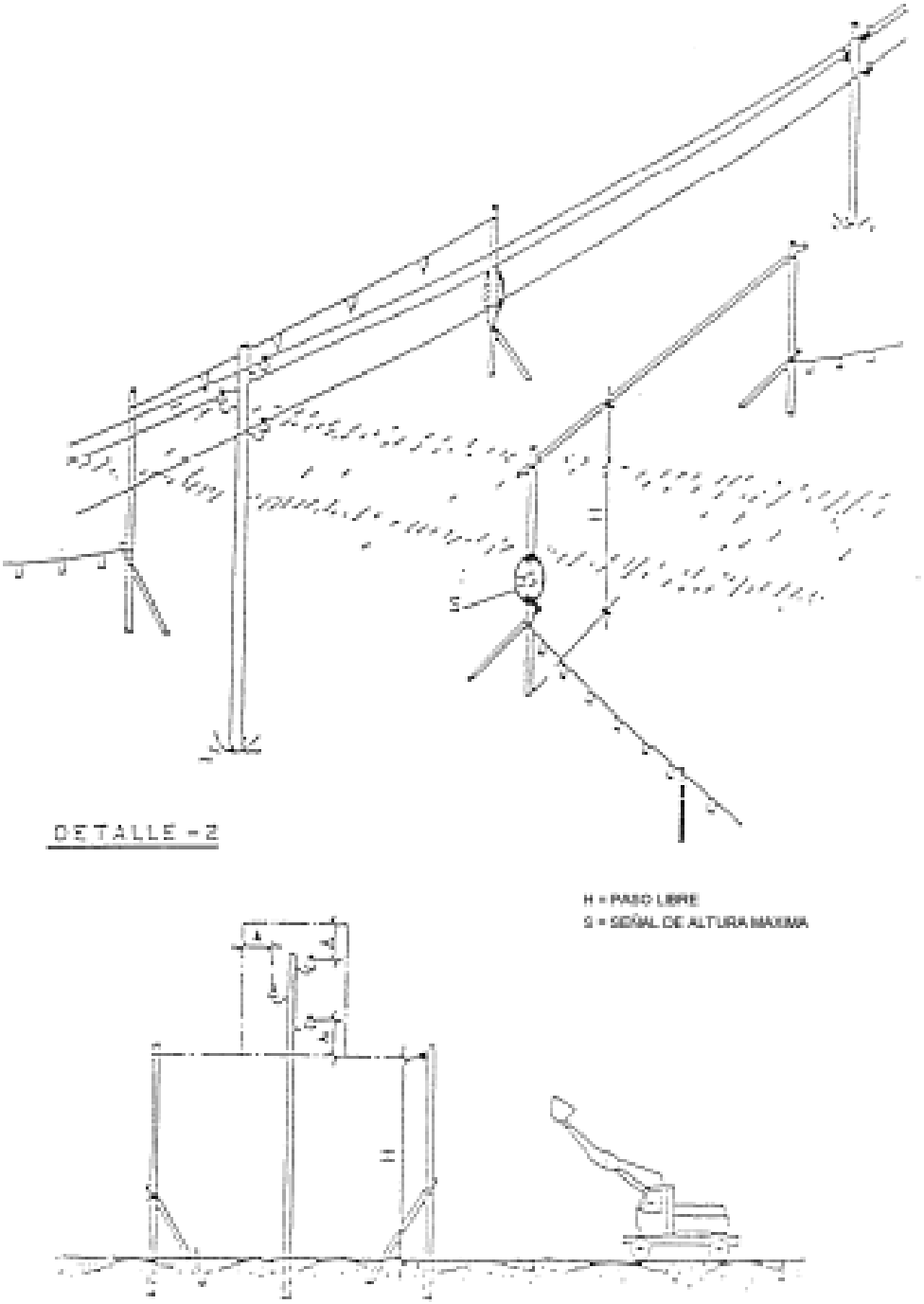
PROTECCIÓN EN ZANJAS I



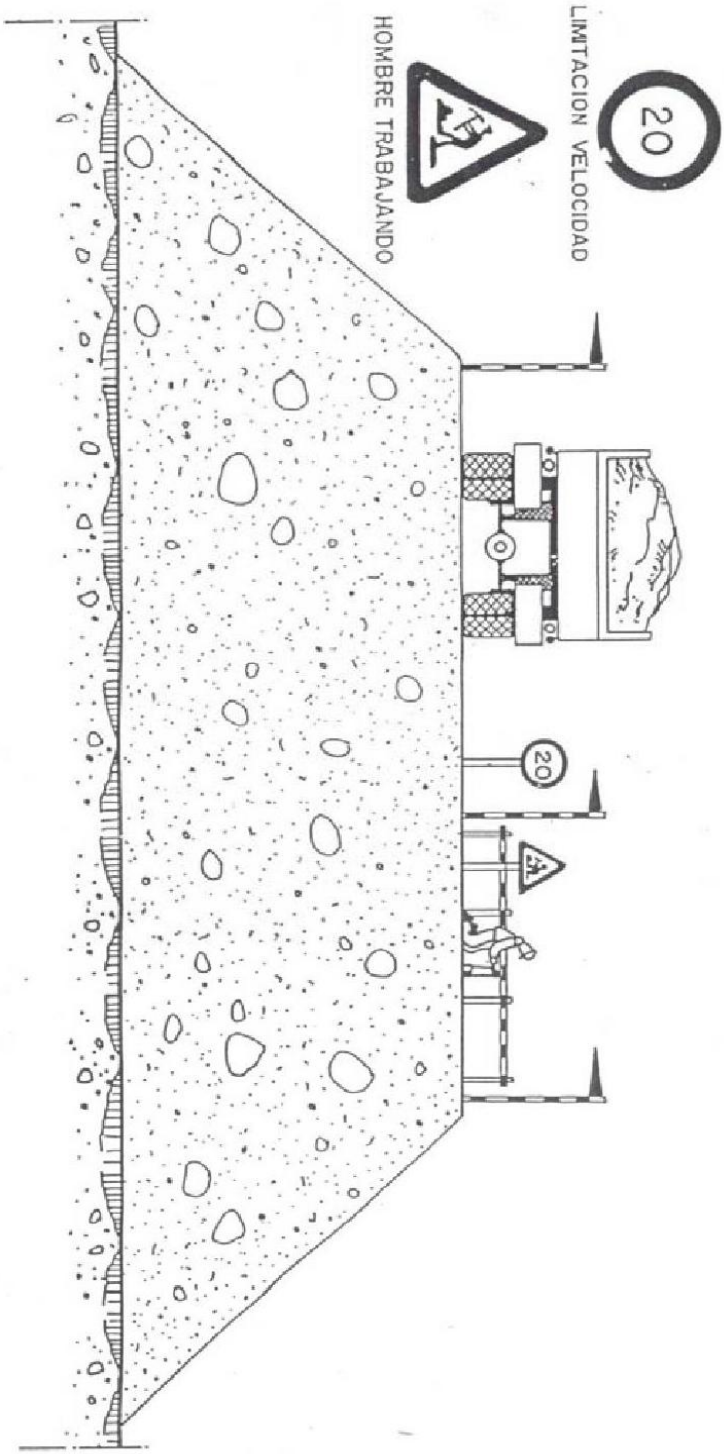
PROTECCIÓN EN ZANJAS II



BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



TERRAPLENES Y RELLENOS

CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga

2 Levantar el aguilón o pluma

3 Levantar la carga lentamente

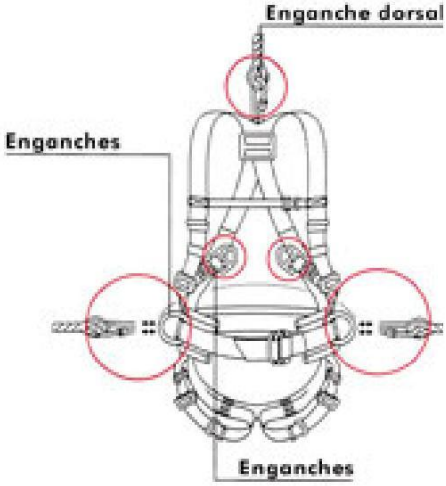
4 Levantar el aguilón o pluma lentamente

5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga

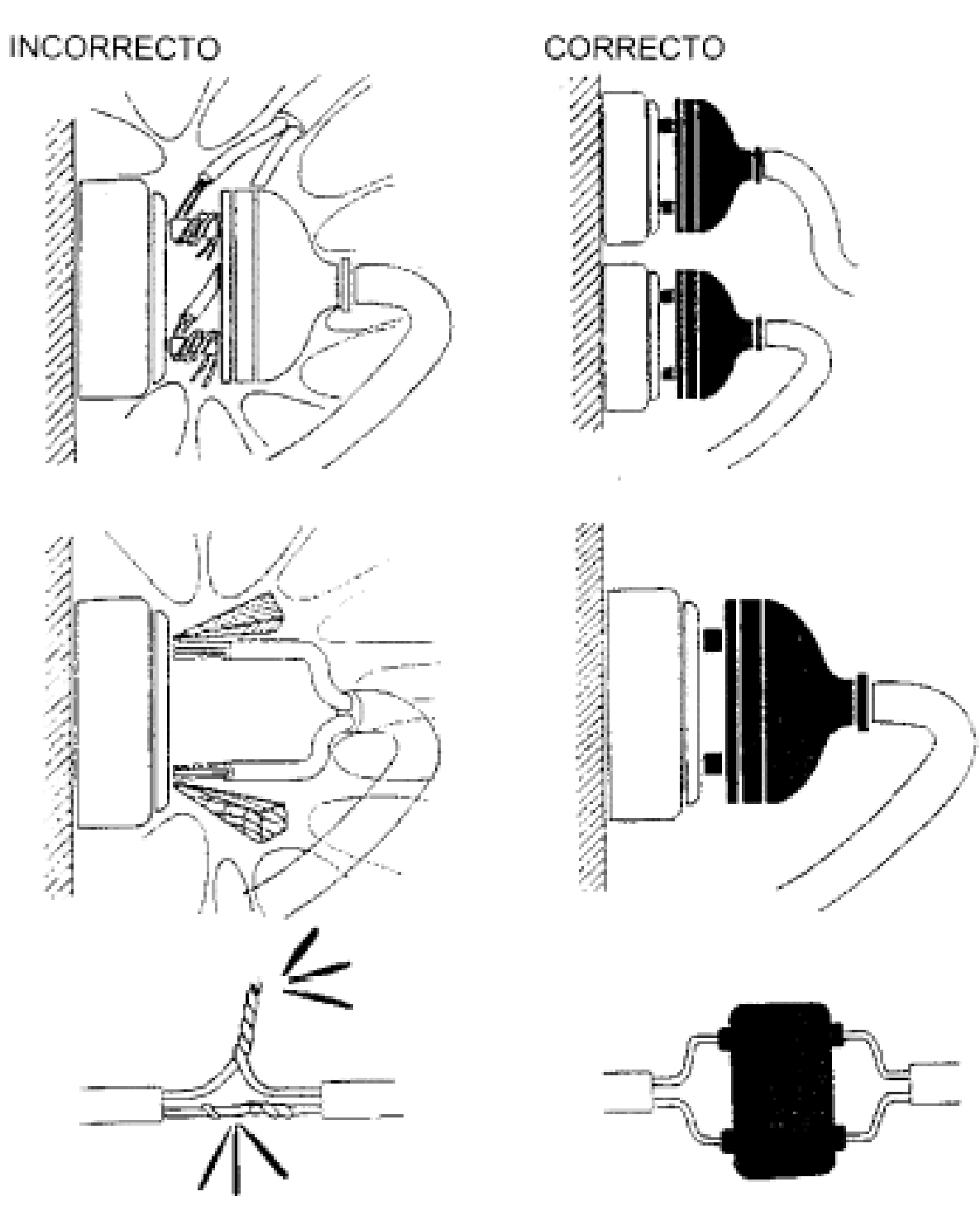
6 Bajar la carga

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

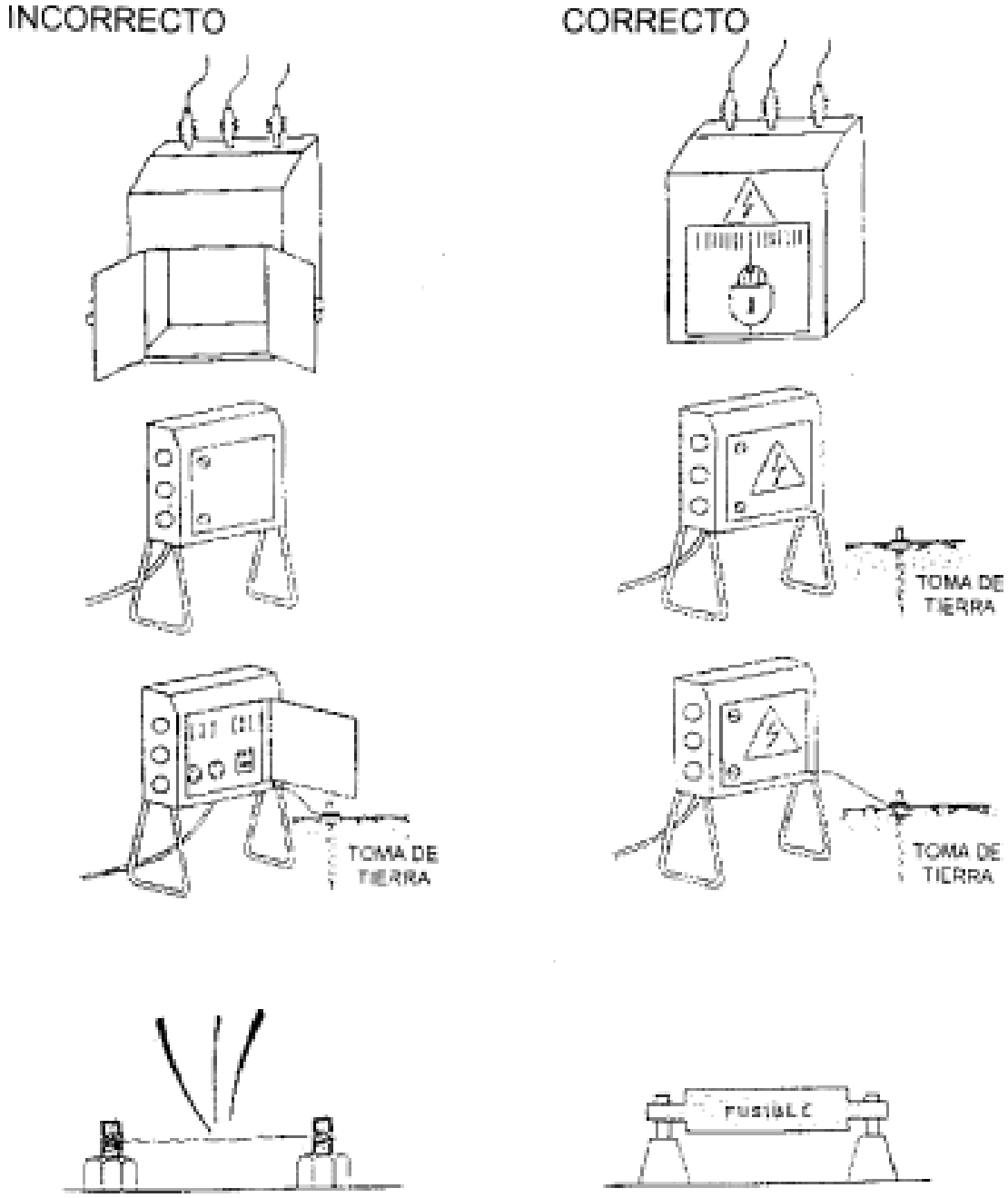
CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II



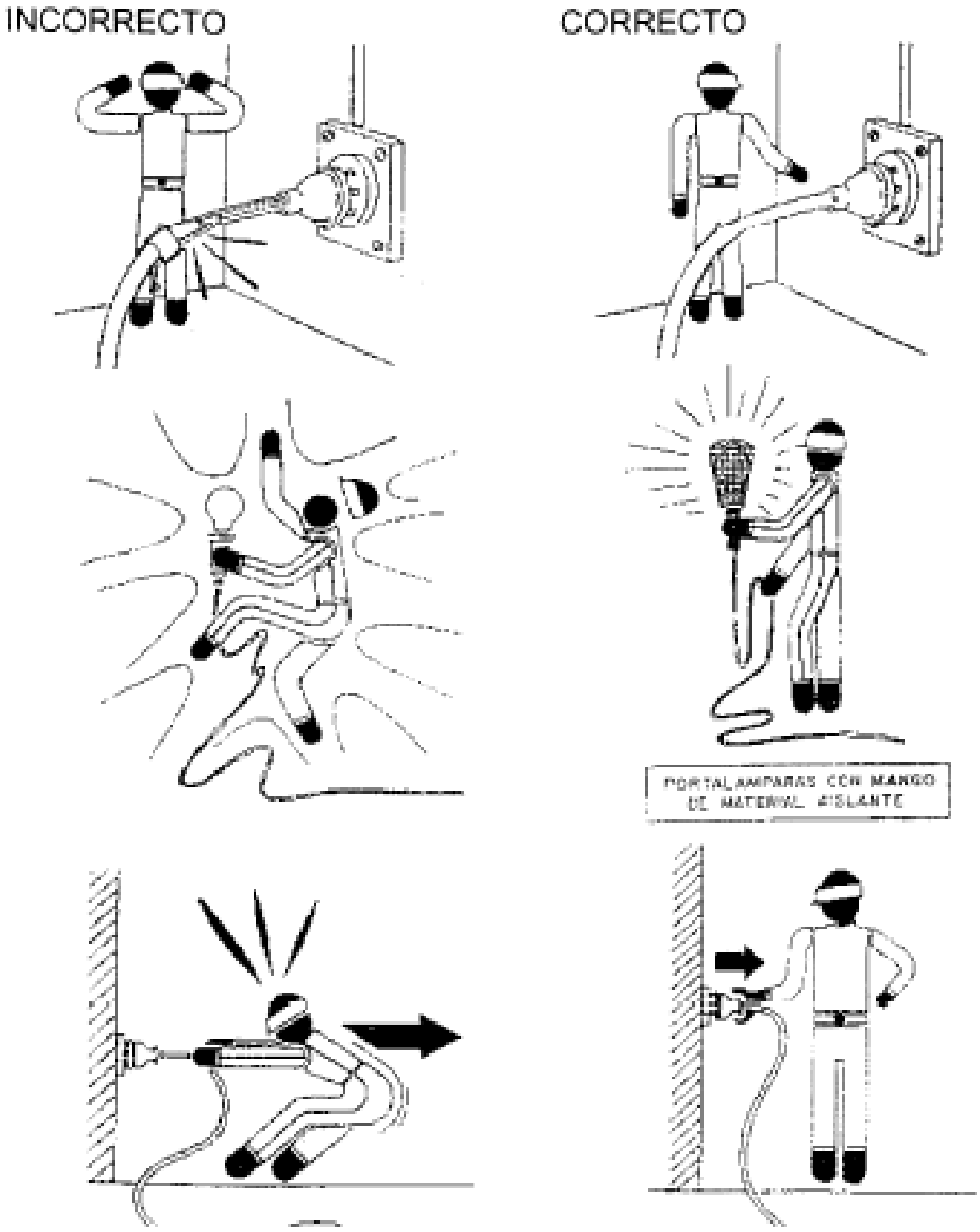
EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA



