

Nº HG.: 22/029.00430

PROYECTO

PARA

**TENDIDO DE CABLE DE FIBRA FOADK-90 EN LAMT
DE 15 KV “3515-06-VALDECAÑAS-1” Y “3515-10-
VALDECAÑAS 2”, ENTRE ST ALMARAZ (APOYO 5001)
HASTA PILAR PROYECTADO (VALDECAÑAS).**

- ALMARAZ-BELVIS DE MONROY –

(CÁCERES)

**AYUNTAMIENTOS: ALMARAZ-BELVIS DE MONROY
PROVINCIA: CÁCERES**

JULIO 2023

PROYECTO

PARA

**TENDIDO DE CABLE DE FIBRA FOADK-90 EN LAMT
DE 15 KV “3515-VALDECAÑAS-1” Y “3515-10-
VALDECAÑAS 2”, ENTRE ST ALMARAZ (APOYO 5001)
HASTA PILAR PROYECTADO (VALDECAÑAS).**

- ALMARAZ-BELVIS DE MONROY –

(CÁCERES)

AYUNTAMIENTOS:	ALMARAZ Y BELVIS DE MONROY
PROVINCIA:	CÁCERES
PETICIONARIO:	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.
FECHA:	JULIO 2023

**PROYECTO PARA TENDIDO DE CABLE DE FIBRA FOADK-90 EN LAMT DE 15KV "3515-06-
VALDECAÑAS 1" Y "3515-10-VALDECAÑAS 2", ENTRE ST ALMARAZ (APOYO 5001)
HASTA PILAR PROYECTADO (VALDECAÑAS).
- ALMARAZ Y BELVIS DE MONROY - (CÁCERES)**

TIPO DE LÍNEA:	Aérea
TRAMO LÍNEA PROYECTADA:	Origen: Apoyo nº5001 (ST ALMARAZ). <i>COORD. U.T.M. ETRS89 (H30): X=271.745/Y=4.411.181</i> Final: Pilar proyectado (ST VALDECAÑAS). <i>COORD. U.T.M. ETRS89 (H30): X=276.243/Y=4.406.411</i>
LONGITUD CONDUCTOR:	Longitud total de tendido de cable de F.O: 6.774 metros. Longitud total línea aérea 15kV: 6.734 metros.
TENSIÓN DE SERVICIO:	15 KV
CONDUCTOR L1 y L2:	LA-110
CONDUCTOR F.O:	FOADK 90
PRESUPUESTO:	132.145,47 € (Sin IVA)
FINALIDAD:	Instalación de nuevo cable de F.O. en línea aérea de 15kV existente
ORGANISMOS AFECTADOS:	<ul style="list-style-type: none"> - Excmo. Ayuntamiento de Almaraz. - Excmo. Ayuntamiento de Belvís de Monroy. - Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. - Red Eléctrica de España, S.A. - Confederación Hidrográfica del Tajo. - Diputación de Cáceres. Infraestructuras territoriales. Servicio de Red Viaria.
TÉRMINOS AFECTADOS:	Almaraz y Belvís de Monroy
PROVINCIA:	Cáceres

DOCUMENTOS

- 1 MEMORIA**
- 2 PLANOS**
- 3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**
- 4 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**
- 5 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**
- 6 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**
- 7 PRESUPUESTO**

1 MEMORIA

ÍNDICE

1	MEMORIA	1
1.1	PREÁMBULO.....	1
1.2	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.....	2
1.3	OBJETO Y ALCANCE.....	9
1.4	EMPLAZAMIENTO.....	10
1.5	PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA	10
1.6	SERVICIOS AFECTADOS.....	10
1.7	CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO	10
1.8	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	10
1.9	DISTANCIA DE SEGURIDAD.....	33
1.10	CÁLCULOS MECÁNICOS	58
1.11	CÁLCULOS PILAR.....	108
1.12	CONCLUSIÓN	121

1.1 PREÁMBULO

El presente proyecto se ajusta a lo especificado en los Manuales Técnicos y Normas i-DE-Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. que se indican a continuación:

- M.T. 2.00.30. "Supervisión de tendidos de fibra óptica."
- M.T. 2.03.10. "Realización e interpretación de mediciones de puestas a tierra de los apoyos de líneas aéreas y de los centros de transformación"
- M.T. 2.03.20. "Normas Particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión".
- M.T. 2.03.42. "Guía para la realización de empalmes y repartidores de fibra óptica."
- MT 2.21.66. "Proyecto tipo línea aérea de media tensión. Simple circuito con conductor de aluminio acero 100-AL1/17-ST1A".
- MT 2.23.15. "Conjuntos Constructivos. Líneas aéreas de AT, de tensión nominal inferior a 30 kV con conductores desnudos. Formación de cadenas de aisladores".
- MT 2.23.30. "Cimentaciones para apoyos de líneas aéreas hasta 66 kV (Con Anexo 1) (Modificación Nº 1 2000-01) (Modificación Nº 2 2000-02) (Modificación Nº 3 2006-05)".
- MT 2.23.34. "Construcción de líneas aéreas. Guía de la instalación de conductores de fase, cables de tierra y cables ópticos aéreos (OPGW y FOADK)".
- MT 2.24.80. "Soluciones tipo para protección de la avifauna".
- MT 2.33.14. "Guía de instalación de los cables ópticos subterráneos".
- MT 2.22.05. "Diseño de puesta a tierra en apoyos de líneas aéreas de alta tensión de tensión nominal 30, 45, y 66 kV sin hilo de tierra".
- N.I. 29.05.01. "Placas y números para señalización en apoyos de líneas eléctricas de alta tensión".
- N.I. 33.26.01. "Cable óptico aéreo dieléctrico autoportante (FOADK)".
- N.I. 33.35.01. "Caja de empalme para cables con fibras ópticas."
- N.I. 48.08.01. "Aisladores compuestos para cadenas de líneas eléctricas de alta tensión".
- N.I. 50.20.42. "Arquetas prefabricadas para canalizaciones subterráneas de telecomunicaciones".
- N.I. 50.26.01. "Picas cilíndricas de acero-cobre".
- N.I. 52.95.20. "Tubos de plástico y accesorios (exentos de halógenos) para canalizaciones de redes subterráneas de telecomunicaciones".
- N.I. 54.63.01. "Conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas aéreas de alta tensión".
- N.I. 58.26.04. "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de AT. Grapa de conexión paralela y sencilla".
- N.I. 97.02.30. "Equipos de corriente continua para instalaciones de telecomunicaciones".

1.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

En la redacción de este Proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Aéreas de A.T. contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008 de 15-02-08, y publicado en el B.O.E. del 19-03-08.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 09-05-14, y publicado en el B.O.E. del 09-06-14.
- 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.
- Se aplicarán las modificaciones del Real Decreto 542/2020 de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, y publicado en el B.O.E. del 20 de junio de 2020.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que se desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Decreto 19/2004, de 20 de abril, por el que se regula el procedimiento para la instalación y puesta en funcionamiento de Establecimientos Industriales.
- Orden de 12 de diciembre de 2005 por la que se dictan normas para la tramitación de los expedientes de instalación y puesta en funcionamiento de establecimientos e instalaciones industriales.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de Protección Ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Aprobada por Orden del Ministerio de Trabajo de 9.03.71.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (LSE)
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27 de 31 enero.

- 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
- Real Decreto. 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/92, de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE núm. 145 de 17 de julio de 2000.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 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.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. 27-12-00).
- Real Decreto 7/88 sobre exigencias de seguridad de material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE , relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999
- Real Decreto 7/88 sobre exigencias de seguridad de material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE , relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión. BOE núm. 129 de 31 de mayo de 1999
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas
- Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre, que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención. BOE núm. 296 de 11 de diciembre 1985 modificado por Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto
- Real Decreto 286/2006 (10-03-2006) Protección de la seguridad y la salud de los trabajadores expuestos a ruido.
- Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. B.O.E. de 8 de marzo
- Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Real Decreto 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Además, se aplicarán los Proyectos Tipo UNESA, las normas i-DE-Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. que existan, y en su defecto las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD.

Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de la **ITC-LAT 02, del Real Decreto 223/2008**, siguientes:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21101	Líneas eléctricas aéreas. Métodos para la medición en el campo de las flechas de los conductores o cables de tierra.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN 12201-1	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Parte 1: Generalidades.
UNE 21 044	Planes de muestreo y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
UNE 21 361	Métodos de ensayo para evaluar la resistencia a la descarga superficial y la erosión de los materiales aislantes eléctricos utilizados en condiciones ambientales severas.
UNE EN 60 811-1-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubiertas de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 1: Medida de espesores y diámetros exteriores. Determinación de las propiedades mecánicas.
UNE EN 60 811-1-2	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubiertas de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 2: Métodos de envejecimiento térmico.
UNE EN 60 811-1-4	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubiertas de cables eléctricos. Parte 1: Métodos de aplicación general. Sección 4: Ensayos a baja temperatura.
UNE EN 60 811-3-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubiertas de cables eléctricos. Parte 1: Métodos específicos para mezclas de PVC. Sección 1: Ensayo de presión a temperatura elevada. Ensayo de resistencia a la fisuración.
UNE EN 50 267-1	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 1: Equipo.
UNE EN 187 000	Especificaciones generales para cables de fibra óptica.
UNE HD 624-4	Materiales utilizados en cables de telecomunicación. Parte 4: mezclas de polietileno para cubiertas.
UNE-EN 60060-1:2012	Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR.:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2018	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60270:2002/A1 2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60865-1:2013	Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
UNE-EN 60909-0:2016)	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
UNE-EN 60909-3:2011	Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

- Cables y conductores:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21144-1-1:2012	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.
UNE 21144-1-2:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
UNE 21144-1-3:2003	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.
UNE 21144-2-1:1997	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/1M:2002	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
UNE 21144-2-1/21V1:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
UNE 21144-3-1:2018	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.
UNE 21144-3-2:2000	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE 21144-3-3:2007	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.
UNE 21192:1992	Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
UNE 211003-2:2001	Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
UNE 211435:2011	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.