RIESGOS ELÉCTRICOS I

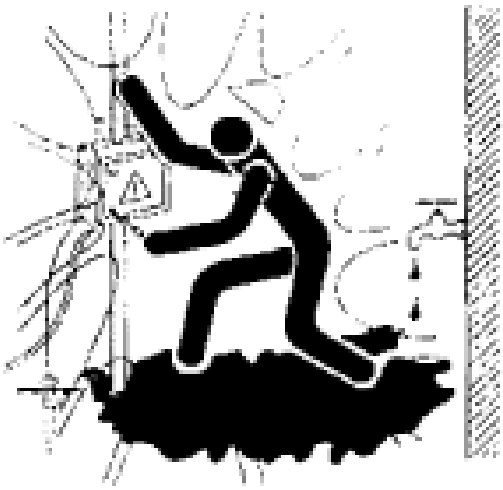


RIESGOS ELÉCTRICOS II

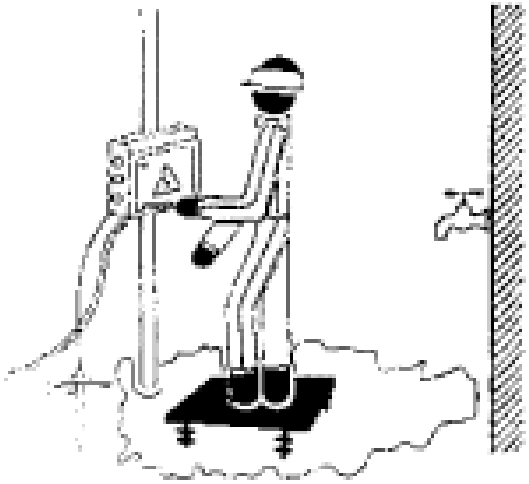


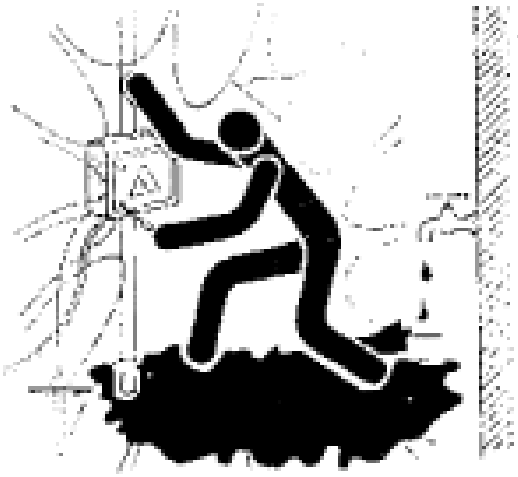
RIESGOS ELÉCTRICOS III

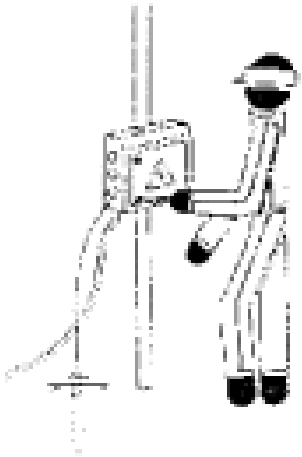
INCORRECTO



CORRECTO

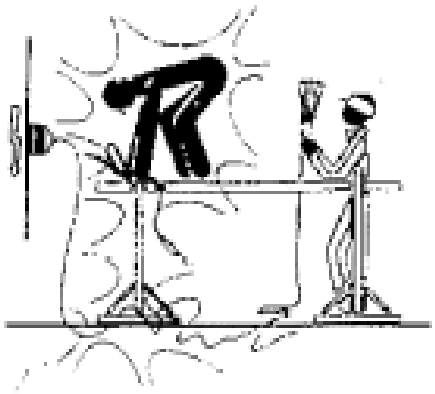


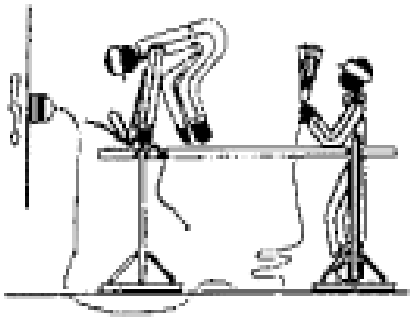


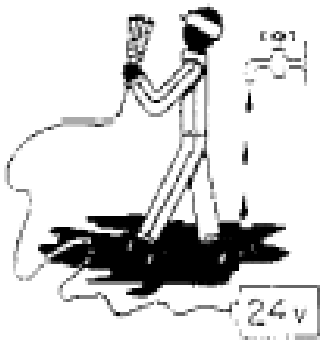


RIESGOS ELÉCTRICOS IV

INCORRECTO CORRECTO

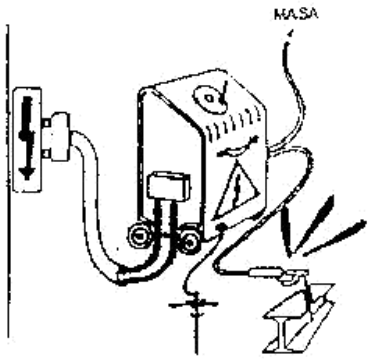




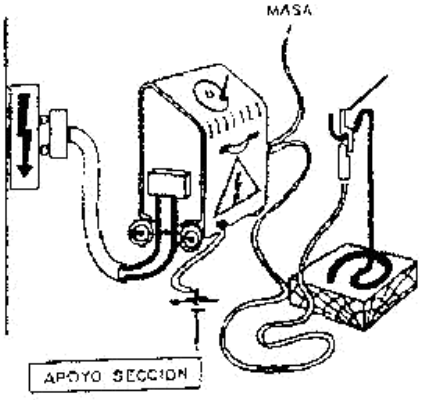


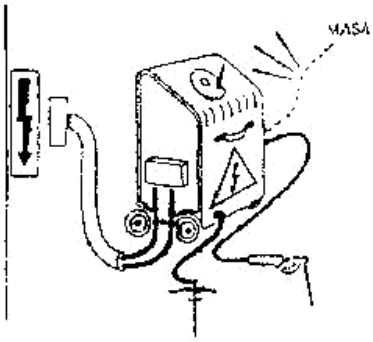
RIESGOS ELÉCTRICOS V

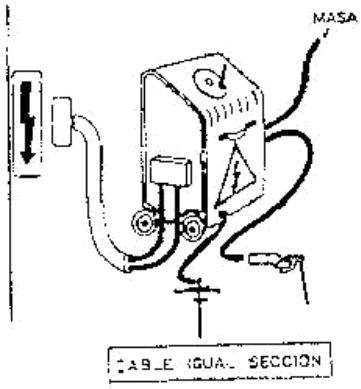
INCORRECTO

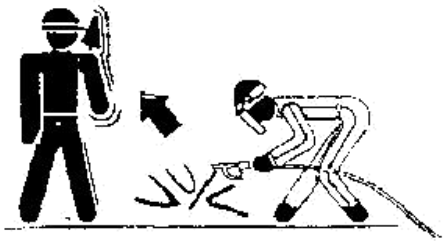


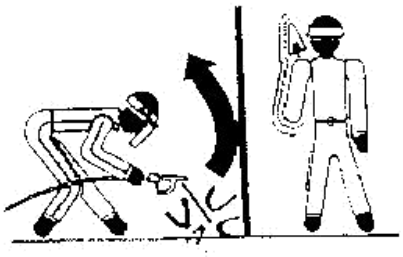
CORRECTO



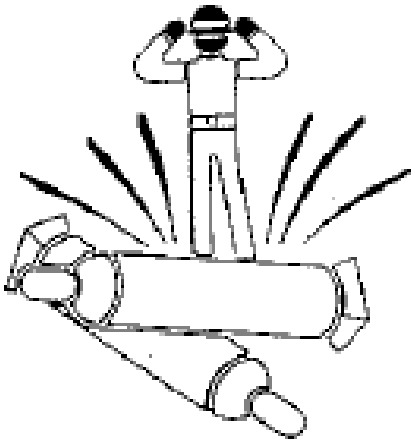


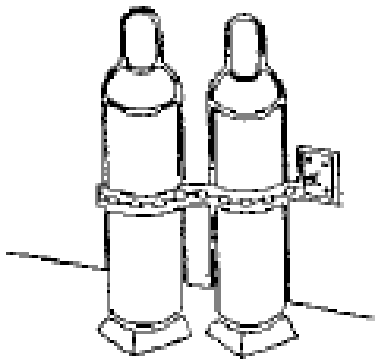


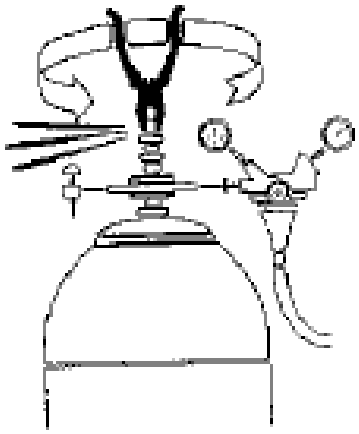


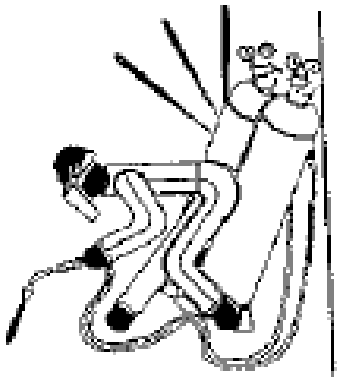


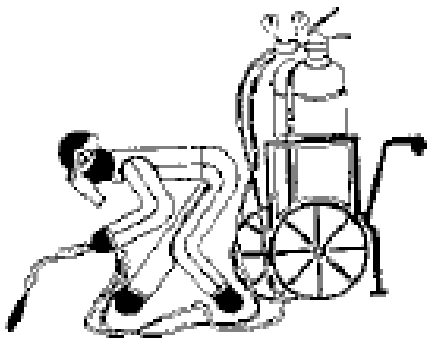
TRABAJOS DE SOLDADURA



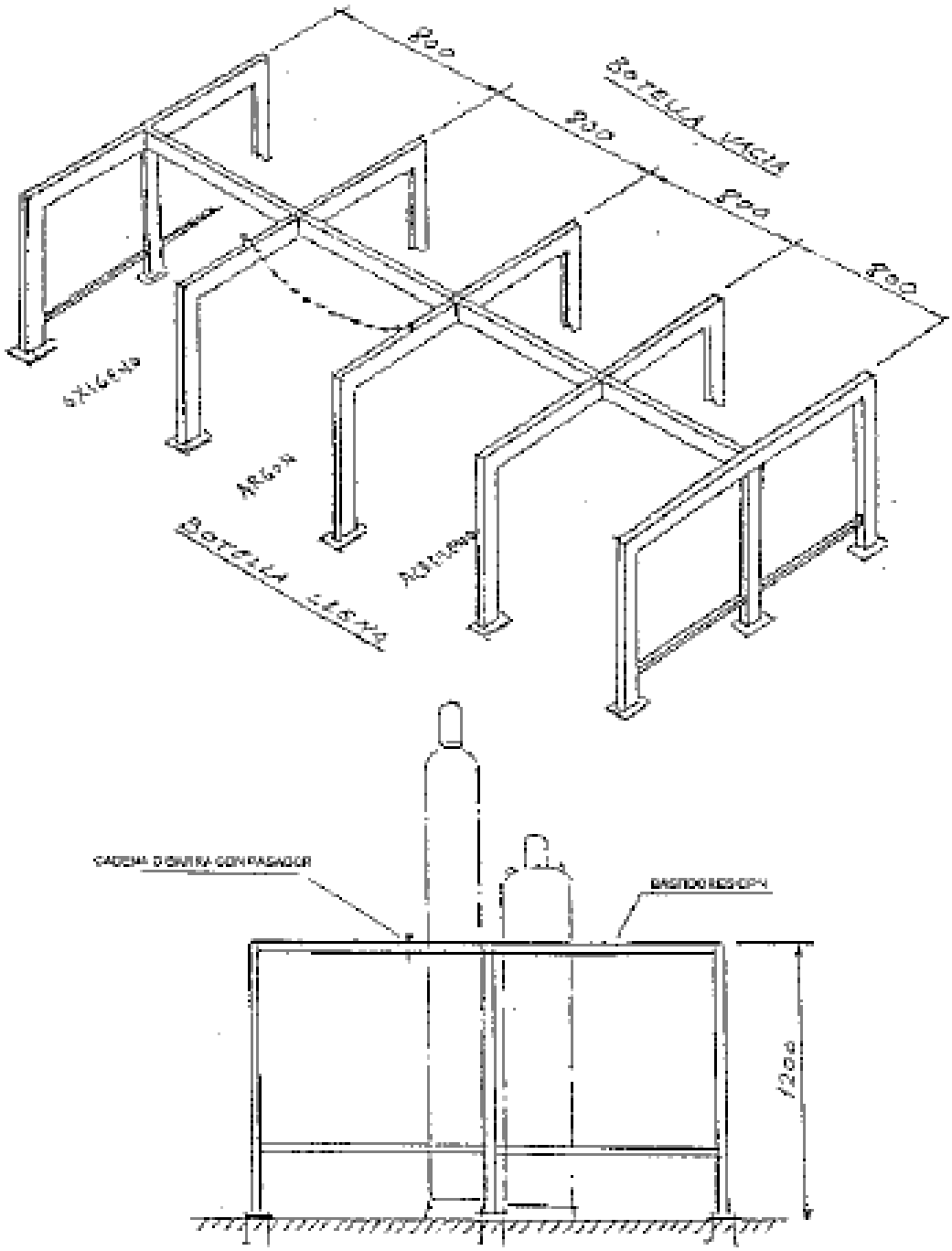






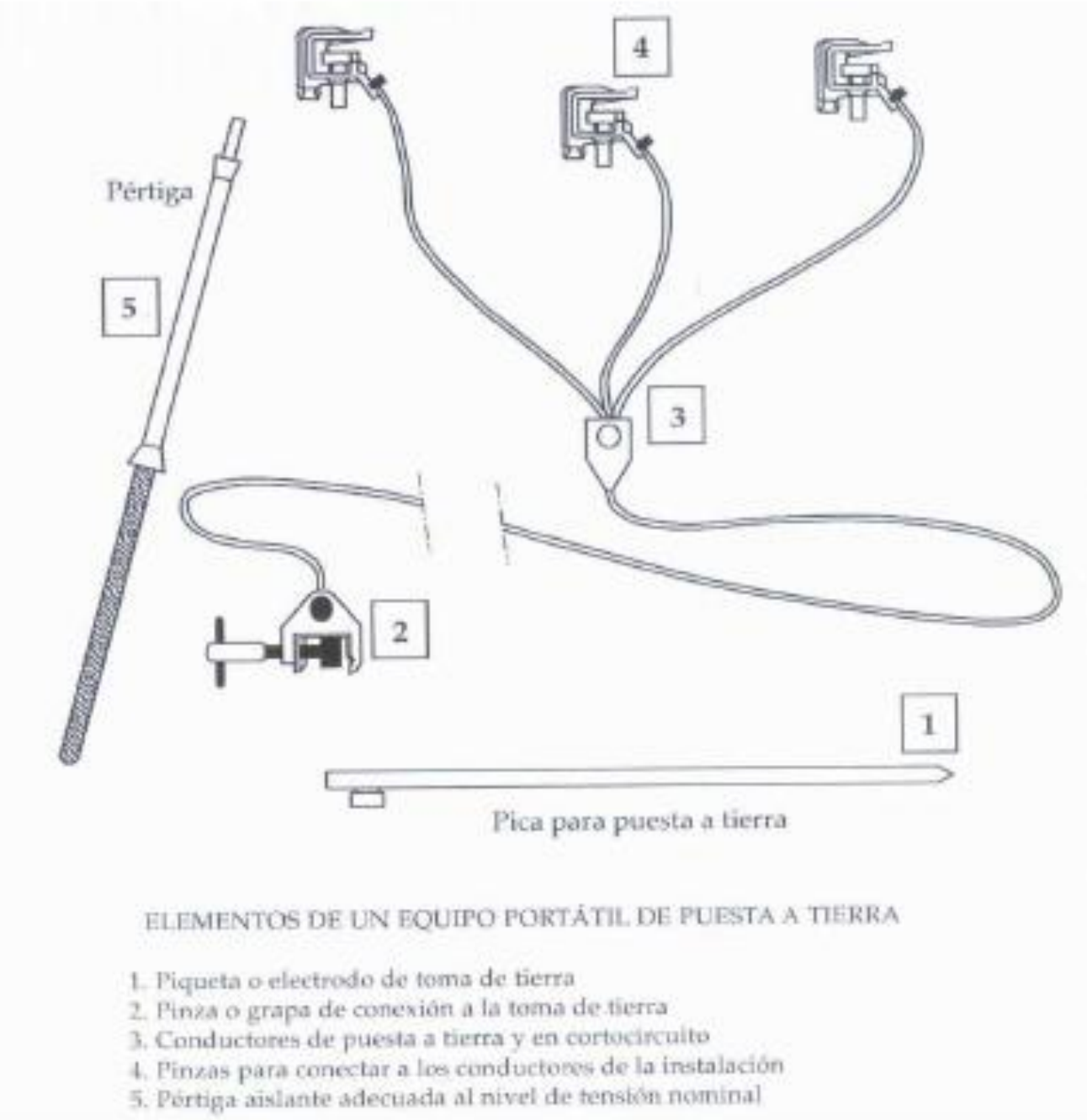


MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS I

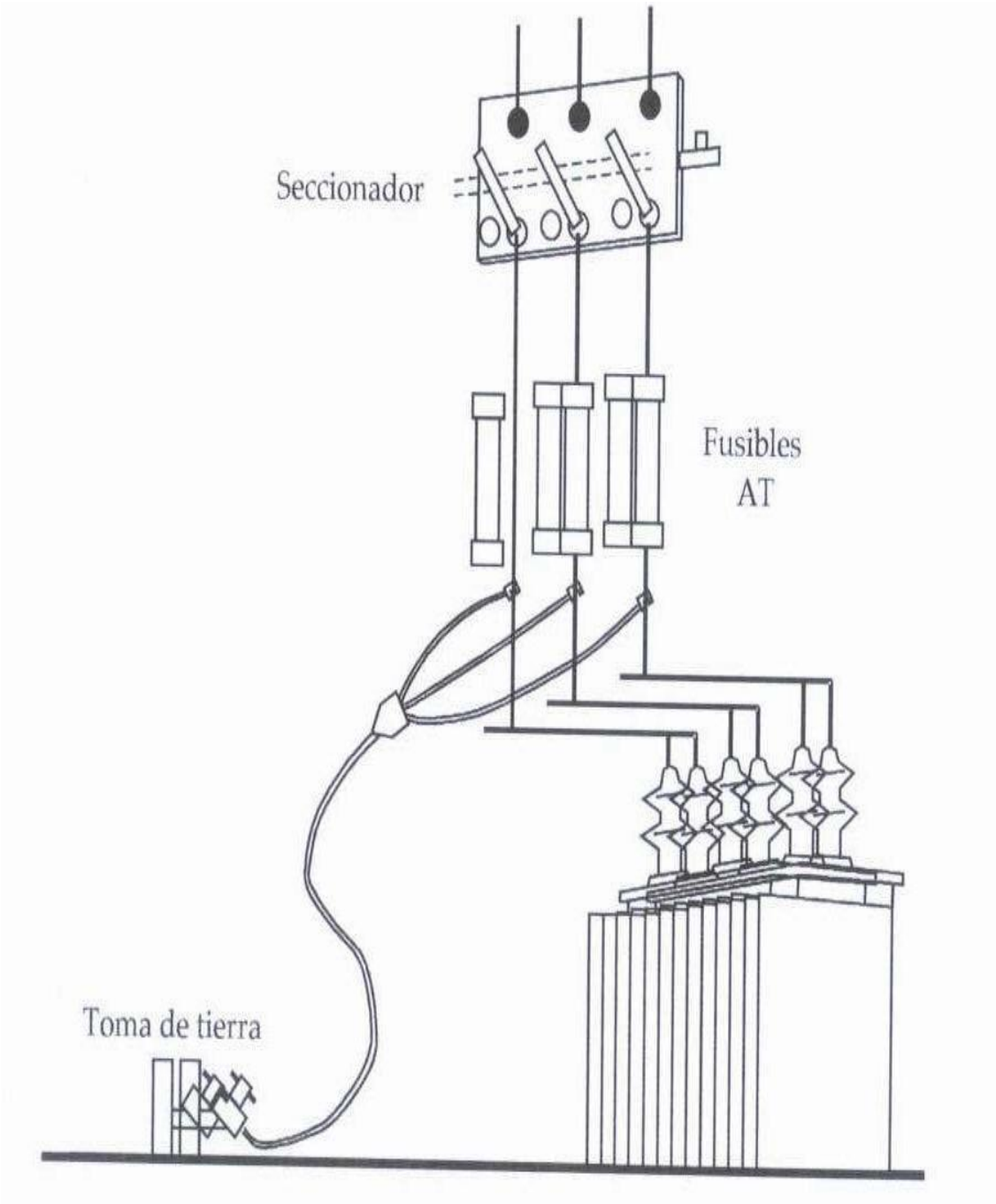


MANIPULACIÓN Y USO DE BOTELLAS II

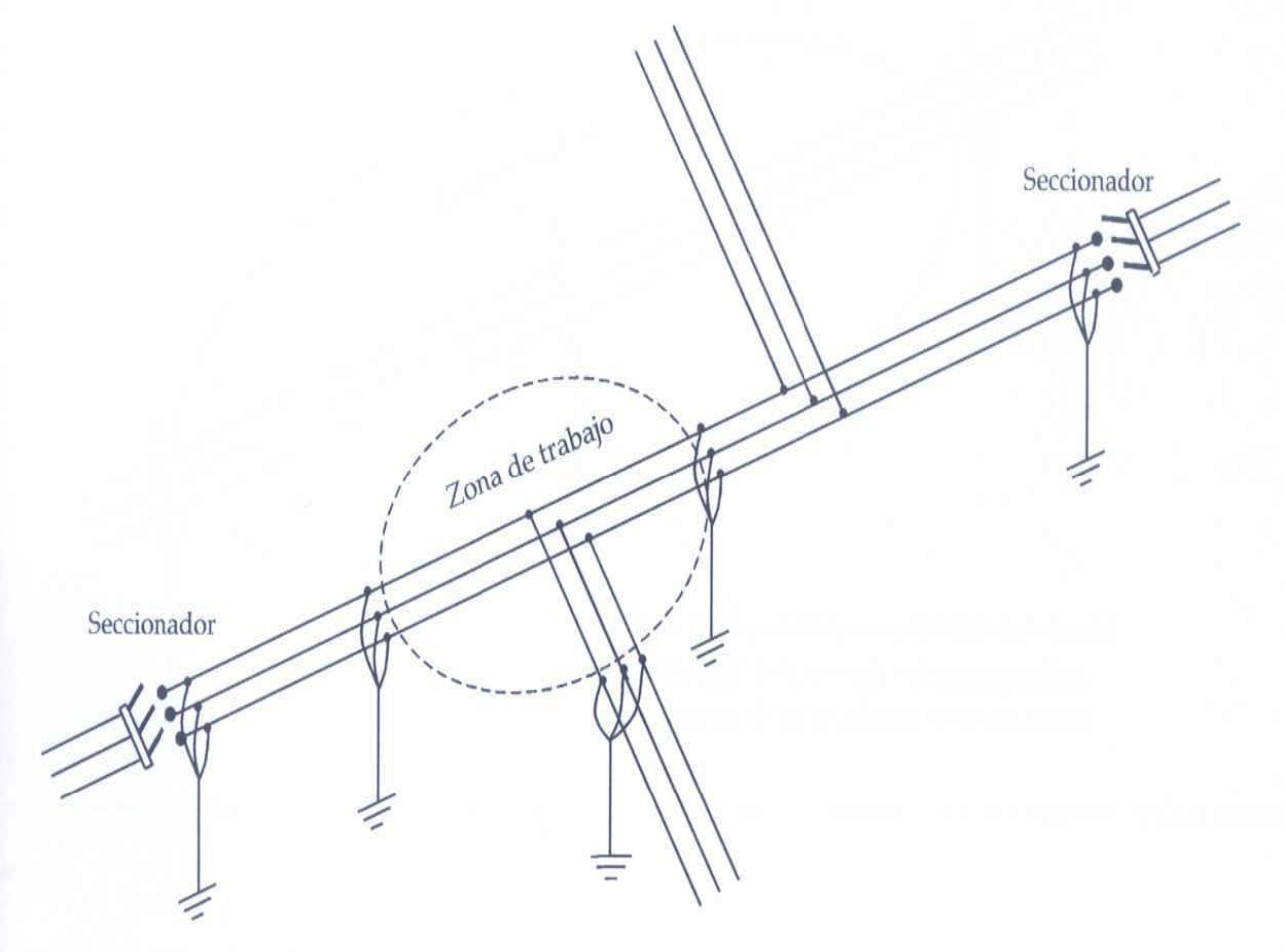
CARTEL DE TELÉFONOS DE URGENCIA EN OBRA



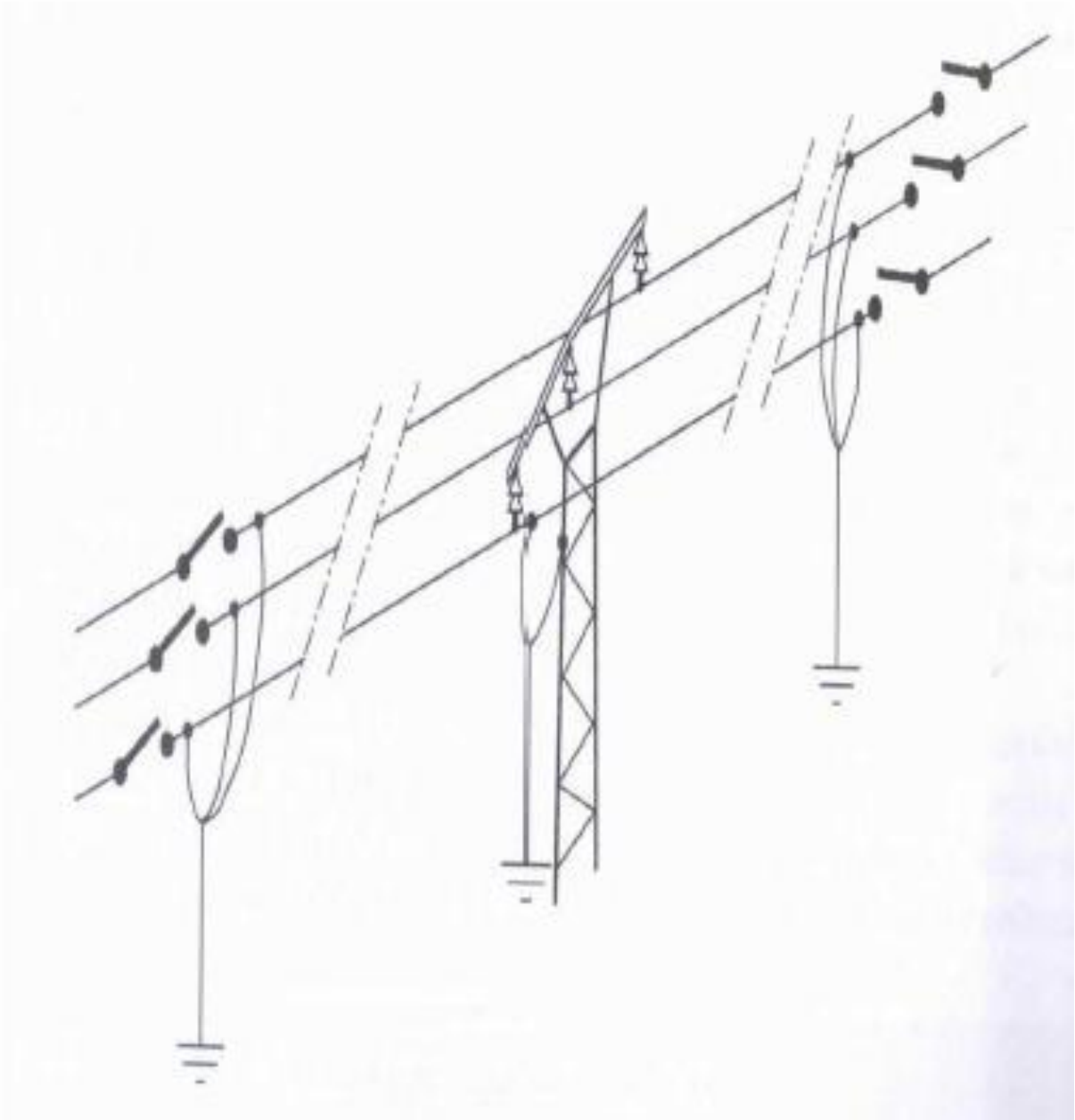
CABLES DE PUESTA A TIERRA PORTÁTILES



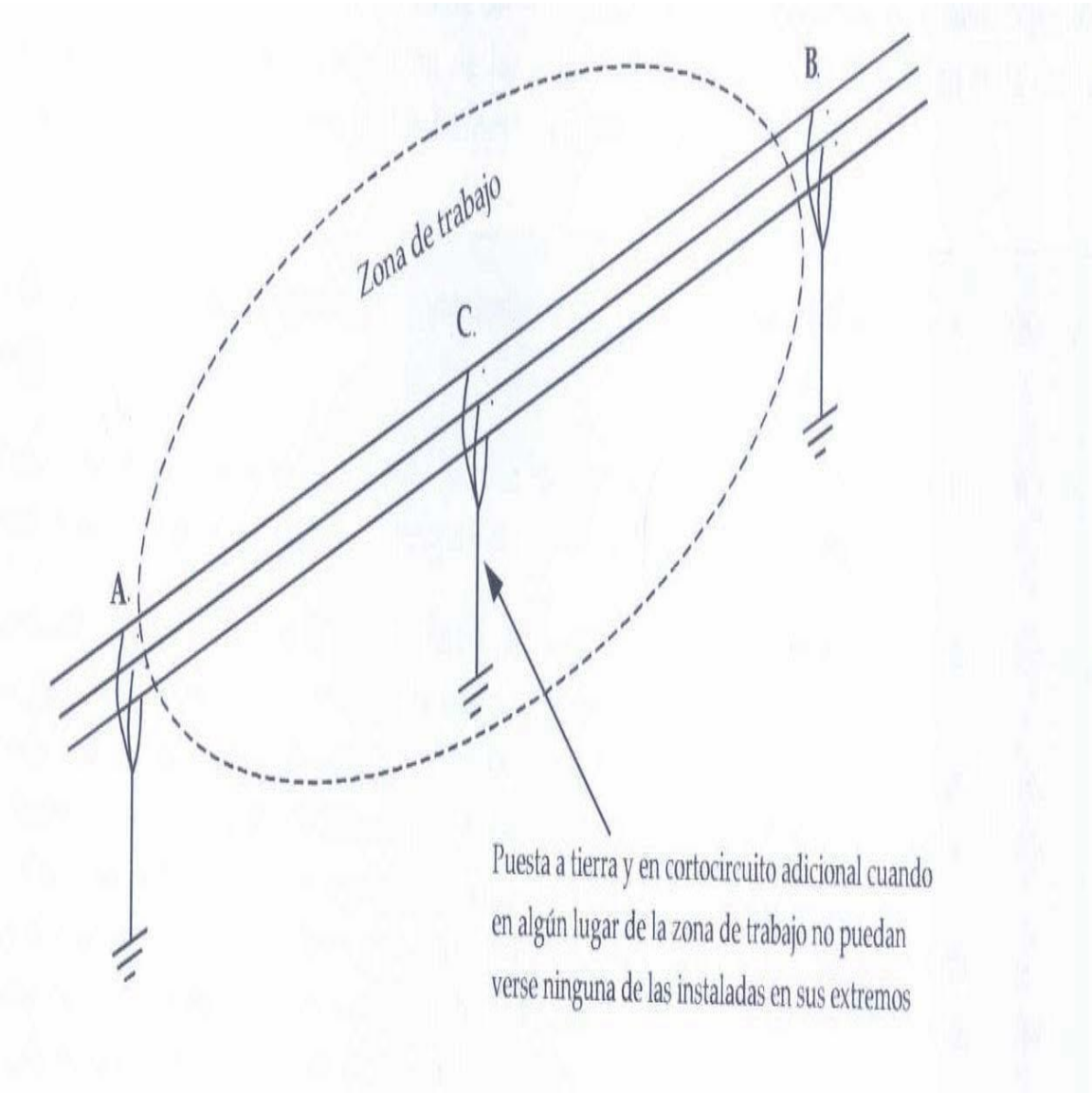
CABLES DE PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO CON TRANSFORMADOR



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO I



CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO II

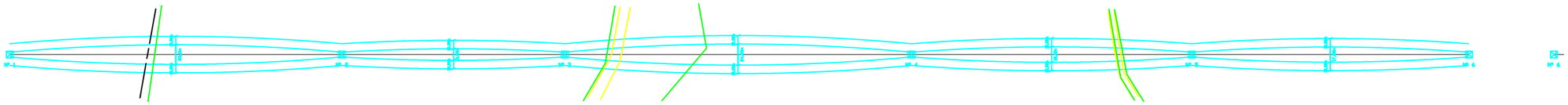


CREACIÓN DE ZONA DE TRABAJO III

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Planos

Planta



Condu LA-180 Zona A		F.Ópt DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 1-2		Tabla tendido Tierra1 Tramo 1-2	
T ºC	T daN	F m	
-5ºC	1395	9,07	-5ºC	1717	0,00
0ºC	1363	9,28	0ºC	1677	0,00
5ºC	1333	9,49	5ºC	1639	0,00
10ºC	1305	9,70	10ºC	1603	0,00
15ºC	1277	9,91	15ºC	1568	0,00
20ºC	1251	10,11	20ºC	1535	0,00
25ºC	1227	10,32	25ºC	1503	0,00
30ºC	1203	10,52	30ºC	1473	0,00
35ºC	1181	10,72	35ºC	1445	0,00
40ºC	1159	10,92	40ºC	1417	0,00
45ºC	1139	11,11	45ºC	1391	0,00
50ºC	1119	11,31	50ºC	1366	0,00

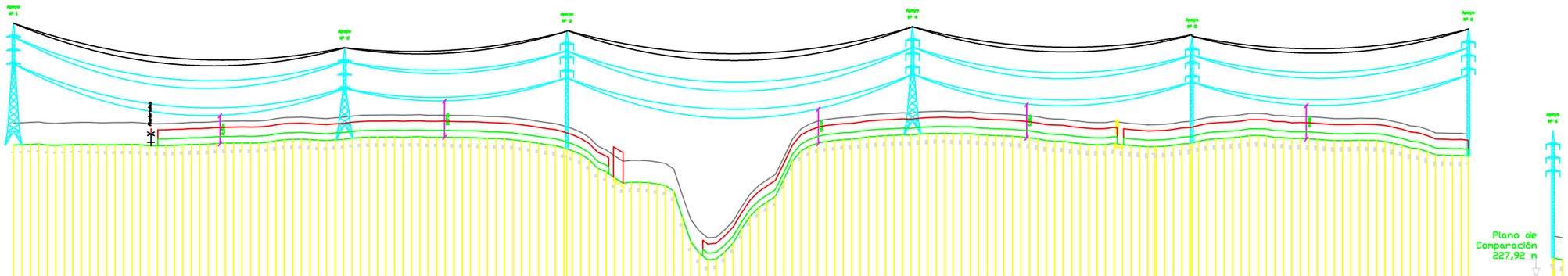
Condu LA-180 Zona A		F.Ópt DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 2-3		Tabla tendido Tierra1 Tramo 2-3	
T ºC	T daN	F m	
-5ºC	1407	4,07	-5ºC	1729	0,00
0ºC	1378	4,17	0ºC	1692	0,00
5ºC	1348	4,27	5ºC	1645	0,00
10ºC	1307	4,38	10ºC	1605	0,00
15ºC	1277	4,48	15ºC	1568	0,00
20ºC	1249	4,58	20ºC	1532	0,00
25ºC	1222	4,68	25ºC	1498	0,00
30ºC	1197	4,78	30ºC	1466	0,00
35ºC	1173	4,88	35ºC	1435	0,00
40ºC	1150	4,98	40ºC	1406	0,00
45ºC	1128	5,07	45ºC	1378	0,00
50ºC	1107	5,17	50ºC	1351	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Ópt DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 3-4		Tabla tendido Tierra1 Tramo 3-4	
T ºC	T daN	F m	
-5ºC	1407	9,79	-5ºC	1729	0,00
0ºC	1378	10,04	0ºC	1692	0,00
5ºC	1338	10,29	5ºC	1645	0,00
10ºC	1307	10,54	10ºC	1605	0,00
15ºC	1277	10,79	15ºC	1568	0,00
20ºC	1249	11,03	20ºC	1532	0,00
25ºC	1222	11,27	25ºC	1498	0,00
30ºC	1197	11,51	30ºC	1466	0,00
35ºC	1173	11,75	35ºC	1435	0,00
40ºC	1150	11,98	40ºC	1406	0,00
45ºC	1128	12,22	45ºC	1378	0,00