- Apoyos y herrajes:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 37507:1988	Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.
UNE 207009:2002	Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.
UNE 207017:2005	Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.
UNE-EN 60652:2004	Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.
UNE-EN 61284:1999	Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

CÓDIGO	TÍTULO
UNE-EN ISO 1461:1999	Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

- Aisladores:

CÓDIGO	TÍTULO
UNE 21009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores
UNE 21128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21128/1 M:2000	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.
UNE 21909:1995	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE 21909/1M:1998	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE 207002:1999 IN	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.
UNE-EN 60383-2:1997	Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
UNE-EN 61466-1:1998	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.
UNE-EN 61466-2:1999	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas
UNE-EN 61466-2/A1:2003	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

1.3 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente Proyecto es establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de las instalaciones proyectadas en él. Además, servirá de base genérica para la tramitación oficial de la obra en cuanto a la **autorización administrativa previa, aprobación del proyecto de ejecución y declaración de utilidad pública** (según se detalla en esta Memoria y los Planos adjuntos).

Se proyecta la instalación de un cable de fibra óptica para mejora de la red desde el apoyo nº 5001 ubicado dentro de la ST Almaraz hasta un pilar proyectado HEB-180, posterior al apoyo nº 5053 en Belvis de Monroy de la línea aérea existente de 15kV de doble circuito de "3515-06-VALDECAÑAS-1" y "3515-10-VALDECAÑAS 2".

Debido a las características de la línea en el tramo estudiado, son necesarias las siguientes actuaciones:

- Tendido de nuevo cable de fibra óptica FOADK-90, desde el apoyo 5001 ubicado dentro de la ST Almaraz hasta un pilar proyectado HEB-180 justo después del apoyo 5053 (véase el documento Planos). El conductor tiene una longitud total de 6774 metros aproximadamente.
- Retensado de los conductores existentes en algunos tramos de la línea para garantizar las distancias de seguridad reglamentarias. Los cantones que se retensan son:
 - Cantón entre los apoyos 5001-5003
 - Cantón entre los apoyos 5004-5005
 - Cantón entre los apoyos 5005-5013
 - Cantón entre los apoyos 5013-5028
 - Cantón entre los apoyos 5028-5030
 - Cantón entre los apoyos 5030-5033
 - Cantón entre los apoyos 5033-5039
 - Cantón entre los apoyos 5039-5043
 - Cantón entre los apoyos 5044-5047
 - Cantón entre los apoyos 5047-5049
 - Cantón entre los apoyos 5049-5051
 - Cantón entre los apoyos 5051-5052
 - Cantón entre los apoyos 5052-5053
- Instalación de nuevos apoyos.
 - Tres apoyos C-2000-18-E (5007N, 5035N y 5045N).
 - Un apoyo C-4500-18-E (5051N)

El tendido del tramo objeto de este Informe se realizará con cable de fibra óptica del tipo FOADK-90, siendo de las características descritas en esta Memoria y en los Planos adjuntos.

De acuerdo al artículo 38 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, el tendido de cable de fibra recogido en el presente proyecto es elemento constitutivo de la propia red de distribución de la que formará parte. Igualmente, tal y como muestra el trazado de dicho tendido, este será coincidente con el de la propia línea L3515-06 y L3515-10 ocupando la misma servidumbre existente por la mencionada instalación.

1.4 EMPLAZAMIENTO

Como puede verse en los planos que se adjuntan a este proyecto, las instalaciones contempladas en él están ubicadas en los términos municipales de Almaraz y Belvís de Monroy, provincia de Cáceres.

1.5 PETICIONARIO Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.

1.6 SERVICIOS AFECTADOS

El daño o rotura de los servicios afectados en la ejecución de las instalaciones proyectadas será responsabilidad exclusiva del contratista de obra principal.

1.7 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

Finalidad:	Instalación de nuevo cable de F.O en línea aérea 15 kV existente.
Ayuntamientos:	Almaraz y Belvís de Monroy.
Provincia:	Cáceres.
Organismos afectados:	-Excmo. Ayuntamiento de Almaraz. -Excmo. Ayuntamiento de Belvís de Monroy. -Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. -Confederación Hidrográfica del Tajo. -Red Eléctrica de España, S.A.U. -Diputación de Cáceres. Infraestructuras territoriales. Servicio de Red Viaria.