50ºC	1107	12,45	50ºC	1351	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Ópt DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 4-5		Tabla tendido Tierra1 Tramo 4-5	
T ºC	T daN	F m	
-5ºC	1407	6,41	-5ºC	1729	0,00
0ºC	1378	6,57	0ºC	1692	0,00
5ºC	1338	6,73	5ºC	1645	0,00
10ºC	1307	6,89	10ºC	1605	0,00
15ºC	1277	7,05	15ºC	1568	0,00
20ºC	1249	7,21	20ºC	1532	0,00
25ºC	1222	7,37	25ºC	1498	0,00
30ºC	1197	7,53	30ºC	1466	0,00
35ºC	1173	7,68	35ºC	1435	0,00
40ºC	1150	7,84	40ºC	1406	0,00
45ºC	1128	7,99	45ºC	1378	0,00
50ºC	1107	8,14	50ºC	1351	0,00

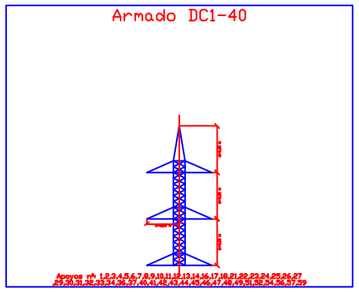
Condu LA-180 Zona A		F.Ópt DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 5-6		Tabla tendido Tierra1 Tramo 5-6	
T ºC	T daN	F m	
-5ºC	1407	6,28	-5ºC	1729	0,00
0ºC	1378	6,41	0ºC	1692	0,00
5ºC	1338	6,57	5ºC	1645	0,00
10ºC	1307	6,73	10ºC	1605	0,00
15ºC	1277	6,88	15ºC	1568	0,00
20ºC	1249	7,04	20ºC	1532	0,00
25ºC	1222	7,19	25ºC	1498	0,00
30ºC	1197	7,35	30ºC	1466	0,00
35ºC	1173	7,50	35ºC	1435	0,00
40ºC	1150	7,65	40ºC	1406	0,00
45ºC	1128	7,80	45ºC	1378	0,00
50ºC	1107	7,94	50ºC	1351	0,00

Perfil



Datos topográf.	Estaciones y punto kilométrico							
	Distancias	Parciales						
		Al origen						
	Cotas del terreno							
Vano Vanos Cimen-	Num. y longitud de las parcelas							
Apoyos	Número	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	
	Angulo	--	--	--	--	--	--	
	Tipo	AG-2-4-132 kV-24	AM-1-4-132 kV-15	AL-2-4-132 kV-21	AM-1-4-132 kV-18	AL-2-4-132 kV-18	AL-2-4-132 kV-24	
	Función	P.línea	AU-Amarre	AU-Suspensión	AU-Suspensión	AU-Suspensión	AU-Suspensión	
	Montaje	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	
	Separación de fases	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	
	Tipo armado	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	
	Altura útil cruceta inferior	24,00 m	15,00 m	21,00 m	18,00 m	18,00 m	24,00 m	
	Tipo de cadena-elementos	Amarre	Amarre	Cadena en V	Cadena en V	Suspensión	Suspensión	
tación	Lado	2,35 m	1,50 m	2,00 m	1,52 m	1,89 m	2,11 m	
	Profundidad	2,95 m	2,60 m	2,91 m	2,60 m	2,98 m	3,11 m	
	Excavación	16,29 m3	5,85 m3	11,64 m3	6,01 m3	10,64 m3	13,85 m3	
	Hormigonado	17,40 m3	6,30 m3	12,44 m3	6,47 m3	11,36 m3	14,74 m3	
regul.	Número	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5		
	Longitud	391,09 m	262,54 m	408,28 m	330,21 m	326,40 m		
	Desnivel	-8,79 m	0,69 m	1,86 m	-1,65 m	3,22 m		
	Número	Nº 1						
	Cons. de catenaria y longitud	K=1692 a 50ºC - 391 m						
	Apoyo inicial y final	Nº 1 - Nº 2						

Armado DC1-40



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

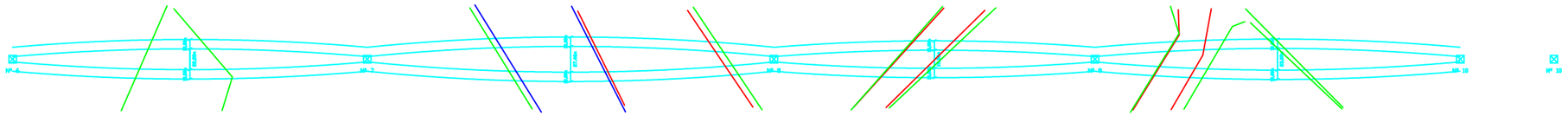
Escala:
H=1/10000
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I)
Línea 132 kV
Guadame-Andujar

Plano nº 1

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica

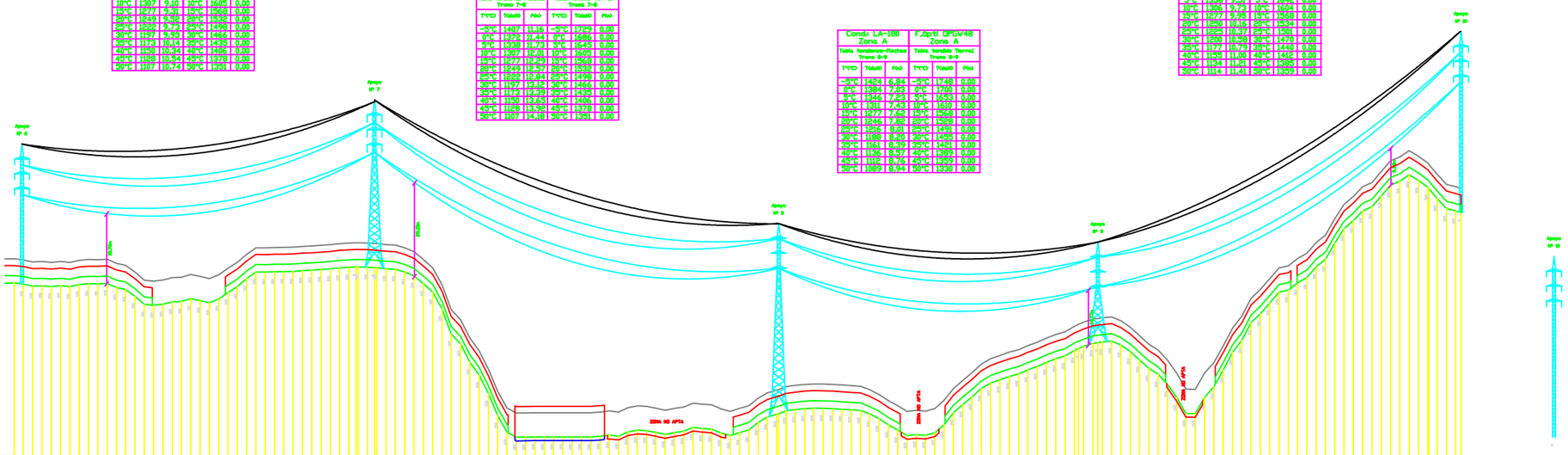


Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 6-7			Tabla tendido Tierra1 Tramo 6-7		
T°C	Tdaí0	Fdo	T°C	Tdaí0	Fdo
-5°C	1407	8,45	-5°C	1723	0,00
0°C	1372	8,67	0°C	1685	0,00
5°C	1338	8,88	5°C	1645	0,00
10°C	1307	9,10	10°C	1605	0,00
15°C	1277	9,31	15°C	1568	0,00
20°C	1249	9,52	20°C	1532	0,00
25°C	1222	9,73	25°C	1498	0,00
30°C	1197	9,93	30°C	1466	0,00
35°C	1173	10,14	35°C	1436	0,00
40°C	1150	10,34	40°C	1405	0,00
45°C	1128	10,54	45°C	1378	0,00
50°C	1107	10,74	50°C	1351	0,00

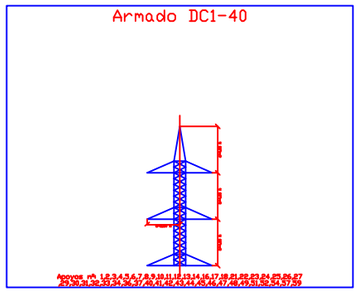
Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 7-8			Tabla tendido Tierra1 Tramo 7-8		
T°C	Tdaí0	Fdo	T°C	Tdaí0	Fdo
-5°C	1407	11,16	-5°C	1723	0,00
0°C	1372	11,44	0°C	1685	0,00
5°C	1338	11,73	5°C	1645	0,00
10°C	1307	12,01	10°C	1605	0,00
15°C	1277	12,29	15°C	1568	0,00
20°C	1249	12,57	20°C	1532	0,00
25°C	1222	12,84	25°C	1498	0,00
30°C	1197	13,12	30°C	1466	0,00
35°C	1173	13,39	35°C	1436	0,00
40°C	1150	13,65	40°C	1405	0,00
45°C	1128	13,92	45°C	1378	0,00
50°C	1107	14,18	50°C	1351	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 8-9			Tabla tendido Tierra1 Tramo 8-9		
T°C	Tdaí0	Fdo	T°C	Tdaí0	Fdo
-5°C	1424	6,84	-5°C	1748	0,00
0°C	1384	7,03	0°C	1700	0,00
5°C	1345	7,23	5°C	1653	0,00
10°C	1311	7,43	10°C	1610	0,00
15°C	1277	7,62	15°C	1568	0,00
20°C	1246	7,82	20°C	1529	0,00
25°C	1216	8,01	25°C	1491	0,00
30°C	1188	8,20	30°C	1455	0,00
35°C	1161	8,39	35°C	1421	0,00
40°C	1135	8,57	40°C	1389	0,00
45°C	1112	8,76	45°C	1359	0,00
50°C	1089	8,94	50°C	1330	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 9-10			Tabla tendido Tierra1 Tramo 9-10		
T°C	Tdaí0	Fdo	T°C	Tdaí0	Fdo
-5°C	1409	9,47	-5°C	1722	0,00
0°C	1367	9,62	0°C	1681	0,00
5°C	1336	9,81	5°C	1642	0,00
10°C	1306	9,73	10°C	1604	0,00
15°C	1277	9,95	15°C	1568	0,00
20°C	1250	10,16	20°C	1534	0,00
25°C	1225	10,37	25°C	1501	0,00
30°C	1200	10,58	30°C	1470	0,00
35°C	1177	10,79	35°C	1440	0,00
40°C	1155	11,00	40°C	1412	0,00
45°C	1134	11,21	45°C	1385	0,00
50°C	1114	11,41	50°C	1359	0,00

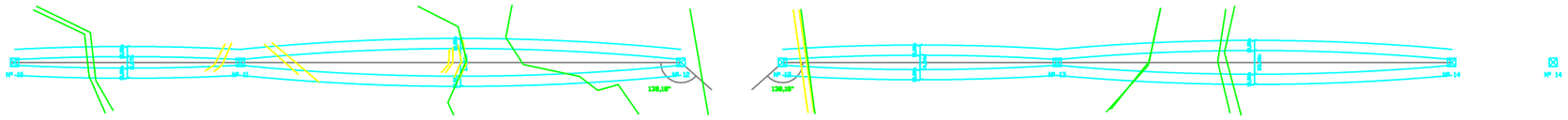


	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº 10
Estaciones y punto kilométrico (Datos topográf.)	2325,49 (7763,3) 284,4	2727,88 (8947,7) 679,4	3126,79 (10255,4) 474,6	3527,73 (11571,4) 340,8	3926,85 (12882,7) 399,8	4326,85 (14193,7) 399,8
Distancias: Parciales						
Distancias: Al origen						
Cotas del terreno						
Num. y Longitud de las parcelas						
Apoyos: Número	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	Nº 10
Apoyos: Ángulo	---	---	---	---	---
Apoyos: Tipo	AL-2-4-132 kV-24	AM-1-4-132 kV-31	AM-1-4-132 kV-39	AM-1-4-132 kV-15	AL-2-4-132 kV-35
Apoyos: Función	Al-Suspensión	Al-Suspensión	Al-Anarre	Al-Anarre	Al-Suspensión
Apoyos: Montaje	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito
Apoyos: Separación de fases	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Apoyos: Tipo armado	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-
Apoyos: Altura útil cruceta inferior	24,00 m	31,00 m	39,00 m	15,00 m	35,00 m
Apoyos: Tipo de cadena-elementos	Suspensión	Cadena en V	Anarre	Anarre	Suspensión
Cimentaciones: Lado	2,11 m	1,65 m	1,70 m	1,50 m	2,51 m
Cimentaciones: Profundidad	3,11 m	2,60 m	2,60 m	2,60 m	3,29 m
Cimentaciones: Excavación	13,85 m3	7,08 m3	7,51 m3	5,85 m3	28,73 m3
Cimentaciones: Hormigonado	14,74 m3	7,68 m3	8,09 m3	6,30 m3	21,99 m3
Vanos: Número	Nº 6	Nº 7	Nº 8	Nº 9	
Vanos: Longitud	378,98 m	434,56 m	343,16 m	390,48 m	
Vanos: Desnivel	9,06 m	-28,53 m	-5,64 m	53,33 m	
Vanos: Número			Nº 3		
Vanos: Cons. de catenaria y Longitud			K=1646 a 50°C - 343 m		
Vanos: Apoyo inicial y final			Nº 8 - Nº 9		



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 2
H=1/10000 V=1/2000		Proyecto Final de Carrera
		Grado en Ingeniería Eléctrica

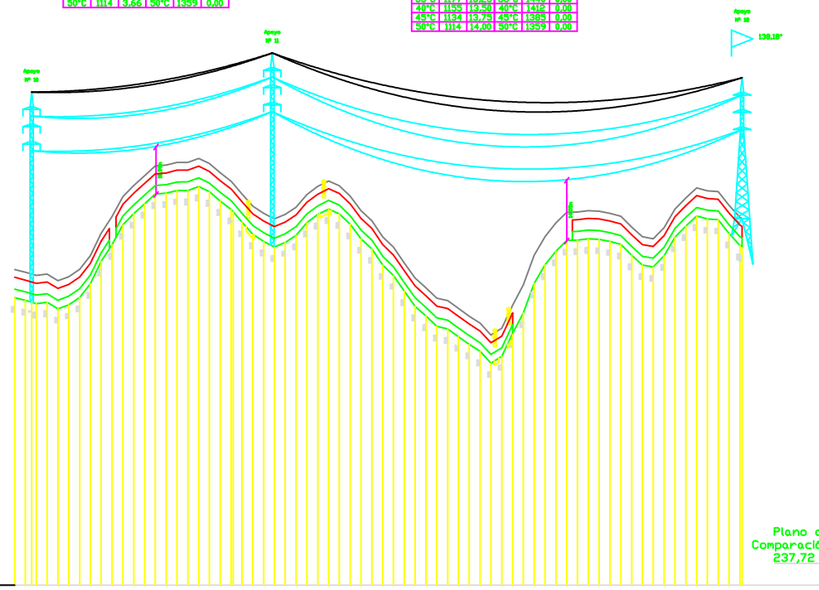


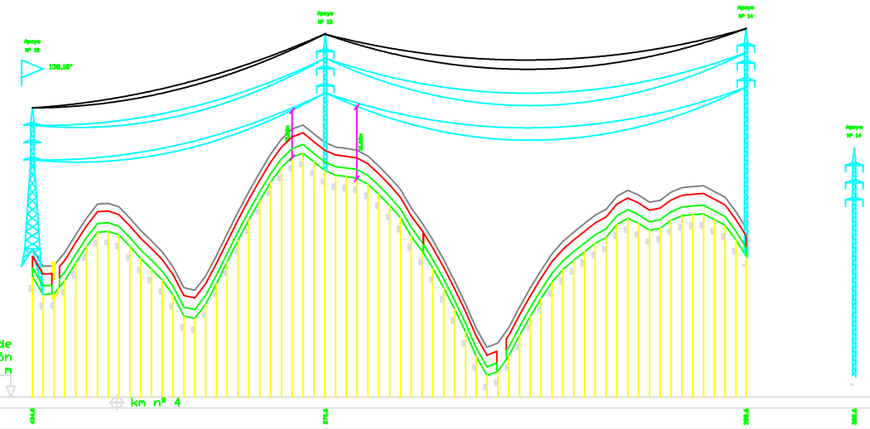
Condu LA-180 Zona A			F.Aptl DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 10-11			Tabla tendido Terral Tramo 10-11		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1400	2,91	-5°C	1722	0,00
0°C	1367	2,98	0°C	1681	0,00
5°C	1335	3,05	5°C	1642	0,00
10°C	1306	3,12	10°C	1604	0,00
15°C	1277	3,19	15°C	1568	0,00
20°C	1250	3,25	20°C	1534	0,00
25°C	1225	3,34	25°C	1501	0,00
30°C	1200	3,40	30°C	1470	0,00
35°C	1177	3,47	35°C	1440	0,00
40°C	1155	3,54	40°C	1412	0,00
45°C	1134	3,60	45°C	1385	0,00
50°C	1114	3,66	50°C	1359	0,00

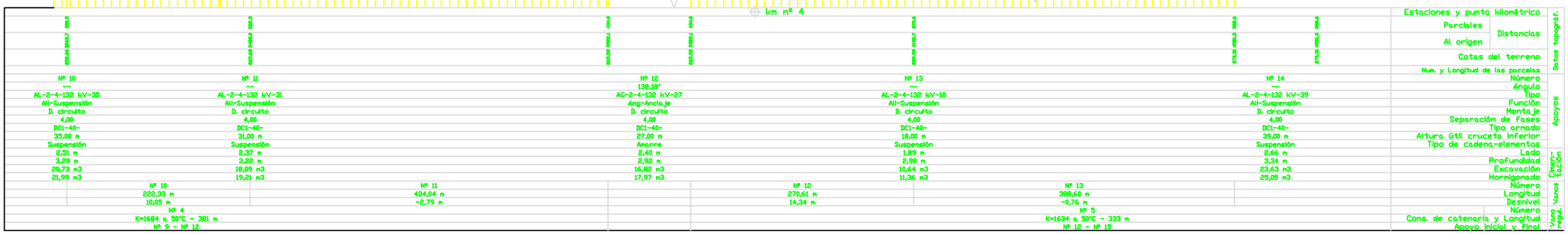
Condu LA-180 Zona A			F.Aptl DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 11-12			Tabla tendido Terral Tramo 11-12		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1400	11,13	-5°C	1722	0,00
0°C	1367	11,40	0°C	1681	0,00
5°C	1335	11,67	5°C	1642	0,00
10°C	1306	11,94	10°C	1604	0,00
15°C	1277	12,21	15°C	1568	0,00
20°C	1250	12,47	20°C	1534	0,00
25°C	1225	12,73	25°C	1501	0,00
30°C	1200	12,99	30°C	1470	0,00
35°C	1177	13,25	35°C	1440	0,00
40°C	1155	13,50	40°C	1412	0,00
45°C	1134	13,75	45°C	1385	0,00
50°C	1114	14,00	50°C	1359	0,00

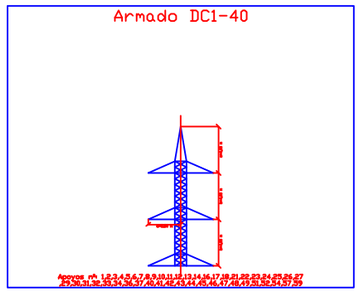
Condu LA-180 Zona A			F.Aptl DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 12-13			Tabla tendido Terral Tramo 12-13		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1431	4,23	-5°C	1755	0,00
0°C	1392	4,48	0°C	1705	0,00
5°C	1350	4,51	5°C	1657	0,00
10°C	1316	4,54	10°C	1611	0,00
15°C	1277	4,76	15°C	1566	0,00
20°C	1244	4,83	20°C	1527	0,00
25°C	1216	5,01	25°C	1488	0,00
30°C	1184	5,14	30°C	1451	0,00
35°C	1156	5,26	35°C	1416	0,00
40°C	1130	5,39	40°C	1382	0,00
45°C	1106	5,51	45°C	1351	0,00
50°C	1081	5,63	50°C	1321	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Aptl DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 13-14			Tabla tendido Terral Tramo 13-14		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1431	8,73	-5°C	1755	0,00
0°C	1389	9,01	0°C	1705	0,00
5°C	1350	9,28	5°C	1657	0,00
10°C	1316	9,54	10°C	1611	0,00
15°C	1277	9,80	15°C	1566	0,00
20°C	1244	10,05	20°C	1527	0,00
25°C	1216	10,29	25°C	1488	0,00
30°C	1184	10,53	30°C	1451	0,00
35°C	1156	10,74	35°C	1416	0,00
40°C	1130	11,02	40°C	1382	0,00
45°C	1106	11,24	45°C	1351	0,00
50°C	1081	11,59	50°C	1321	0,00



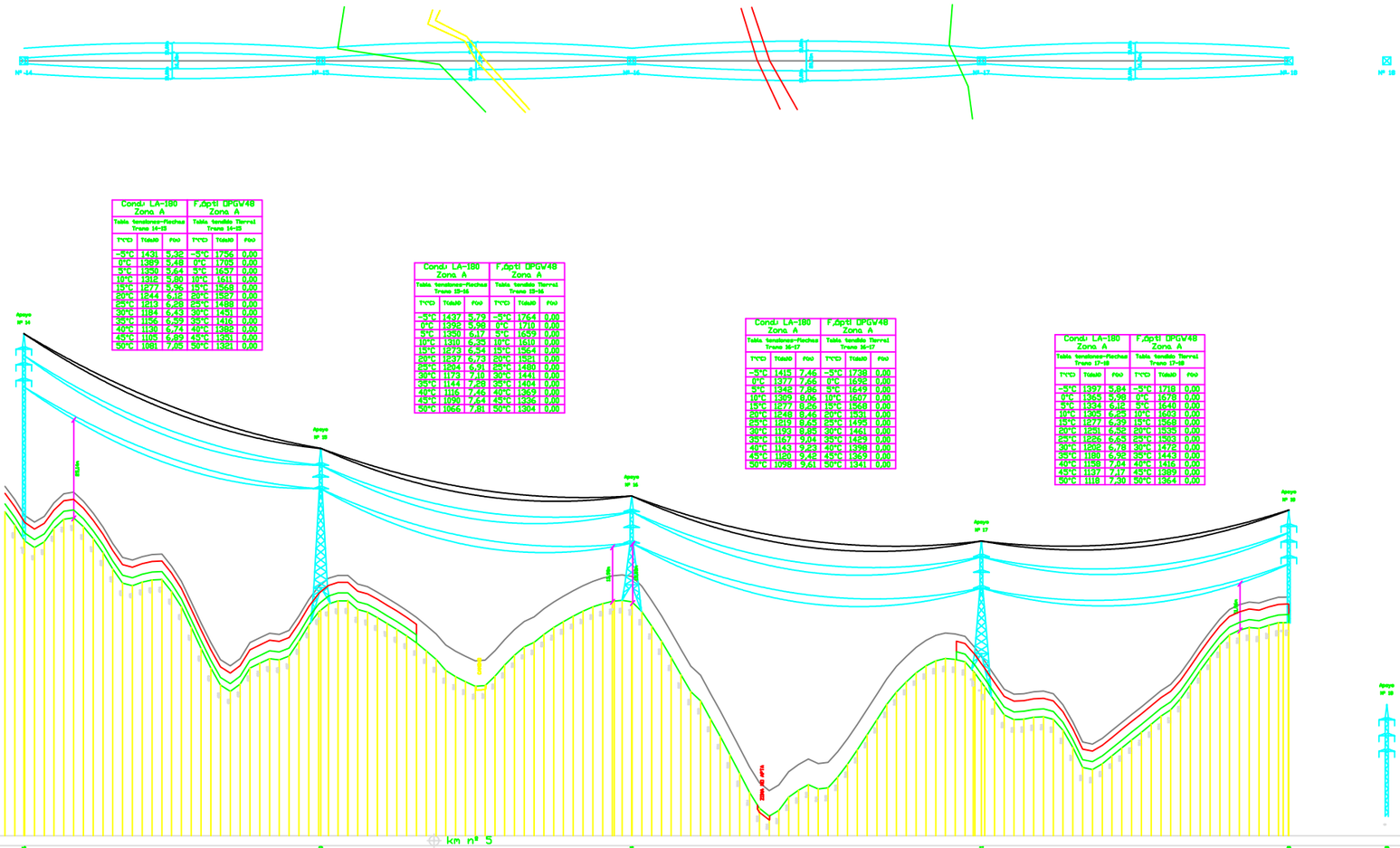






	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:		
H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 3 Proyecto Final de Carrera Grado en Ingeniería Eléctrica



Cond: LA-180 Zona A			F.Opt: OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 14-15			Tabla tendido Tiro=2 Tramo 14-15		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1431	5,32	-5°C	1756	0,00
0°C	1389	5,48	0°C	1705	0,00
5°C	1350	5,64	5°C	1657	0,00
10°C	1312	5,80	10°C	1611	0,00
15°C	1277	5,96	15°C	1568	0,00
20°C	1244	6,12	20°C	1527	0,00
25°C	1213	6,28	25°C	1488	0,00
30°C	1184	6,43	30°C	1451	0,00
35°C	1156	6,59	35°C	1416	0,00
40°C	1130	6,74	40°C	1382	0,00
45°C	1105	6,89	45°C	1351	0,00
50°C	1081	7,05	50°C	1321	0,00

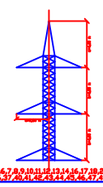
Cond: LA-180 Zona A			F.Opt: OPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 15-16			Tabla tendido Tiro=2 Tramo 15-16		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1437	5,79	-5°C	1764	0,00
0°C	1395	5,98	0°C	1710	0,00
5°C	1355	6,17	5°C	1659	0,00
10°C	1316	6,35	10°C	1610	0,00
15°C	1279	6,54	15°C	1564	0,00
20°C	1247	6,73	20°C	1521	0,00
25°C	1214	6,91	25°C	1480	0,00
30°C	1173	7,10	30°C	1441	0,00
35°C	1144	7,28	35°C	1404	0,00
40°C	1116	7,46	40°C	1369	0,00
45°C	1090	7,64	45°C	1336	0,00
50°C	1065	7,81	50°C	1304	0,00

Cond: LA-180 Zona A			F.Opt: OPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 16-17			Tabla tendido Tiro=2 Tramo 16-17		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1415	7,46	-5°C	1738	0,00
0°C	1377	7,66	0°C	1690	0,00
5°C	1340	7,86	5°C	1649	0,00
10°C	1309	8,06	10°C	1607	0,00
15°C	1277	8,25	15°C	1569	0,00
20°C	1248	8,45	20°C	1531	0,00
25°C	1219	8,65	25°C	1495	0,00
30°C	1193	8,85	30°C	1461	0,00
35°C	1167	9,04	35°C	1429	0,00
40°C	1143	9,24	40°C	1398	0,00
45°C	1120	9,43	45°C	1367	0,00
50°C	1098	9,61	50°C	1341	0,00

Cond: LA-180 Zona A			F.Opt: OPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 17-18			Tabla tendido Tiro=2 Tramo 17-18		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	5,84	-5°C	1718	0,00
0°C	1363	5,98	0°C	1678	0,00
5°C	1334	6,18	5°C	1646	0,00
10°C	1305	6,35	10°C	1603	0,00
15°C	1277	6,53	15°C	1569	0,00
20°C	1251	6,68	20°C	1535	0,00
25°C	1226	6,85	25°C	1503	0,00
30°C	1202	6,98	30°C	1472	0,00
35°C	1180	7,16	35°C	1443	0,00
40°C	1158	7,34	40°C	1416	0,00
45°C	1137	7,47	45°C	1389	0,00
50°C	1118	7,60	50°C	1364	0,00

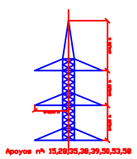
Estaciones y punto kilométrico				Datos topográf.
Parciales	Distancias			
Al origen				
Cotas del terreno				
Num. y Longitud de las parcelas				
Nº 14	Nº 15	Nº 16	Nº 17	Nº 18
--	--	--	--	--
Número	AL-2-4-132 kV-39	AM-1-3-132 kV-31	AM-1-4-132 kV-15	AM-1-4-132 kV-24	AL-2-4-132 kV-15	Apoyos
Ángulo	Al-Suspensión	Al-Amarre	Al-Amarre	Al-Amarre	Al-Suspensión	
Tipo	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	
Función	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00	
Montaje	DC1-40-	DC1-30-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-	
Separación de fases	39,00 m	31,00 m	15,00 m	24,00 m	15,00 m	
Tipo armado	Suspensión	Amarre	Amarre	Amarre	Suspensión	
Altura útil cruceta inferior	2,66 m	1,50 m	1,50 m	1,57 m	1,78 m	
Tipo de cadena-elementos	3,34 m	2,50 m	2,60 m	2,60 m	2,91 m	
Lado	23,63 m3	5,63 m3	5,85 m3	6,41 m3	9,22 m3	Cimentación
Profundidad	25,05 m3	6,08 m3	6,30 m3	6,90 m3	9,85 m3	
Excavación						
Hormigonado						
Número	Nº 14	Nº 15	Nº 16	Nº 17		Vanos Organ.
Longitud	302,98 m	317,44 m	357,06 m	313,81 m		
Desnivel	-22,11 m	-16,23 m	-9,14 m	3,32 m		
Número		Nº 6	Nº 7			
Cons. de catenaria y Longitud		K=1611 a 50°C - 317 m	K=1661 a 50°C - 357 m			
Apoyo inicial y final		Nº 15 - Nº 16	Nº 16 - Nº 17			