1.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

1.8.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES

La instalación objeto del presente proyecto queda definida por las siguientes características:

Compañía suministradora:.....	I-DE Redes eléctricas inteligentes S.A.U.
Tipo instalación:	Aérea
Sistema:	Corriente alterna trifásica
Frecuencia:	50 Hz
Tensión nominal (kV)	15
Tensión más elevada (kV)	17,5
Frecuencia (Hz)	50
Nº de circuitos	1
Nº de conductores por fase	2 (Doble circuito)
Tipo de conductor línea principal.....	LA 110
Cable F.O.....	FOADK 90

1.8.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

Línea Proyectada L1:

ORIGEN: APOYO 5001 DENTRO DE LA ST "ALMARAZ (3515)".

- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 271.745 / Y = 4.411.181.

FINAL: PILAR PROYECTADO HEB-180

- COORDENADAS U.T.M. (ETRS89): X = 276.243 / Y = 4.406.411

LONGITUD LINEAL: 6.774 metros.

NÚMERO DE CIRCUITOS: 2 (doble circuito).

CONDUCTOR AÉREO: LA-110.

CABLE F.O AÉREO: FOADK-90.

1.8.3 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.8.3.1 Conductor

El conductor que contempla este Proyecto es de aluminio-acero galvanizado según norma UNE-EN 50182, el cual se encuentra en la norma NI 54.63.01 y cuyas características principales son:

Designación	LA 110
Sección total (mm ²)	116,2
Diámetro aparente del cable (mm)	14
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	8.200
Carga de rotura (daN)	4.400
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹)	18x10 ⁻⁶
Masa aproximada (kg/km)	433

La temperatura máxima de servicio, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 50°C.

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro del proyecto tipo MT 2.21.76, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo. La tracción en el conductor a 15°C y sin sobrecarga, no sobrepasará el 15% de la carga de rotura del mismo.

El recubrimiento de zinc, de los hilos de acero, cumple con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 50189.

1.8.3.2 Aislamiento

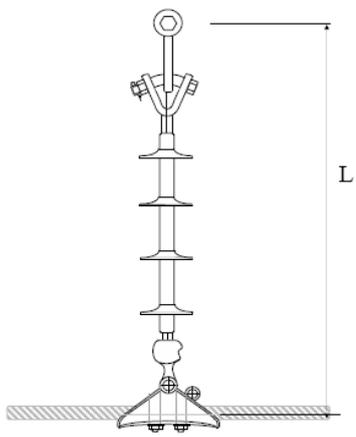
El aislamiento estará formado por aisladores compuestos para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217. Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466. Los aisladores y elementos de cadena, según las normas citadas, están recogidos en la norma NI 48.08.01.

Se empleará aislamiento de composite según norma i-DE NI 48.08.01, las cadenas de amarre estarán formadas por aisladores cuyas características son:

- Aislador tipo.....U 70 YB 30 AL
- Material.....Composite
- Carga de rotura.....7.000 daN
- Línea de fuga.....1020 mm
- Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto.....95 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta.....215 kV

1.8.3.3 Formación de cadenas

De acuerdo con el MT 2.23.15 en las figuras se indican la formación de cadenas línea principal.



Suspensión normal	
Unidad	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
1	Alojamiento de rótula R16/17
1	Grapa de suspensión GS-1 (LA-56) ó GS-2 (LA-110)
L en mm	480
Suspensión reforzada	
Unidad	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
1	Alojamiento de rótula R16/17
1	Grapa de suspensión GS-2 (LA-56) ó GS-3 (LA-110)
1	Varillas de protección VPP-56 (LA-56) ó VPP-110 (LA-110)
L en mm	820

En algunas zonas de protección de avifauna, se exigen mayores distancias de las cadenas de aisladores de amarre. La solución adoptada para estos casos se indica en el siguiente apartado.

1.8.3.4 Aisladores avifauna.

Las diferencias a la hora de interpretar tanto el Real Decreto 1432/2008 como los Decretos Autonómicos, han generado diversas opiniones a la hora de aplicar sus articulados y como consecuencia de ello algunas administraciones no aprueban ciertas soluciones, como es el caso de la alargadera avifauna.

Como recurso a este inconveniente se recoge un modelo de aislador avifauna, según NI 48.08.01, que responde a la distancia exigida en el anexo del Real Decreto 1432/2008, es decir, un aislador cuya longitud aislada sea de al menos 1 m cumpliendo así con el Real Decreto mencionado.

Para el caso que nos ocupa, el modelo de aislador elegido para cadenas de amarre será bastón largo sin espiral de tipo U70YB30 AL.

Su diseño se encuentra representado en la siguiente figura y referenciados en la siguiente tabla:

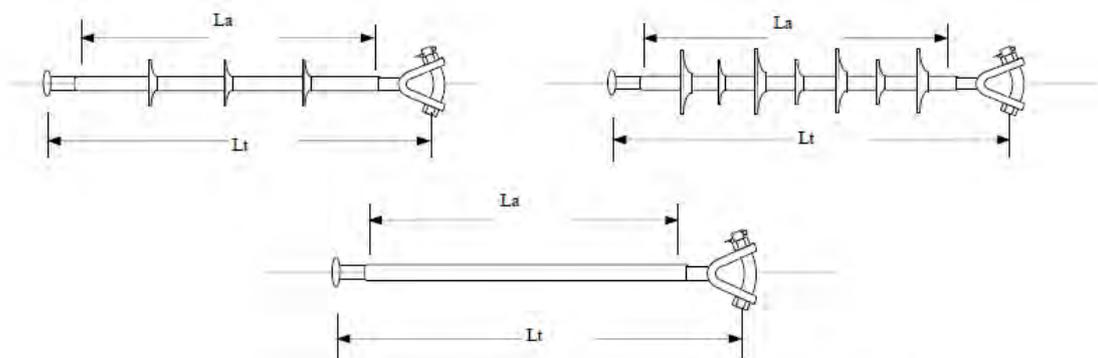


Figura 3: Aisladores para avifauna. Diferentes modelos

Tabla 3

Designación	Lt mm	La Mm	Línea de fuga mm	Tensión U nominal (kV)	Código
U70YB20 AC	870±10	≥720	720	20	4803018
U70YB30 AC			720	30	4803023
U70YB45 AC			1040	45	4803027
U70YB66 AC			1450	66	4803032
U70YB20P AC			740	20	4803208
U70YB30P AC			1120	30	4803213
U70YB45P AC			1610	45	4803217
U70YB66P AC			2250	66	4803222
U70YB20 AL			1170±10	≥1020	1020
U70YB30 AL	1020	30			4803024
U70YB45 AL	1040	45			4803028
U70YB66 AL	1450	66			4803033
U70YB20P AL	1020	20			4803209
U70YB30P AL	1120	30			4803214
U70YB45P AL	1610	45			4803218
U70YB66P AL	2250	66			4803223

1.8.3.5 Medidas de protección para la avifauna

- **Distancias entre Conductores**

La distancia entre conductores adoptadas es como mínimo de 1500 mm. El proyectista tendrá presente que en apoyos de ángulo estas distancias se reducen en función del mismo, por ello en estos casos deberán emplearse siempre crucetas de 2000 mm de separación entre conductores.

En caso de que aun empleando crucetas de 2000 mm la distancia entre conductores sea inferior a los 1500 mm indicados, el proyectista deberá emplear armados en triángulo de altura suficiente para superar esta distancia.

- **Medidas de Prevención contra la Electrocutión: Forrado aislante de puentes**

Si por exigencias medioambientales son exigidos los elementos anti electrocutión para el forrado de conductores, grapas, aisladores y herrajes, deberán de cumplir con la NI 52.59.03.

En apoyos con cadenas de amarre se forrarán todos los puentes y las grapas de amarre.

En apoyos con cadenas de suspensión se forrarán los tres conductores que forman el circuito de media tensión 1,5 m a cada lado de la grapa de suspensión y la propia grapa.

También se forrarán:

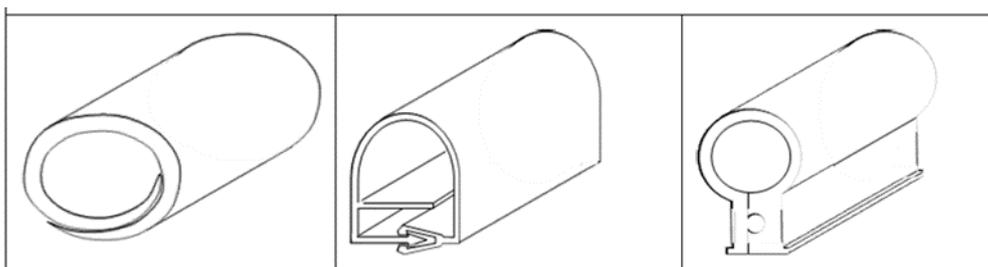
- Cada uno de los puentes que van desde la grapa de la cadena de amarre, al terminal de entrada a los cortacircuitos CC/XS.
- Cada una de los puentes que van desde el terminal de los cortacircuitos CC/XS, a los pararrayos autovalvulares.
- Cada uno de los puentes que van desde los pararrayos autovalvulares a los terminales de los cables aislamiento seco.

Las cubiertas para el forrado de puentes vienen definidas en la Tabla 1, en donde se indica las características esenciales, designaciones y códigos de las cubiertas para forrado de puentes y conductores.