Armado DC1-40



Apoyos nº: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51,52,54,55,56,57

Armado DC1-30



Apoyos nº: 19,20,35,38,39,50,53,58

	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:

H=1/10000

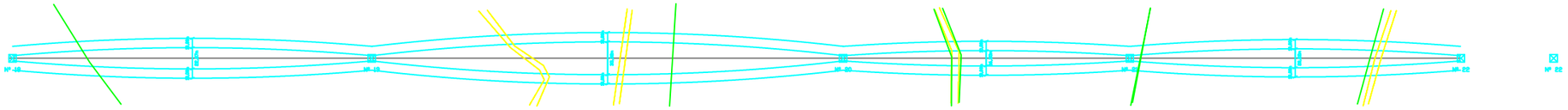
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar

Plano nº 4

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica

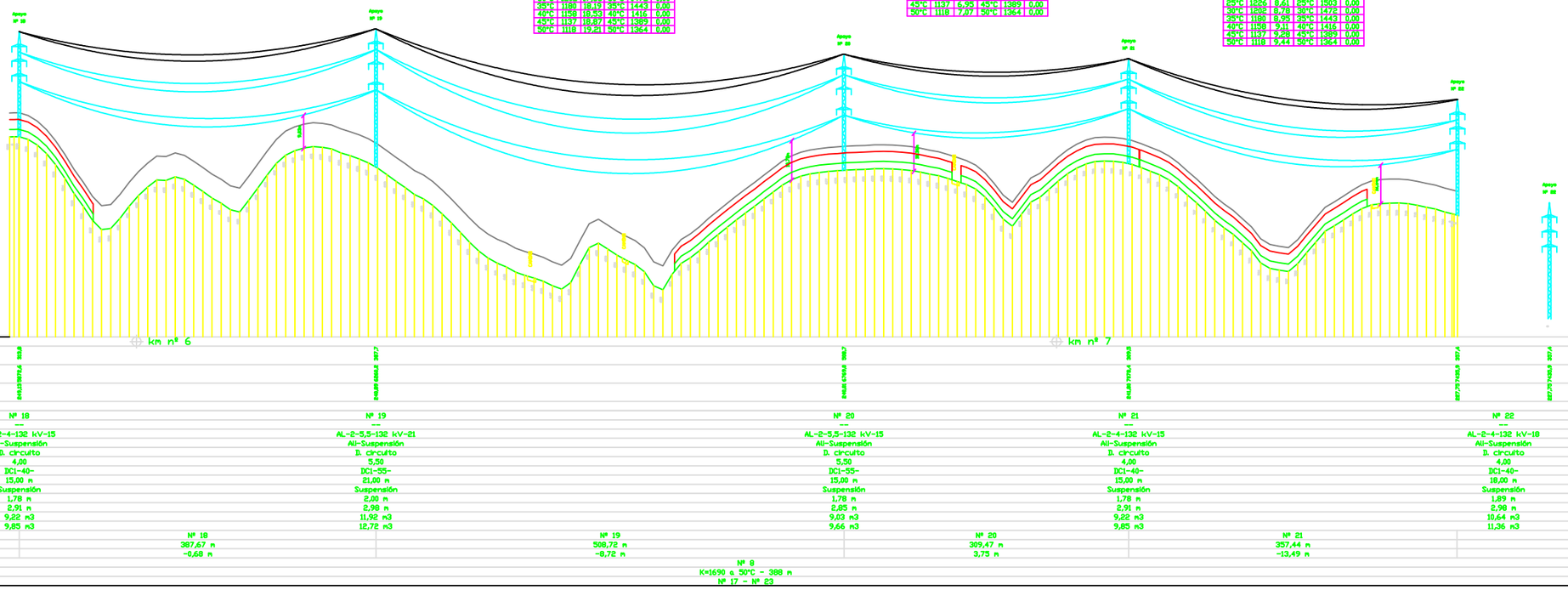


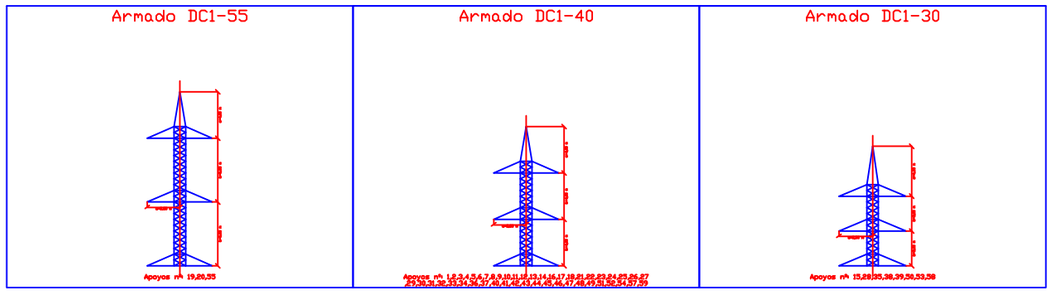
Condu LA-180 Zona A			F.Ap'l DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 18-19			Tabla tendido Thrral Tramo 18-19		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	8,92	-5°C	1718	0,00
0°C	1363	9,12	0°C	1678	0,00
5°C	1334	9,34	5°C	1640	0,00
10°C	1305	9,55	10°C	1603	0,00
15°C	1277	9,78	15°C	1568	0,00
20°C	1251	9,92	20°C	1538	0,00
25°C	1225	10,15	25°C	1503	0,00
30°C	1198	10,38	30°C	1472	0,00
35°C	1180	10,55	35°C	1443	0,00
40°C	1159	10,76	40°C	1416	0,00
45°C	1137	10,96	45°C	1389	0,00
50°C	1118	11,14	50°C	1364	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Ap'l DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 19-20			Tabla tendido Thrral Tramo 19-20		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	15,35	-5°C	1718	0,00
0°C	1363	15,72	0°C	1678	0,00
5°C	1334	16,08	5°C	1640	0,00
10°C	1305	16,44	10°C	1603	0,00
15°C	1277	16,80	15°C	1568	0,00
20°C	1251	17,15	20°C	1538	0,00
25°C	1225	17,50	25°C	1503	0,00
30°C	1198	17,85	30°C	1472	0,00
35°C	1180	18,19	35°C	1443	0,00
40°C	1159	18,53	40°C	1416	0,00
45°C	1137	18,87	45°C	1389	0,00
50°C	1118	19,21	50°C	1364	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Ap'l DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 20-21			Tabla tendido Thrral Tramo 20-21		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	5,66	-5°C	1718	0,00
0°C	1363	5,79	0°C	1678	0,00
5°C	1334	5,92	5°C	1640	0,00
10°C	1305	6,05	10°C	1603	0,00
15°C	1277	6,18	15°C	1568	0,00
20°C	1251	6,31	20°C	1538	0,00
25°C	1225	6,44	25°C	1503	0,00
30°C	1198	6,57	30°C	1472	0,00
35°C	1180	6,70	35°C	1443	0,00
40°C	1159	6,83	40°C	1416	0,00
45°C	1137	6,95	45°C	1389	0,00
50°C	1118	7,07	50°C	1364	0,00

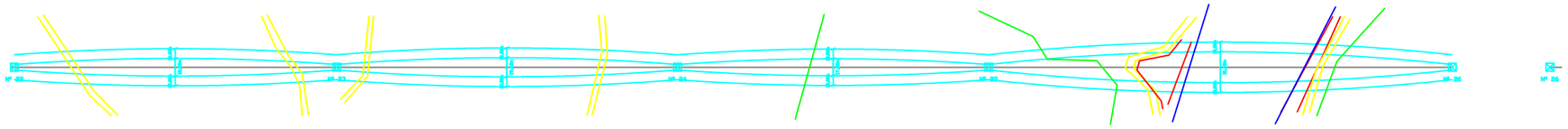
Condu LA-180 Zona A			F.Ap'l DPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-Flechas Tramo 21-22			Tabla tendido Thrral Tramo 21-22		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	7,55	-5°C	1718	0,00
0°C	1363	7,73	0°C	1678	0,00
5°C	1334	7,91	5°C	1640	0,00
10°C	1305	8,09	10°C	1603	0,00
15°C	1277	8,26	15°C	1568	0,00
20°C	1251	8,44	20°C	1538	0,00
25°C	1225	8,61	25°C	1503	0,00
30°C	1198	8,78	30°C	1472	0,00
35°C	1180	8,95	35°C	1443	0,00
40°C	1159	9,11	40°C	1416	0,00
45°C	1137	9,28	45°C	1389	0,00
50°C	1118	9,44	50°C	1364	0,00





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:		
H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 5 Proyecto Final de Carrera Grado en Ingeniería Eléctrica

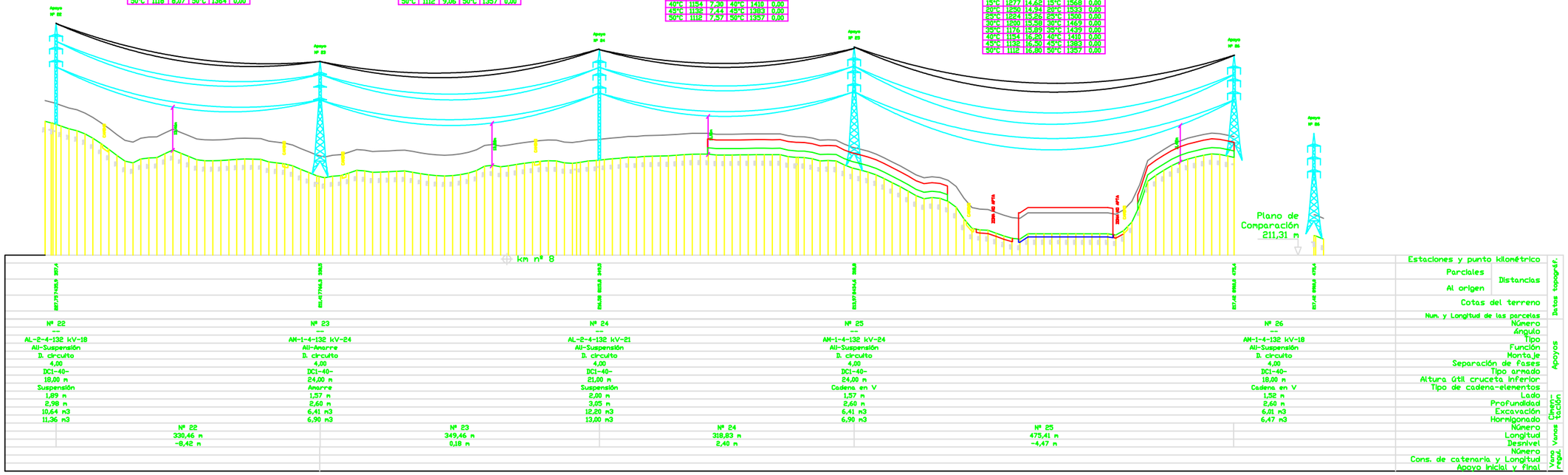


Condu LA-180 Zona A		F.Opt1 DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 22-23		Tabla tendido Tierral Tramo 22-23	
T°C	T(daN)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1397	6,48	-5°C	1718	0,00
0°C	1364	6,61	0°C	1678	0,00
5°C	1334	6,76	5°C	1640	0,00
10°C	1305	6,91	10°C	1603	0,00
15°C	1277	7,06	15°C	1568	0,00
20°C	1251	7,20	20°C	1535	0,00
25°C	1226	7,35	25°C	1503	0,00
30°C	1203	7,50	30°C	1472	0,00
35°C	1180	7,64	35°C	1443	0,00
40°C	1158	7,78	40°C	1416	0,00
45°C	1137	7,93	45°C	1389	0,00
50°C	1118	8,07	50°C	1364	0,00

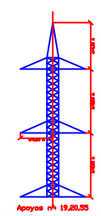
Condu LA-180 Zona A		F.Opt1 DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 23-24		Tabla tendido Tierral Tramo 23-24	
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1403	7,19	-5°C	1724	0,00
0°C	1369	7,37	0°C	1682	0,00
5°C	1336	7,54	5°C	1642	0,00
10°C	1305	7,72	10°C	1604	0,00
15°C	1277	7,89	15°C	1569	0,00
20°C	1250	8,06	20°C	1535	0,00
25°C	1224	8,23	25°C	1503	0,00
30°C	1200	8,40	30°C	1473	0,00
35°C	1176	8,57	35°C	1439	0,00
40°C	1154	8,74	40°C	1410	0,00
45°C	1132	8,90	45°C	1383	0,00
50°C	1112	9,06	50°C	1357	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Opt1 DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 24-25		Tabla tendido Tierral Tramo 24-25	
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1403	6,01	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	6,13	0°C	1682	0,00
5°C	1335	6,26	5°C	1642	0,00
10°C	1306	6,45	10°C	1604	0,00
15°C	1277	6,59	15°C	1568	0,00
20°C	1250	6,73	20°C	1533	0,00
25°C	1224	6,88	25°C	1500	0,00
30°C	1200	7,02	30°C	1469	0,00
35°C	1176	7,16	35°C	1439	0,00
40°C	1154	7,30	40°C	1410	0,00
45°C	1132	7,44	45°C	1383	0,00
50°C	1112	7,57	50°C	1357	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Opt1 DPGV48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 25-26		Tabla tendido Tierral Tramo 25-26	
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1403	13,49	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	13,65	0°C	1682	0,00
5°C	1336	13,98	5°C	1642	0,00
10°C	1305	14,30	10°C	1604	0,00
15°C	1277	14,62	15°C	1568	0,00
20°C	1250	14,94	20°C	1533	0,00
25°C	1224	15,26	25°C	1500	0,00
30°C	1200	15,58	30°C	1469	0,00
35°C	1176	15,89	35°C	1439	0,00
40°C	1154	16,20	40°C	1410	0,00
45°C	1132	16,50	45°C	1383	0,00
50°C	1112	16,80	50°C	1357	0,00

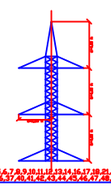


Armado DC1-55



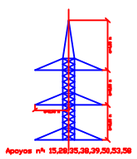
Apoyos nº 19,20,55

Armado DC1-40



Apoyos nº 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,21,22,23,24,25,26,27,28,29,31,32,33,34,36,37,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,51,52,54,57,59

Armado DC1-30



Apoyos nº 15,38,35,38,39,50,53,58

	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:

H=1/10000

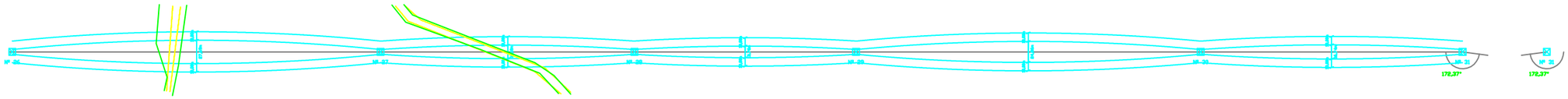
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar

Plano nº 6

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica



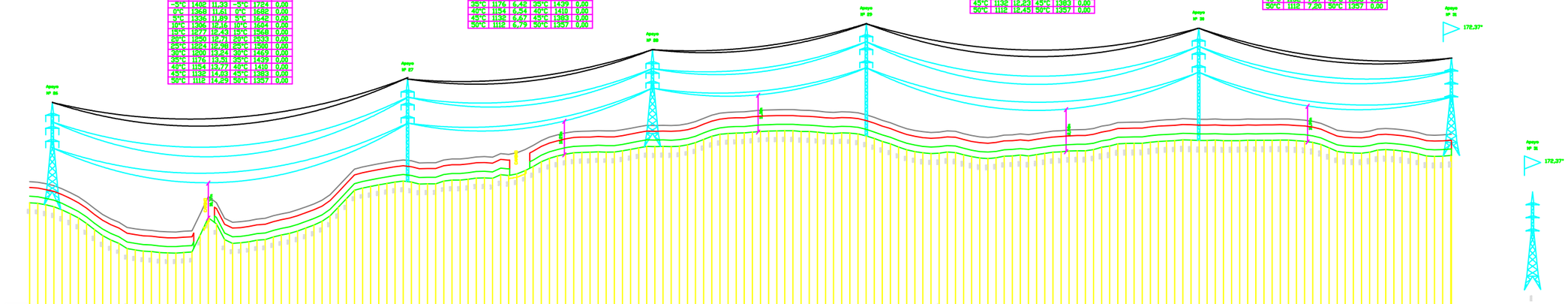
Condu LA-180 Zona A		F.Opti OPGW48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 26-27		Tabla tendido Tramo 26-27	
T°C	TdaN	T°C	TdaN
-5°C	1402	11,33	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	11,61	0°C	1682	0,00
5°C	1336	11,89	5°C	1642	0,00
10°C	1306	12,16	10°C	1604	0,00
15°C	1277	12,43	15°C	1568	0,00
20°C	1250	12,71	20°C	1533	0,00
25°C	1224	12,98	25°C	1500	0,00
30°C	1200	13,24	30°C	1469	0,00
35°C	1176	13,51	35°C	1439	0,00
40°C	1154	13,77	40°C	1410	0,00
45°C	1132	14,03	45°C	1383	0,00
50°C	1112	14,29	50°C	1357	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Opti OPGW48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 27-28		Tabla tendido Tramo 27-28	
T°C	TdaN	T°C	TdaN
-5°C	1402	5,38	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	5,52	0°C	1682	0,00
5°C	1336	5,65	5°C	1642	0,00
10°C	1306	5,78	10°C	1604	0,00
15°C	1277	5,91	15°C	1568	0,00
20°C	1250	6,04	20°C	1533	0,00
25°C	1224	6,17	25°C	1500	0,00
30°C	1200	6,29	30°C	1469	0,00
35°C	1176	6,42	35°C	1439	0,00
40°C	1154	6,54	40°C	1410	0,00
45°C	1132	6,67	45°C	1383	0,00
50°C	1112	6,79	50°C	1357	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Opti OPGW48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 28-29		Tabla tendido Tramo 28-29	
T°C	TdaN	T°C	TdaN
-5°C	1402	4,88	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	4,18	0°C	1682	0,00
5°C	1336	4,28	5°C	1642	0,00
10°C	1306	4,38	10°C	1604	0,00
15°C	1277	4,48	15°C	1568	0,00
20°C	1250	4,58	20°C	1533	0,00
25°C	1224	4,68	25°C	1500	0,00
30°C	1200	4,77	30°C	1469	0,00
35°C	1176	4,87	35°C	1439	0,00
40°C	1154	4,96	40°C	1410	0,00
45°C	1132	5,05	45°C	1383	0,00
50°C	1112	5,15	50°C	1357	0,00

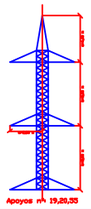
Condu LA-180 Zona A		F.Opti OPGW48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 29-30		Tabla tendido Tramo 29-30	
T°C	TdaN	T°C	TdaN
-5°C	1402	9,87	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	10,12	0°C	1682	0,00
5°C	1336	10,36	5°C	1642	0,00
10°C	1306	10,60	10°C	1604	0,00
15°C	1277	10,84	15°C	1568	0,00
20°C	1250	11,08	20°C	1533	0,00
25°C	1224	11,31	25°C	1500	0,00
30°C	1200	11,54	30°C	1469	0,00
35°C	1176	11,77	35°C	1439	0,00
40°C	1154	12,00	40°C	1410	0,00
45°C	1132	12,23	45°C	1383	0,00
50°C	1112	12,45	50°C	1357	0,00

Condu LA-180 Zona A		F.Opti OPGW48 Zona A	
Tabla tensiones-flechas Tramo 30-31		Tabla tendido Tramo 30-31	
T°C	TdaN	T°C	TdaN
-5°C	1402	5,71	-5°C	1724	0,00
0°C	1368	5,85	0°C	1682	0,00
5°C	1336	5,99	5°C	1642	0,00
10°C	1306	6,13	10°C	1604	0,00
15°C	1277	6,27	15°C	1568	0,00
20°C	1250	6,40	20°C	1533	0,00
25°C	1224	6,54	25°C	1500	0,00
30°C	1200	6,67	30°C	1469	0,00
35°C	1176	6,81	35°C	1439	0,00
40°C	1154	6,94	40°C	1410	0,00
45°C	1132	7,07	45°C	1383	0,00
50°C	1112	7,20	50°C	1357	0,00