Tabla 1

Cubiertas para el forrado de puentes y conductores normalizadas

Designación	Para conductor	Tensión de aislamiento kV	Rigidez dieléctrica kV/mm	Código
CUP-12	LA-56 o menor	≥24	≥ 14	5259201
CUP-16	LA-78, LA-110 y 100AL1/ST1A			5259203
CUP-18	LA-180			5259204
CUP-12-F	LA-56 o menor			5259211
CUP-16-F	LA-78, LA-110 y 100AL1/ST1A			5259213
CUP-18-F	LA-180			5259214





- **Forros para grapas y piezas de derivación en “T” (FOGR, FOGS y FOGC)**

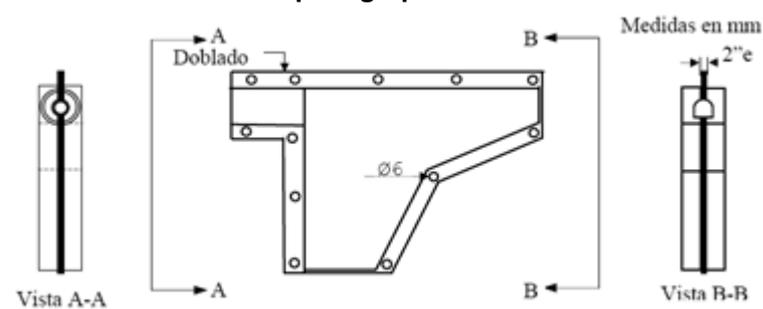
Se aislarán las grapas de las cadenas de amarre, suspensión y piezas de derivación en “T” mediante forros normalizados. En la tabla 2 se indican las características esenciales, designaciones y código de dichos forros.

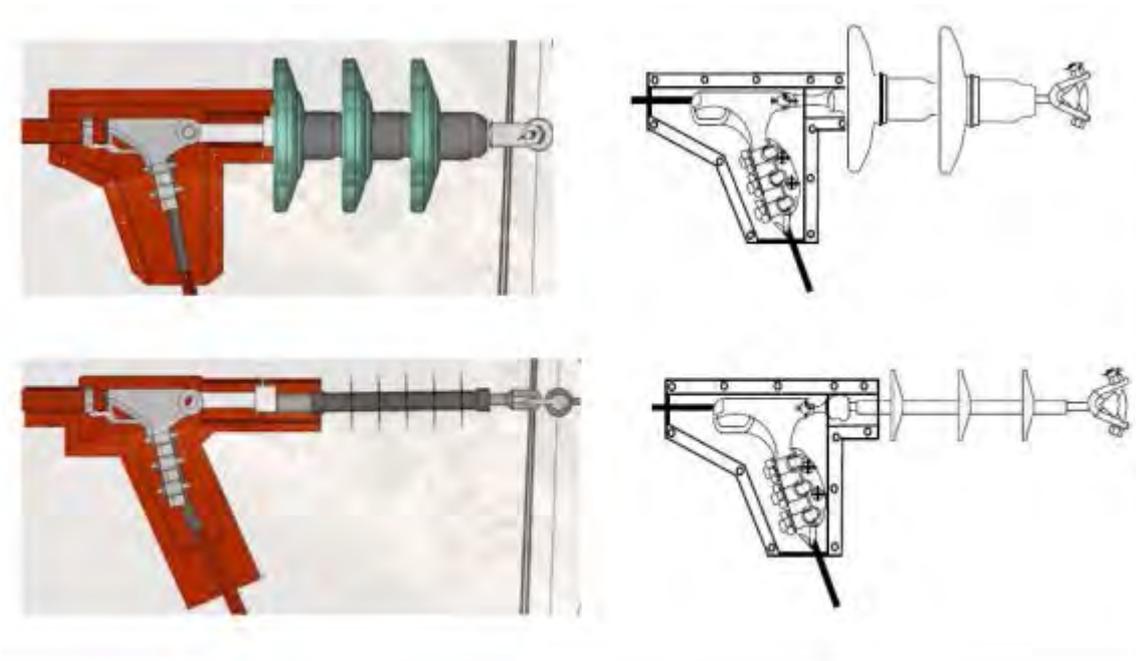
Tabla 2

Forros para grapas normalizados.

Designación	Rigidez dieléctrica kV/mm	CLASE	Color	Código	
FOGR-1/30	≥ 18	0	ROJO	5259533	
FOGR-2/30				5259534	
FOGR-3/30				5259536	
FOGS-1/30				5259540	
FOGS-2/30				5259541	
FOGS-3/30				5259543	
FOGC-4/30		5259529	1	NEGRO	5259535
FOGR-2/66		5259537			
FOGR-3/66		5259542			
FOGS-2/66		5259544			
FOGS-3/66		5259544			
FOGC-4/66		5259530			

Forro para grapa de amarre





Forro para grapa de suspensión y piezas de derivación en "T"