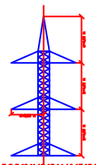
	Nº 26	Nº 27	Nº 28	Nº 29	Nº 30	Nº 31
Estaciones y punto kilométrico	457,46	495,51	556,48	559,67	677,95	689,15
Distancias: Parciales		437,51	301,51	263,28	409,28	311,10
Distancias: Al origen		437,51	739,02	1002,3	1411,6	1722,7
Cotas del terreno						
Datos topográf.: Num. y Longitud de las parcelas						
Apoyos: Número	Nº 26	Nº 27	Nº 28	Nº 29	Nº 30	Nº 31
Apoyos: Angulo	—	—	—	—	—	172,37°
Apoyos: Tipo	AM-1-4-132 kV-18	AL-2-4-132 kV-18	AM-1-3-132 kV-18	AL-2-4-132 kV-21	AL-2-4-132 kV-21	AM-1-4-132 kV-18
Apoyos: Función	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ali-Suspensión	Ang-Anclaje
Apoyos: Montaje	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito	D. circuito
Apoyos: Separación de fases	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	4,00
Apoyos: Tipo armado	DC1-40-	DC1-40-	DC1-30-	DC1-40-	DC1-40-	DC1-40-
Apoyos: Altura útil cruceta inferior	18,00 m	18,00 m	18,00 m	21,00 m	21,00 m	18,00 m
Apoyos: Tipo de cadena-elementos	Cadena en V	Suspensión	Suspensión	Suspensión	Suspensión	Amarre
Cimentación: Lado	1,52 m	1,89 m	1,40 m	2,00 m	2,00 m	1,52 m
Cimentación: Profundidad	2,60 m	2,98 m	2,47 m	3,05 m	3,05 m	2,60 m
Cimentación: Excavación	6,01 m3	10,64 m3	4,84 m3	12,20 m3	12,20 m3	6,01 m3
Cimentación: Hormigonado	6,47 m3	11,36 m3	5,23 m3	13,00 m3	13,00 m3	6,47 m3
Vanos regul.: Número		Nº 26	Nº 27	Nº 28	Nº 29	Nº 30
Vanos regul.: Longitud		437,51 m	301,51 m	263,28 m	409,28 m	311,10 m
Vanos regul.: Desnivel		9,64 m	10,05 m	6,34 m	-1,00 m	-7,19 m
Vanos regul.: Número	Nº 9					
Vanos regul.: Cons. de catenaria y Longitud	K=1681 a 50°C - 378 m					
Vanos regul.: Apoyo inicial y final	Nº 23 - Nº 31					

Armado DC1-55



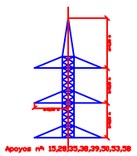
Apoyos nº: 19,20,33

Armado DC1-40



Apoyos nº: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,34,36,37,38,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,52,53,57,59

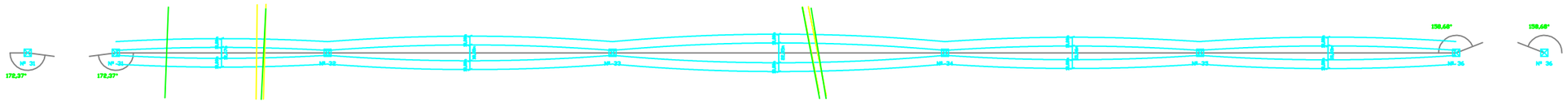
Armado DC1-30



Apoyos nº: 16,35,55,56,58

	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala: H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 7
		Proyecto Final de Carrera
		Grado en Ingeniería Eléctrica



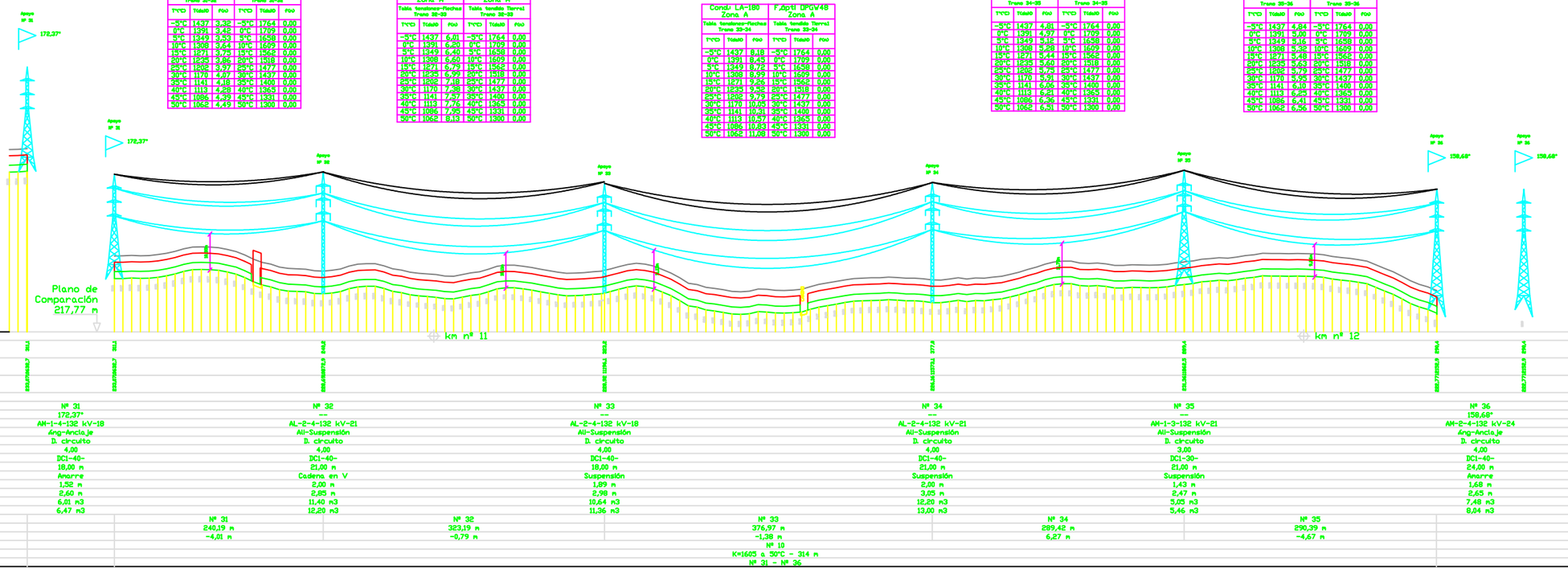
Condu LA-180 Zona A			F.Opti UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 31-32			Tabla tendido Tervel Tramo 31-32		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	3,32	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	3,45	0°C	1709	0,00
5°C	1349	3,58	5°C	1658	0,00
10°C	1308	3,64	10°C	1609	0,00
15°C	1271	3,75	15°C	1562	0,00
20°C	1235	3,86	20°C	1518	0,00
25°C	1202	3,97	25°C	1477	0,00
30°C	1170	4,07	30°C	1437	0,00
35°C	1141	4,18	35°C	1400	0,00
40°C	1113	4,28	40°C	1365	0,00
45°C	1086	4,39	45°C	1331	0,00
50°C	1062	4,49	50°C	1300	0,00

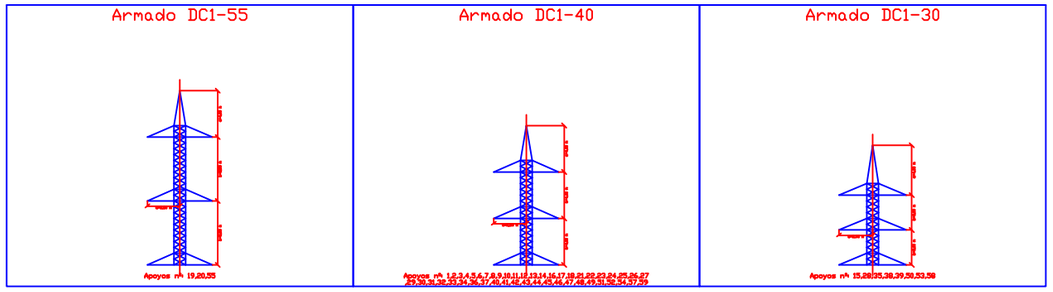
Condu LA-180 Zona A			F.Opti UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 32-33			Tabla tendido Tervel Tramo 32-33		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	6,01	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	6,20	0°C	1709	0,00
5°C	1349	6,40	5°C	1658	0,00
10°C	1308	6,60	10°C	1609	0,00
15°C	1271	6,79	15°C	1562	0,00
20°C	1235	6,99	20°C	1518	0,00
25°C	1202	7,18	25°C	1477	0,00
30°C	1170	7,38	30°C	1437	0,00
35°C	1141	7,57	35°C	1400	0,00
40°C	1113	7,76	40°C	1365	0,00
45°C	1086	7,95	45°C	1331	0,00
50°C	1062	8,13	50°C	1300	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 33-34			Tabla tendido Tervel Tramo 33-34		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	8,18	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	8,45	0°C	1709	0,00
5°C	1349	8,72	5°C	1658	0,00
10°C	1308	8,99	10°C	1609	0,00
15°C	1271	9,26	15°C	1562	0,00
20°C	1235	9,53	20°C	1518	0,00
25°C	1202	9,79	25°C	1477	0,00
30°C	1170	10,05	30°C	1437	0,00
35°C	1141	10,31	35°C	1400	0,00
40°C	1113	10,57	40°C	1365	0,00
45°C	1086	10,83	45°C	1331	0,00
50°C	1062	11,08	50°C	1300	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 34-35			Tabla tendido Tervel Tramo 34-35		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	4,81	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	4,97	0°C	1709	0,00
5°C	1349	5,12	5°C	1658	0,00
10°C	1308	5,28	10°C	1609	0,00
15°C	1271	5,44	15°C	1562	0,00
20°C	1235	5,60	20°C	1518	0,00
25°C	1202	5,75	25°C	1477	0,00
30°C	1170	5,91	30°C	1437	0,00
35°C	1141	6,06	35°C	1400	0,00
40°C	1113	6,21	40°C	1365	0,00
45°C	1086	6,36	45°C	1331	0,00
50°C	1062	6,51	50°C	1300	0,00

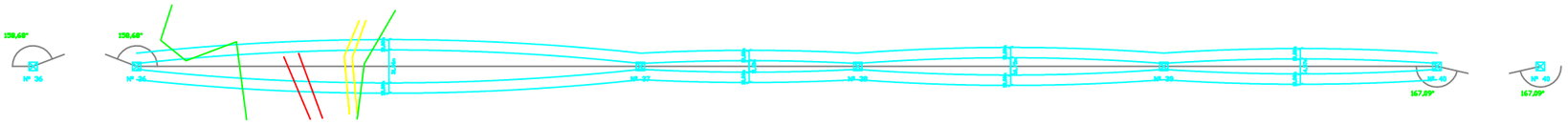
Condu LA-180 Zona A			F.Opti UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 35-36			Tabla tendido Tervel Tramo 35-36		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	4,84	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	5,00	0°C	1709	0,00
5°C	1349	5,15	5°C	1658	0,00
10°C	1308	5,32	10°C	1609	0,00
15°C	1271	5,48	15°C	1562	0,00
20°C	1235	5,63	20°C	1518	0,00
25°C	1202	5,79	25°C	1477	0,00
30°C	1170	5,95	30°C	1437	0,00
35°C	1141	6,10	35°C	1400	0,00
40°C	1113	6,25	40°C	1365	0,00
45°C	1086	6,41	45°C	1331	0,00
50°C	1062	6,56	50°C	1300	0,00





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala: H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 8
		Proyecto Final de Carrera
		Grado en Ingeniería Eléctrica

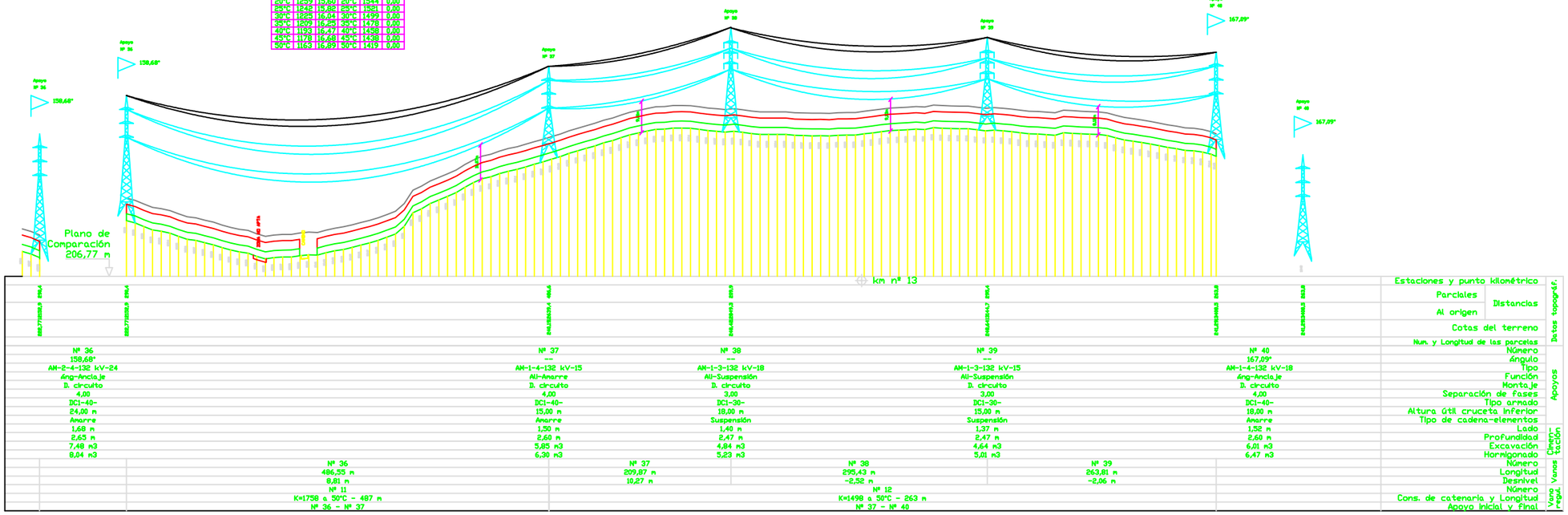


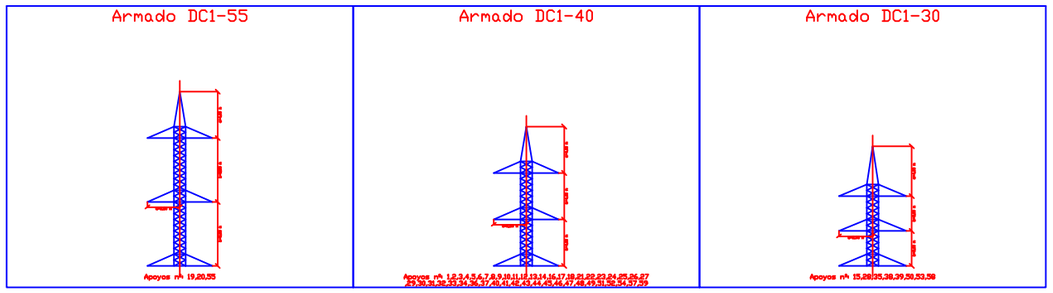
Condu LA-180 Zona A			F.Opt UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 36-37			Tabla tendido Tiro=1 Tramo 36-37		
T ºC	T daN	F m	T ºC	T daN	F m
-5ºC	1437	14,47	-5ºC	1672	0,00
0ºC	1386	14,70	0ºC	1645	0,00
5ºC	1336	14,93	5ºC	1618	0,00
10ºC	1286	15,16	10ºC	1592	0,00
15ºC	1237	15,38	15ºC	1566	0,00
20ºC	1189	15,60	20ºC	1541	0,00
25ºC	1142	15,82	25ºC	1517	0,00
30ºC	1095	16,04	30ºC	1492	0,00
35ºC	1049	16,25	35ºC	1468	0,00
40ºC	1004	16,47	40ºC	1445	0,00
45ºC	1078	16,68	45ºC	1348	0,00
50ºC	1163	16,89	50ºC	1412	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opt UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 37-38			Tabla tendido Tiro=1 Tramo 37-38		
T ºC	T daN	F m	T ºC	T daN	F m
-5ºC	1437	2,34	-5ºC	1764	0,00
0ºC	1381	2,54	0ºC	1692	0,00
5ºC	1329	2,73	5ºC	1638	0,00
10ºC	1280	2,92	10ºC	1579	0,00
15ºC	1234	3,10	15ºC	1525	0,00
20ºC	1192	3,28	20ºC	1473	0,00
25ºC	1152	3,47	25ºC	1424	0,00
30ºC	1115	3,67	30ºC	1378	0,00
35ºC	1081	3,88	35ºC	1335	0,00
40ºC	1049	4,08	40ºC	1295	0,00
45ºC	1019	4,30	45ºC	1256	0,00
50ºC	991	4,52	50ºC	1221	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opt UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 38-39			Tabla tendido Tiro=1 Tramo 38-39		
T ºC	T daN	F m	T ºC	T daN	F m
-5ºC	1437	5,01	-5ºC	1764	0,00
0ºC	1381	5,41	0ºC	1692	0,00
5ºC	1389	5,42	5ºC	1638	0,00
10ºC	1889	5,63	10ºC	1579	0,00
15ºC	1924	5,83	15ºC	1525	0,00
20ºC	1192	6,04	20ºC	1473	0,00
25ºC	1152	6,25	25ºC	1424	0,00
30ºC	1115	6,46	30ºC	1378	0,00
35ºC	1081	6,66	35ºC	1335	0,00
40ºC	1049	6,87	40ºC	1295	0,00
45ºC	1019	7,07	45ºC	1256	0,00
50ºC	991	7,27	50ºC	1221	0,00

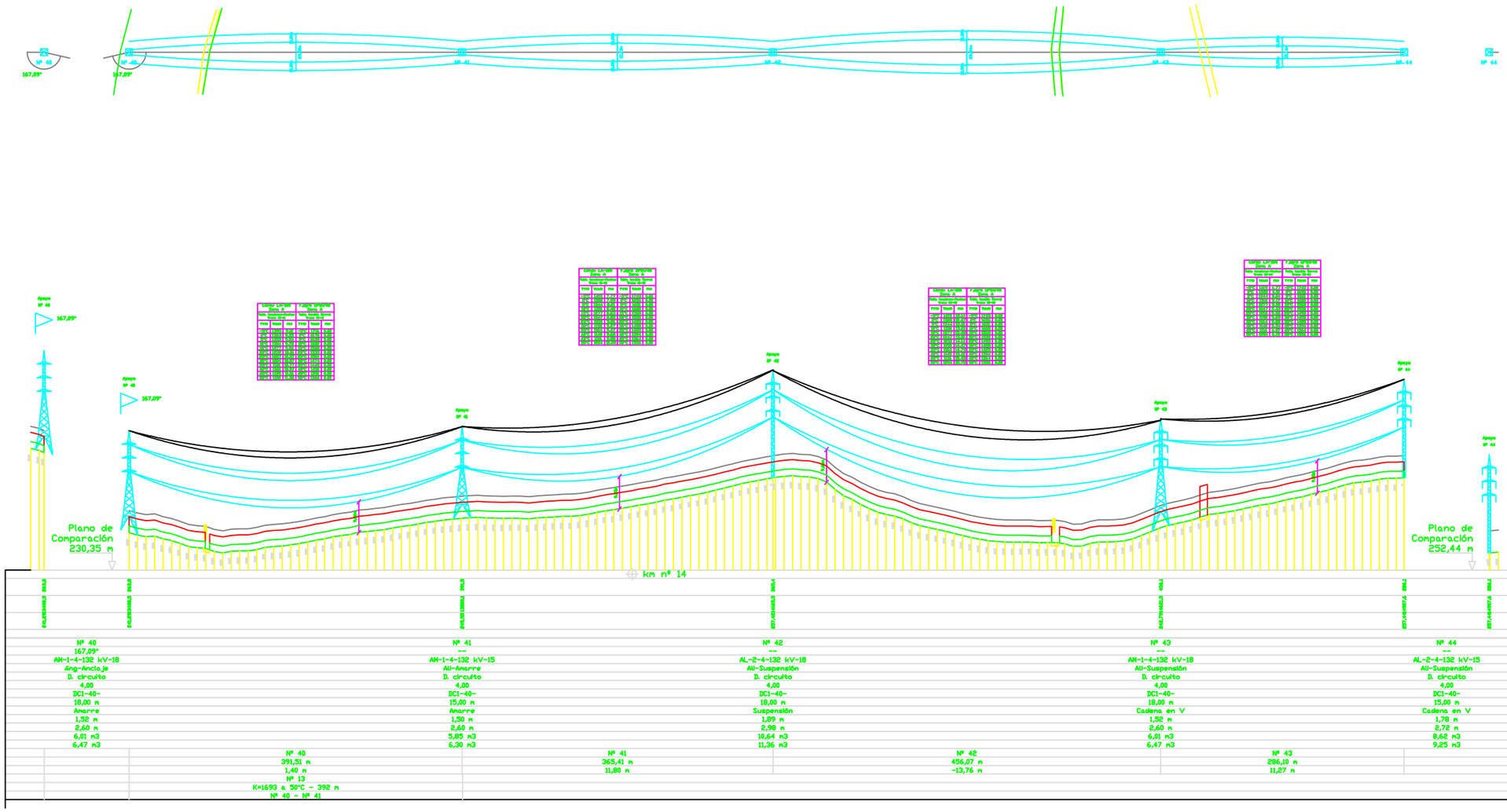
Condu LA-180 Zona A			F.Opt UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 39-40			Tabla tendido Tiro=1 Tramo 39-40		
T ºC	T daN	F m	T ºC	T daN	F m
-5ºC	1437	4,01	-5ºC	1764	0,00
0ºC	1381	4,17	0ºC	1692	0,00
5ºC	1329	4,34	5ºC	1638	0,00
10ºC	1280	4,51	10ºC	1579	0,00
15ºC	1234	4,67	15ºC	1525	0,00
20ºC	1192	4,84	20ºC	1473	0,00
25ºC	1152	5,00	25ºC	1424	0,00
30ºC	1115	5,17	30ºC	1378	0,00
35ºC	1081	5,33	35ºC	1335	0,00
40ºC	1049	5,50	40ºC	1295	0,00
45ºC	1019	5,66	45ºC	1256	0,00
50ºC	991	5,82	50ºC	1221	0,00

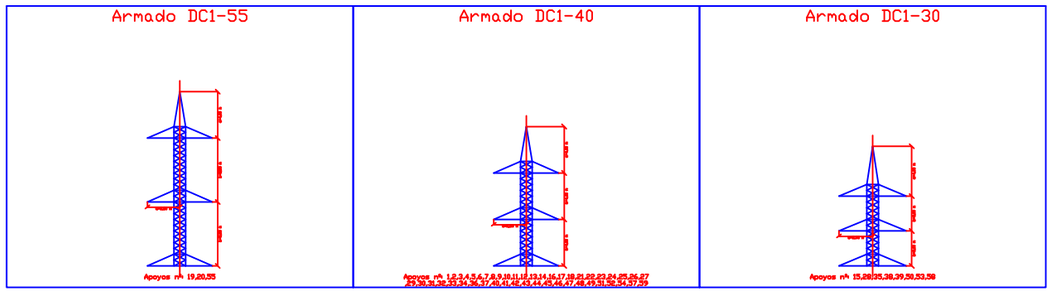




	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala: H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 9
		Proyecto Final de Carrera
		Grado en Ingeniería Eléctrica





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

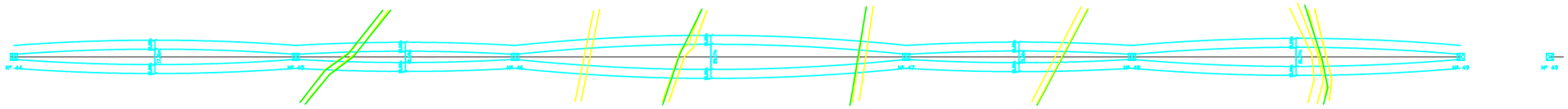
Escala:
H=1/10000
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I)
Línea 132 kV
Guadame-Andujar

Plano nº 10

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica



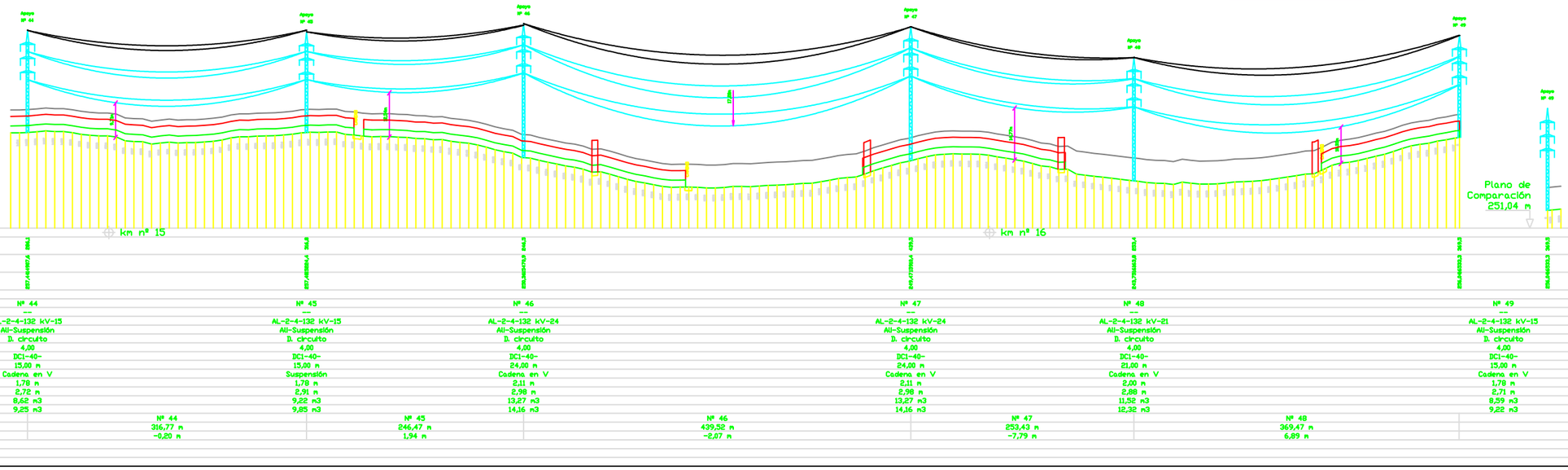
Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 44-45			Tabla tendido Tferrol Tramo 44-45		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1419	5,86	-5°C	1743	0,00
0°C	1380	6,02	0°C	1696	0,00
5°C	1344	6,19	5°C	1651	0,00
10°C	1310	6,35	10°C	1608	0,00
15°C	1277	6,51	15°C	1568	0,00
20°C	1247	6,67	20°C	1530	0,00
25°C	1218	6,83	25°C	1493	0,00
30°C	1190	6,98	30°C	1458	0,00
35°C	1164	7,14	35°C	1425	0,00
40°C	1140	7,29	40°C	1394	0,00
45°C	1116	7,45	45°C	1364	0,00
50°C	1094	7,60	50°C	1336	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 45-46			Tabla tendido Tferrol Tramo 45-46		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1419	3,53	-5°C	1743	0,00
0°C	1380	3,63	0°C	1696	0,00
5°C	1344	3,73	5°C	1651	0,00
10°C	1310	3,83	10°C	1608	0,00
15°C	1277	3,93	15°C	1568	0,00
20°C	1247	4,02	20°C	1530	0,00
25°C	1218	4,11	25°C	1493	0,00
30°C	1190	4,21	30°C	1458	0,00
35°C	1164	4,30	35°C	1425	0,00
40°C	1140	4,39	40°C	1394	0,00
45°C	1116	4,48	45°C	1364	0,00
50°C	1094	4,58	50°C	1336	0,00

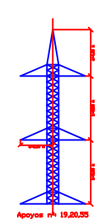
Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 46-47			Tabla tendido Tferrol Tramo 46-47		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1419	11,29	-5°C	1743	0,00
0°C	1380	11,61	0°C	1696	0,00
5°C	1344	11,92	5°C	1651	0,00
10°C	1310	12,23	10°C	1608	0,00
15°C	1277	12,53	15°C	1568	0,00
20°C	1247	12,83	20°C	1530	0,00
25°C	1218	13,13	25°C	1493	0,00
30°C	1190	13,42	30°C	1458	0,00
35°C	1164	13,72	35°C	1425	0,00
40°C	1140	14,01	40°C	1394	0,00
45°C	1116	14,29	45°C	1364	0,00
50°C	1094	14,58	50°C	1336	0,00

Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 47-48			Tabla tendido Tferrol Tramo 47-48		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1419	3,73	-5°C	1743	0,00
0°C	1380	3,84	0°C	1696	0,00
5°C	1344	3,94	5°C	1651	0,00
10°C	1310	4,04	10°C	1608	0,00
15°C	1277	4,15	15°C	1568	0,00
20°C	1247	4,25	20°C	1530	0,00
25°C	1218	4,35	25°C	1493	0,00
30°C	1190	4,45	30°C	1458	0,00
35°C	1164	4,55	35°C	1425	0,00
40°C	1140	4,65	40°C	1394	0,00
45°C	1116	4,75	45°C	1364	0,00
50°C	1094	4,84	50°C	1336	0,00

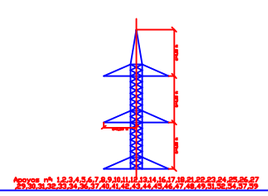
Condu LA-180 Zona A			F.Opti OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 48-49			Tabla tendido Tferrol Tramo 48-49		
T°C	T(daN)	F(m)	T°C	T(daN)	F(m)
-5°C	1419	7,94	-5°C	1743	0,00
0°C	1380	8,16	0°C	1696	0,00
5°C	1344	8,38	5°C	1651	0,00
10°C	1310	8,60	10°C	1608	0,00
15°C	1277	8,82	15°C	1568	0,00
20°C	1247	9,04	20°C	1530	0,00
25°C	1218	9,25	25°C	1493	0,00
30°C	1190	9,47	30°C	1458	0,00
35°C	1164	9,68	35°C	1425	0,00
40°C	1140	9,89	40°C	1394	0,00
45°C	1116	10,10	45°C	1364	0,00
50°C	1094	10,30	50°C	1336	0,00



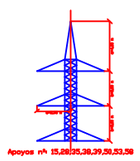
Armado DC1-55



Armado DC1-40



Armado DC1-30



	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

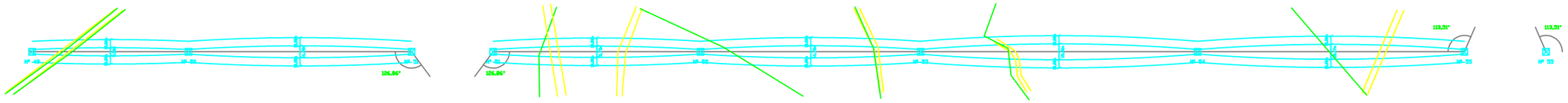
Escala:
H=1/10000
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar

Plano nº 11

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica



Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 49-50			Tabla tendido Tserval Tramo 49-50		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1419	2,15	-5ºC	1743	0,00
0ºC	1380	2,21	0ºC	1696	0,00
5ºC	1344	2,27	5ºC	1651	0,00
10ºC	1310	2,33	10ºC	1608	0,00
15ºC	1277	2,39	15ºC	1568	0,00
20ºC	1247	2,45	20ºC	1530	0,00
25ºC	1218	2,50	25ºC	1493	0,00
30ºC	1190	2,56	30ºC	1458	0,00
35ºC	1164	2,62	35ºC	1425	0,00
40ºC	1140	2,68	40ºC	1394	0,00
45ºC	1116	2,73	45ºC	1364	0,00
50ºC	1094	2,79	50ºC	1336	0,00

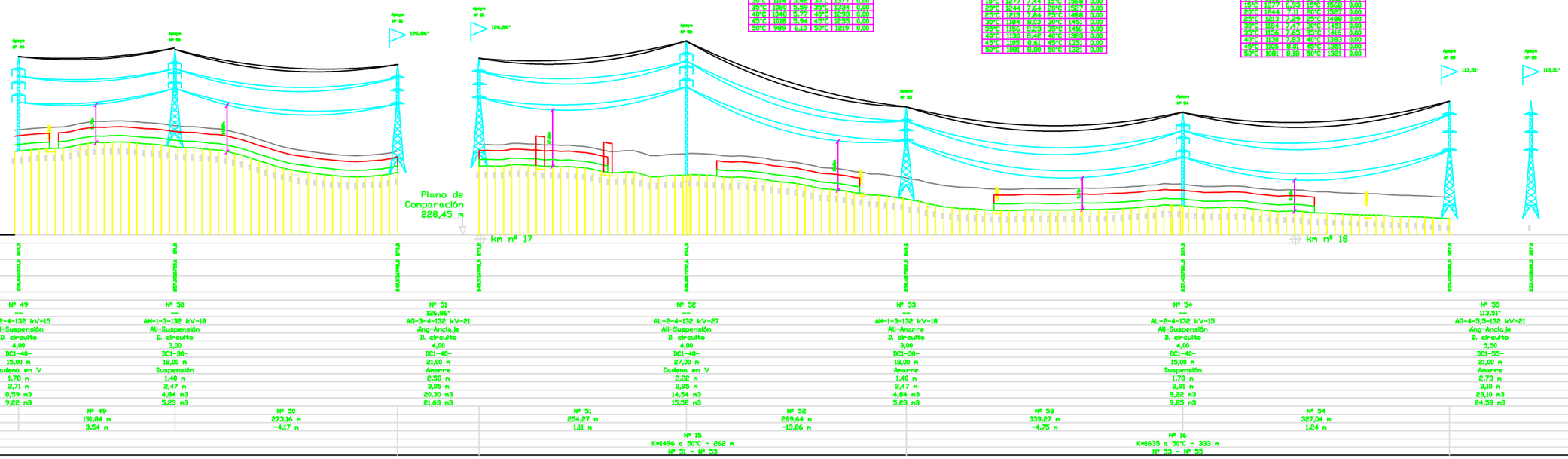
Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 50-51			Tabla tendido Tserval Tramo 50-51		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1419	4,35	-5ºC	1743	0,00
0ºC	1380	4,47	0ºC	1696	0,00
5ºC	1344	4,59	5ºC	1651	0,00
10ºC	1310	4,71	10ºC	1608	0,00
15ºC	1277	4,83	15ºC	1568	0,00
20ºC	1247	4,95	20ºC	1530	0,00
25ºC	1218	5,06	25ºC	1493	0,00
30ºC	1190	5,18	30ºC	1458	0,00
35ºC	1164	5,30	35ºC	1425	0,00
40ºC	1140	5,41	40ºC	1394	0,00
45ºC	1116	5,53	45ºC	1364	0,00
50ºC	1094	5,64	50ºC	1336	0,00

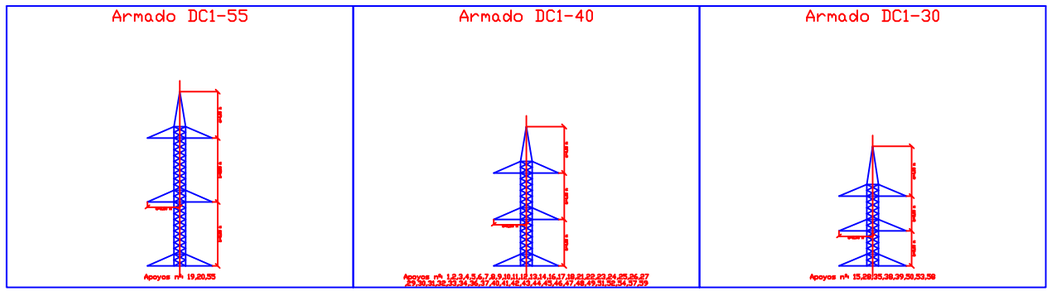
Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 51-52			Tabla tendido Tserval Tramo 51-52		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1437	3,71	-5ºC	1764	0,00
0ºC	1381	3,85	0ºC	1699	0,00
5ºC	1328	4,00	5ºC	1637	0,00
10ºC	1279	4,17	10ºC	1579	0,00
15ºC	1233	4,33	15ºC	1524	0,00
20ºC	1191	4,48	20ºC	1472	0,00
25ºC	1151	4,64	25ºC	1423	0,00
30ºC	1114	4,79	30ºC	1377	0,00
35ºC	1080	4,93	35ºC	1334	0,00
40ºC	1048	5,10	40ºC	1293	0,00
45ºC	1018	5,26	45ºC	1255	0,00
50ºC	989	5,40	50ºC	1219	0,00

Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 52-53			Tabla tendido Tserval Tramo 52-53		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1437	4,20	-5ºC	1764	0,00
0ºC	1381	4,37	0ºC	1699	0,00
5ºC	1328	4,55	5ºC	1637	0,00
10ºC	1279	4,72	10ºC	1579	0,00
15ºC	1233	4,90	15ºC	1524	0,00
20ºC	1191	5,07	20ºC	1472	0,00
25ºC	1151	5,25	25ºC	1423	0,00
30ºC	1114	5,42	30ºC	1377	0,00
35ºC	1080	5,59	35ºC	1334	0,00
40ºC	1048	5,77	40ºC	1293	0,00
45ºC	1018	5,94	45ºC	1255	0,00
50ºC	989	6,10	50ºC	1219	0,00

Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 53-54			Tabla tendido Tserval Tramo 53-54		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1431	6,65	-5ºC	1755	0,00
0ºC	1389	6,85	0ºC	1705	0,00
5ºC	1349	7,05	5ºC	1657	0,00
10ºC	1312	7,25	10ºC	1611	0,00
15ºC	1277	7,44	15ºC	1568	0,00
20ºC	1244	7,64	20ºC	1527	0,00
25ºC	1213	7,84	25ºC	1488	0,00
30ºC	1184	8,03	30ºC	1451	0,00
35ºC	1156	8,23	35ºC	1416	0,00
40ºC	1130	8,42	40ºC	1383	0,00
45ºC	1105	8,61	45ºC	1351	0,00
50ºC	1081	8,80	50ºC	1321	0,00

Cond: LA-180 Zona A			F.Ópt: UPGV48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 54-55			Tabla tendido Tserval Tramo 54-55		
T ºC	TdaN	Fdo	T ºC	TdaN	Fdo
-5ºC	1431	6,18	-5ºC	1755	0,00
0ºC	1389	6,37	0ºC	1705	0,00
5ºC	1349	6,56	5ºC	1657	0,00
10ºC	1312	6,74	10ºC	1611	0,00
15ºC	1277	6,93	15ºC	1568	0,00
20ºC	1244	7,11	20ºC	1527	0,00
25ºC	1213	7,29	25ºC	1488	0,00
30ºC	1184	7,47	30ºC	1451	0,00
35ºC	1156	7,65	35ºC	1416	0,00
40ºC	1130	7,83	40ºC	1383	0,00
45ºC	1105	8,01	45ºC	1351	0,00
50ºC	1081	8,18	50ºC	1321	0,00





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

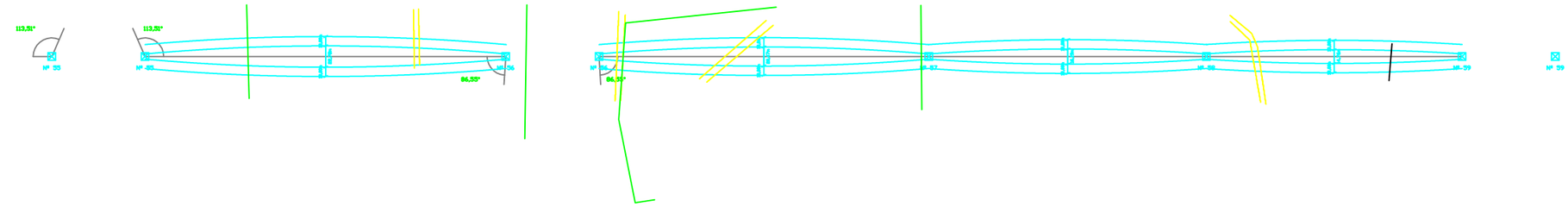
Escala:
H=1/10000
V=1/2000

Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar

Plano nº 12

Proyecto Final de Carrera

Grado en Ingeniería Eléctrica

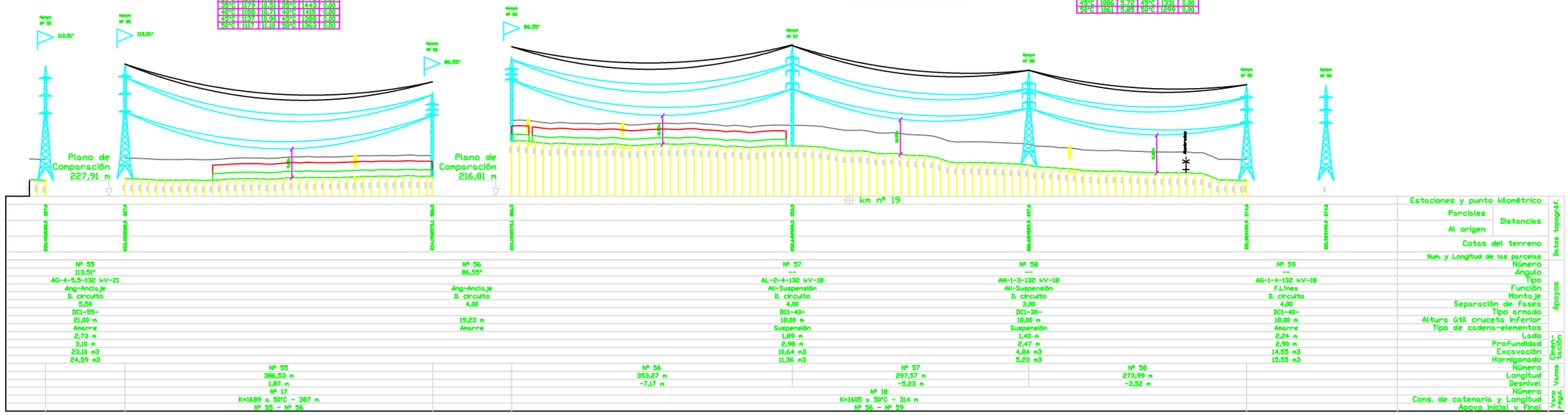


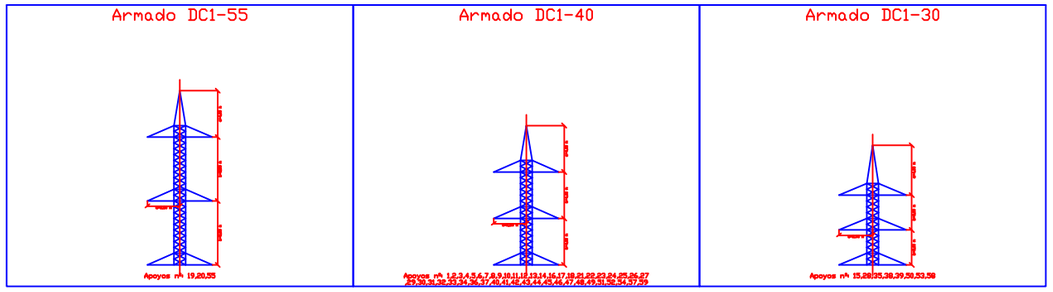
Conductor LA-180 Zona A			F.Óptica OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 55-56			Tabla tendido Tierra Tramo 55-56		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1427	8,87	-5°C	1719	0,00
0°C	1365	9,08	0°C	1679	0,00
5°C	1334	9,29	5°C	1640	0,00
10°C	1305	9,50	10°C	1604	0,00
15°C	1277	9,70	15°C	1568	0,00
20°C	1251	9,91	20°C	1535	0,00
25°C	1226	10,11	25°C	1503	0,00
30°C	1202	10,31	30°C	1472	0,00
35°C	1179	10,51	35°C	1443	0,00
40°C	1156	10,71	40°C	1415	0,00
45°C	1137	10,90	45°C	1388	0,00
50°C	1117	11,10	50°C	1363	0,00