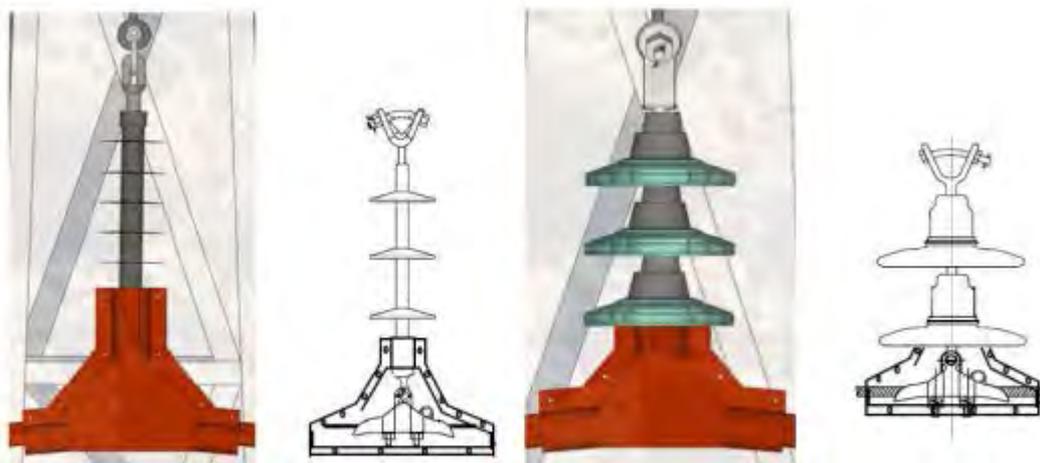
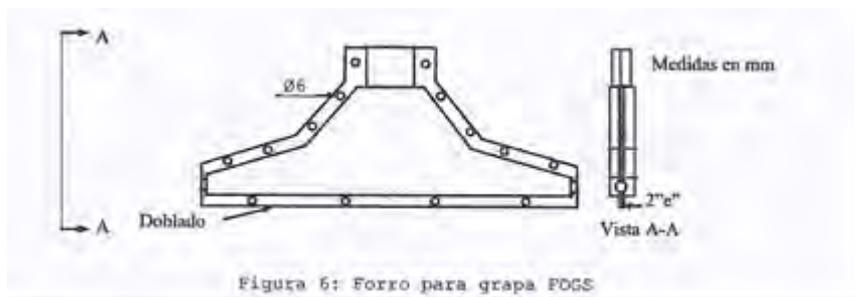


Figura 6d: Montaje de forros sobre cadenas de amarre y suspensión

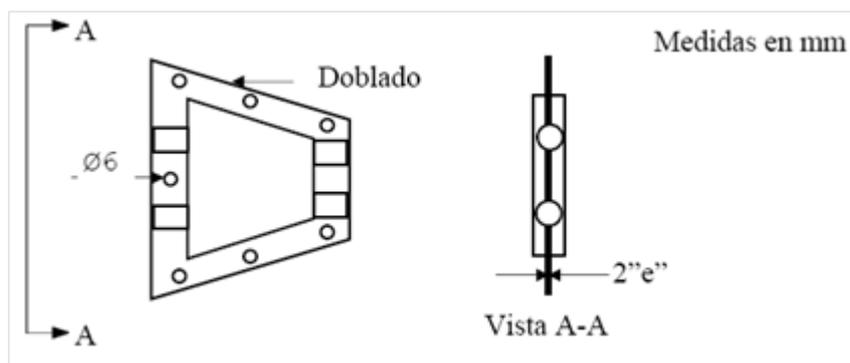
- **Forros para conectores por cuña a presión**

En la tabla 3 se indican las características esenciales, designaciones y códigos de los forros para conectores por cuña a presión.

Tabla 3

Forros para conectores por cuña a presión normalizados

Designación	Rigidez dieléctrica kV/mm	CLASE	Color	Código
FOCP-1/30	≥ 18	0	ROJO	5259521
FOCP-2/30				5259525
FOCP-1/66		1	NEGRO	5259524
FOCP-2/66				5259526



1.8.3.6 Disuasores de Posada.

Los disuasores de posada impiden por su geometría y volumen la posada de las aves, que, por su envergadura, se encuentran en situación de riesgo eléctrico. Estos disuasores son los que a continuación se describen.

1.8.3.7 Tejadillos antinidación para crucetas TACR

El elemento TACR podrá colocarse sobre las crucetas de celosía tanto para apoyos de hormigón y chapa como para los de celosía. Estos elementos responderán al diseño de la siguiente figura y sus características esenciales se indican en la tabla 3. Cada elemento TACR estará formado por:

- 1 elemento como el indicado en la figura 11.
- 6 tornillos con sus tuercas y arandelas para la unión del tejadillo con la cruceta M12.