Conductor LA-180 Zona A			F.Óptica OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 56-57			Tabla tendido Tierra Tramo 56-57		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	7,18	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	7,41	0°C	1709	0,00
5°C	1349	7,64	5°C	1658	0,00
10°C	1308	7,88	10°C	1609	0,00
15°C	1271	8,12	15°C	1562	0,00
20°C	1235	8,36	20°C	1518	0,00
25°C	1202	8,58	25°C	1477	0,00
30°C	1170	8,81	30°C	1437	0,00
35°C	1141	9,04	35°C	1400	0,00
40°C	1113	9,27	40°C	1365	0,00
45°C	1086	9,50	45°C	1331	0,00
50°C	1061	9,72	50°C	1299	0,00

Conductor LA-180 Zona A			F.Óptica OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 57-58			Tabla tendido Tierra Tramo 57-58		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	5,11	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	5,28	0°C	1709	0,00
5°C	1349	5,45	5°C	1658	0,00
10°C	1308	5,62	10°C	1609	0,00
15°C	1271	5,78	15°C	1562	0,00
20°C	1235	5,95	20°C	1518	0,00
25°C	1202	6,12	25°C	1477	0,00
30°C	1170	6,28	30°C	1437	0,00
35°C	1141	6,44	35°C	1400	0,00
40°C	1113	6,60	40°C	1365	0,00
45°C	1086	6,77	45°C	1331	0,00
50°C	1061	6,92	50°C	1299	0,00

Conductor LA-180 Zona A			F.Óptica OPGW48 Zona A		
Tabla tensiones-flechas Tramo 58-59			Tabla tendido Tierra Tramo 58-59		
T°C	T(daN)	f(m)	T°C	T(daN)	f(m)
-5°C	1437	4,32	-5°C	1764	0,00
0°C	1391	4,46	0°C	1709	0,00
5°C	1349	4,61	5°C	1658	0,00
10°C	1308	4,75	10°C	1609	0,00
15°C	1271	4,89	15°C	1562	0,00
20°C	1235	5,03	20°C	1518	0,00
25°C	1202	5,17	25°C	1477	0,00
30°C	1170	5,31	30°C	1437	0,00
35°C	1141	5,45	35°C	1400	0,00
40°C	1113	5,58	40°C	1365	0,00
45°C	1086	5,72	45°C	1331	0,00
50°C	1061	5,85	50°C	1299	0,00





	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala: H=1/10000 V=1/2000	Plano Planta-Perfil Longitudinal (I) Línea 132 kV Guadame-Andujar	Plano nº 13
		Proyecto Final de Carrera
		Grado en Ingeniería Eléctrica

	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

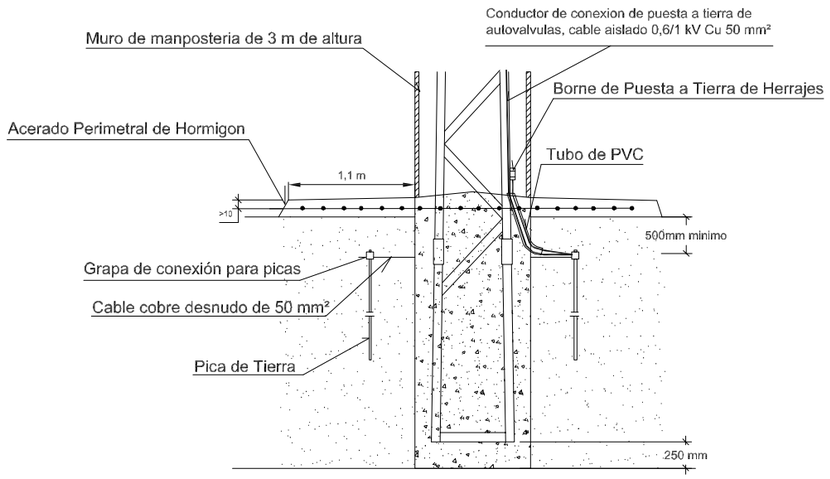
Escala: 1/65000	Planta digital Línea 132 kV Guadalmez-Andújar	Plano nº 14
		Trabajo Final de Grado
		Grado en Ingeniería Eléctrica

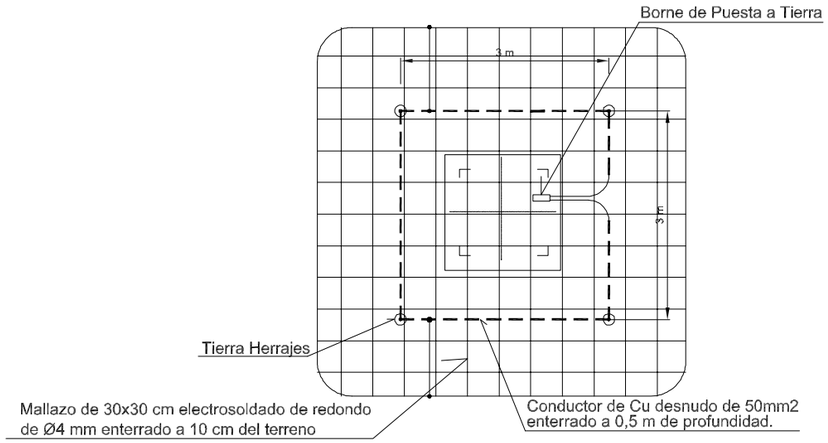
	Fecha	Nombre	Firma:	ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala:	Plano de situación Guadame	Plano nº 15
1/15000		Trabajo Final de Grado
		Grado en Inglería Eléctrica

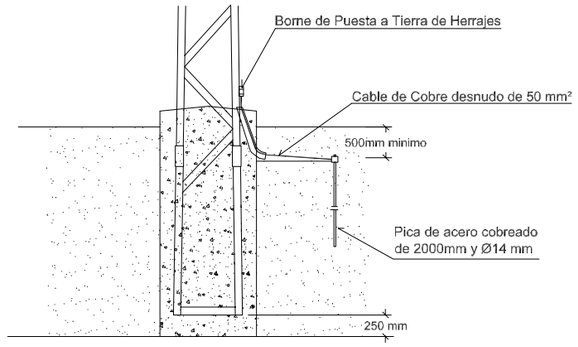
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		
Escala: 1/25000	Plano de situación de Andujar			Plano nº 16
				Trabajo Final de Grado
				Grado en Inglería Eléctrica

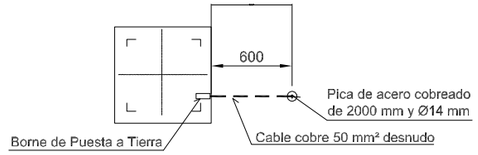
PUESTA A TIERRA DE APOYOS FRECUENTADOS
(APOYOS CON ELEMENTOS DE MANIOBRA)
APOYO Nº 3





PUESTA A TIERRA DE APOYOS NO FRECUENTADOS
APOYO Nº 1 Y Nº 2



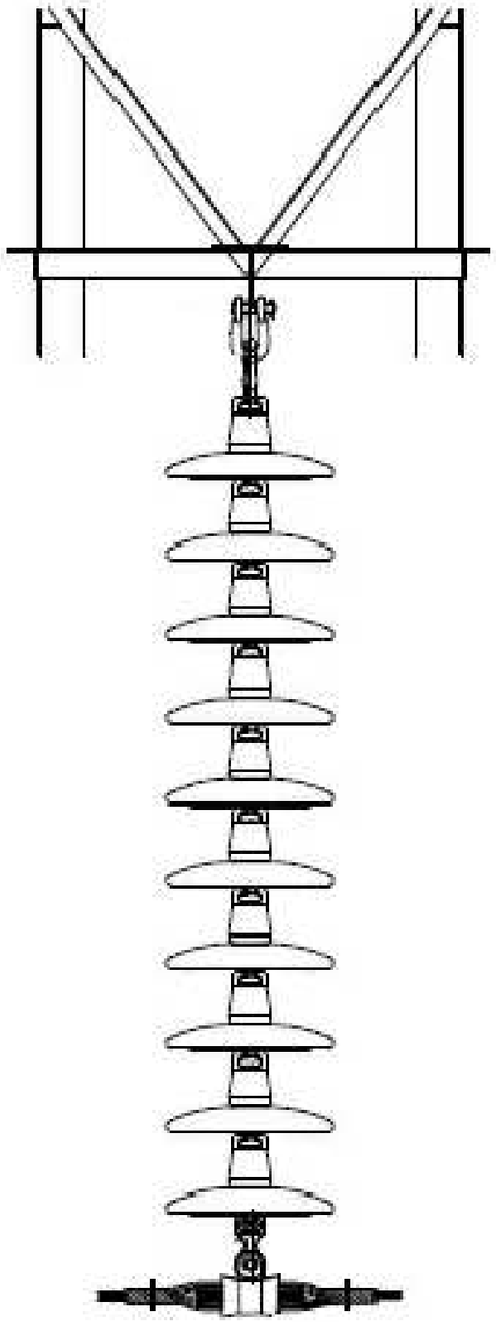


TIERRA DE PROTECCIÓN

Configuración:30-30/5/42
Profundidad electrodo: 0.5 m
Número de picas: 4
Sección conductor: 50 mm2
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

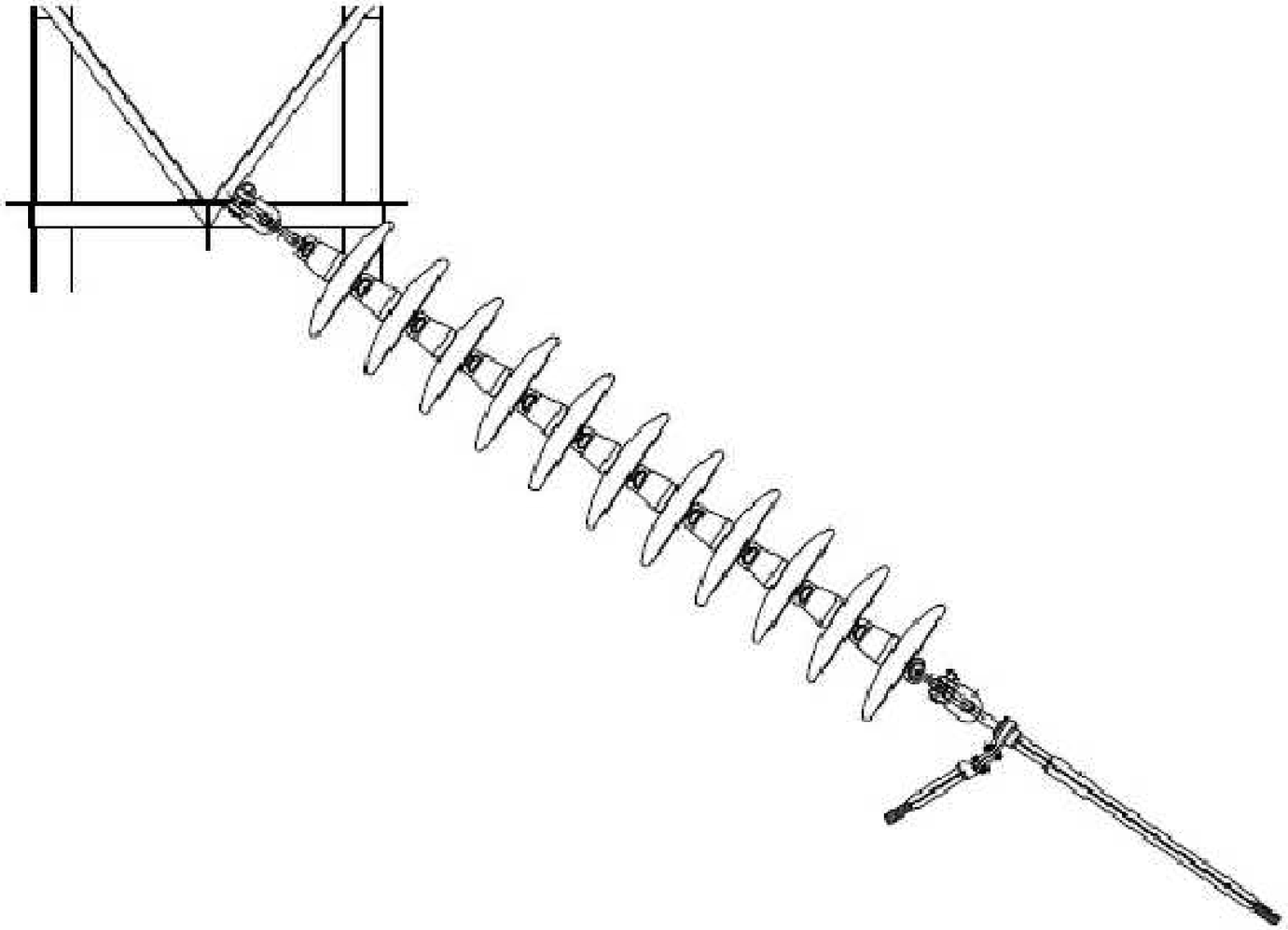
Acerado perimetral de 1,1 m y mallazo electrosoldado y con sistema antiescalo de fabrica de ladrillo de 3 m

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		
Escala: 1/35	Puesta a tierra y electromallazo			Plano nº 17
				Trabajo Final de Grado
				Grado en Ingiería Eléctrica



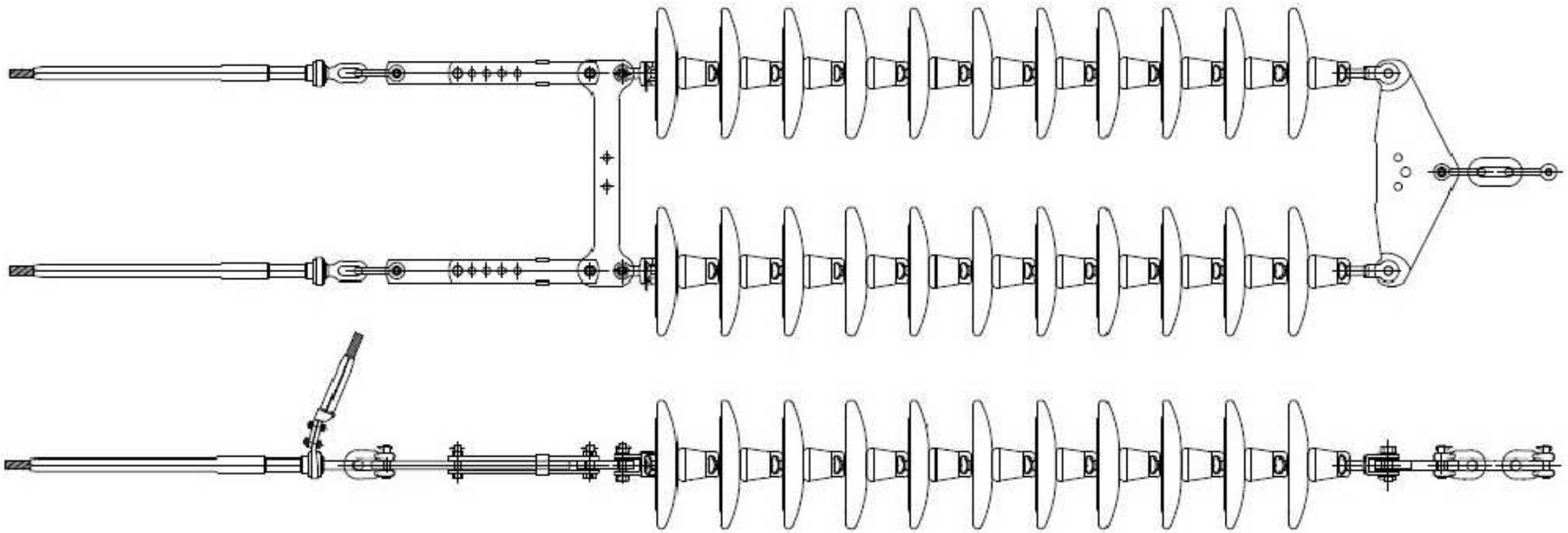
Cadena de aislador LA180-132kV-SUS-SIM-VID	
Cantidad	Denominación
1	Rótula R-16
1	Grillete recto AGN-16T
1	Anillas bola AB-16
1	Grapa de suspensión GS-3
10	Aislador de vidrio U100BS

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		
Escala: 1/10	Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-SIM-VID			Plano nº 18
				Trabajo Final de Grado
				Grado en Ingiería Eléctrica



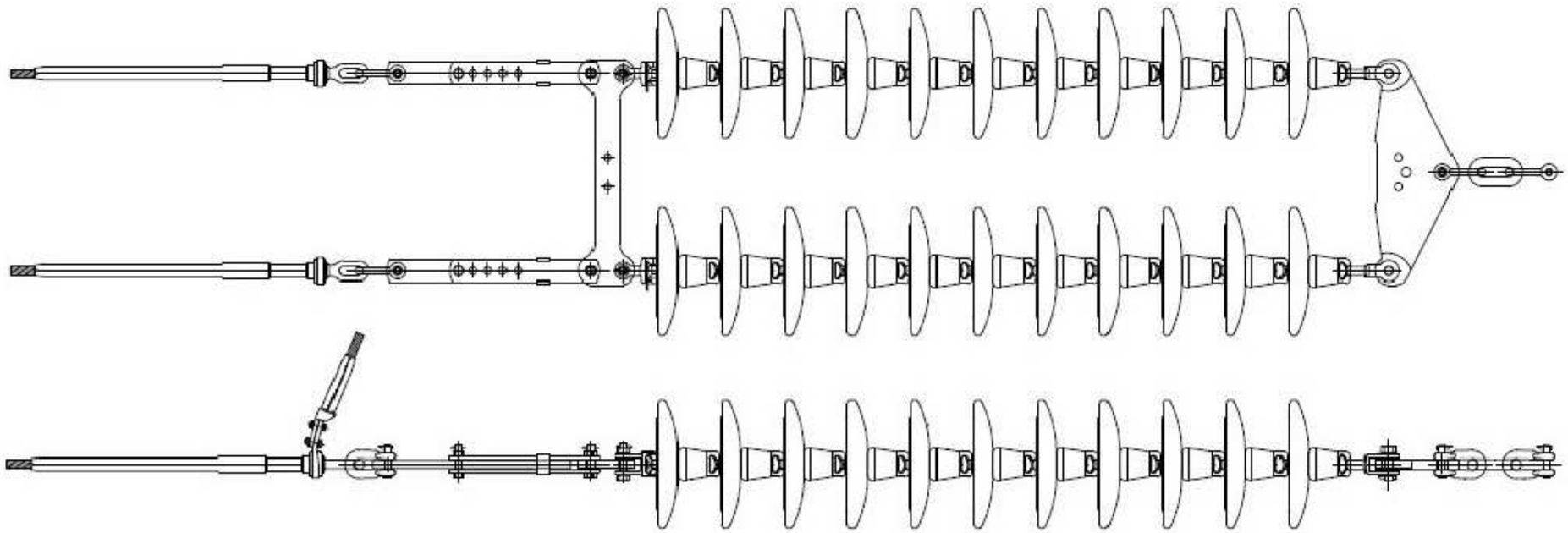
Cadena de aislador LA180-132kV-ANC-SIM-VID	
Cantidad	Denominación
1	Rótula R-16
2	Grillete recto AGN-16T
1	Anillas bola AB-16
1	Grapa de amarre GA-3
10	Aislador de vidrio U100BS

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		
Escala: 1/10	Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-SIM-VID			Plano nº 19
				Trabajo Final de Grado
				Grado en Ingiería Eléctrica



Cadena de aislador LA180-132kV-SUS-DOB-VID	
Cantidad	Denominación
3	Rótula R-16
2	Grillete recto AGN-16T
2	Anillas bola AB-16
1	Grapa de suspensión GS-3
20	Aislador de vidrio U100BS
2	Yugo triangular doble YD

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro Jiménez Manjón		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		
Escala: 1/10	Cadena de aisladores LA180-132kV-SUS-DOB-VID			Plano nº 20
				Trabajo Final de Grado
				Grado en Ingiería Eléctrica



Cadena de aislador LA180-132kV-ANC-DOB-VID	
Cantidad	Denominación
3	Rótula R-16
2	Grillete recto AGN-16T
2	Anillas bola AB-16
1	Grapa de amarre GA-3
20	Aislador de vidrio U100BS
2	Yugo triangular doble YD

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	12/06/2016	Alejandro		ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE LINARES
		Jiménez Manjón		
Comprobado		Fco. Jurado Melguizo		

Escala: 1/10	Cadena de aisladores LA180-132kV-ANC-SIM-VID	Plano nº 21
		Trabajo Final de Grado
		Grado en Ingiería Eléctrica