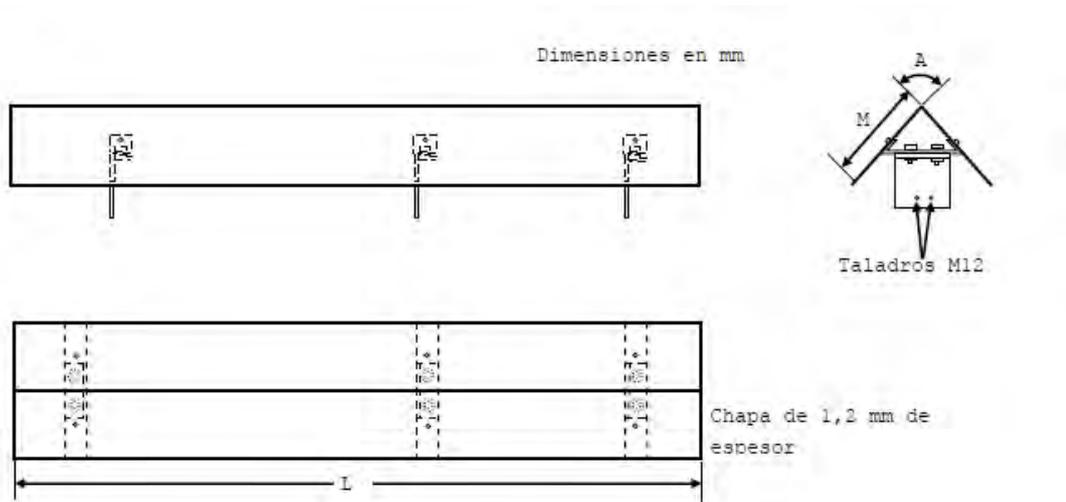


Figura 11: Tejadillos antinidación para crucetas TACR

Características esenciales de tejadillos antinidación para crucetas.

Medidas en mm

Designación	A	L	M
TACR-HV/1500	90°	3200	400
TACR-HV/2000		4200	
TACR-C/1000		2200	500
TACR-C/1250		2700	
TACR-C/1500		3200	
TACR-C/1750		3700	
TACR-C/2000		4200	

1.8.3.7.1 Chapa antiposada para crucetas de celosía atirantadas

Elemento antinido para ser usado en las crucetas sean o no atirantadas, para apoyos de celosía del tipo "C" o para las series 1 y 2 de 30, 45 y 66 kV, es la denominada chapa antiposada para crucetas de celosía atirantadas CHAC, que, pese a su denominación, se puede usar en apoyos con crucetas sin tirantes. Además, como su propia denominación indica, su colocación hace muy difícil la posada para las aves. Su diseño se encuentra representado en la figura 19 y referenciado en la tabla 22.

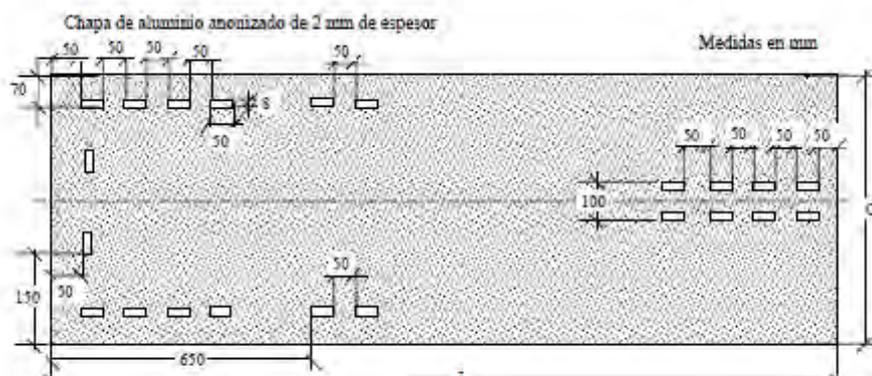


Figura 19: chapa antiposada para crucetas de celosía atirantadas CHAC

Tabla 22

Designación	Distancia C (mm)	Distancia L (mm)	Código
CHAC-S11	800 (±5)	2000 (±10)	5259175
CHAC-S12	800 (±5)	2400 (±10)	5259176
CHAC-S13	800 (±5)	2800 (±10)	5259177
CHAC-S14	800 (±5)	3200 (±10)	5259178
CHAC-S21	1200 (±5)	2000 (±10)	5259179
CHAC-S22	1200 (±5)	2400 (±10)	5259180
CHAC-S23	1200 (±5)	2800 (±10)	5259181
CHAC-S24	1200 (±5)	3200 (±10)	5259182
CHAC-C11	510 (±5)	1600 (±10)	5259183
CHAC-C12	510 (±5)	2100 (±10)	5259184
CHAC-C13	510 (±5)	2500 (±10)	5259185

Las UUCS para la colocación de los antinidos se encuentran en el conjunto parcial 24209 del MT 2.23.00.

Tabla 24

Designación	Diámetro del cable (mm)		Código
	Mínimo	Máximo	
DAD-7/9,50	7	9,50	2900970
DAD-9,51/13,40	9,51	13,40	2900971
DAD-13,41/17,50	13,41	17,50	2900972
DAD-17,51/21,80	17,51	21,80	2900973

1.8.3.8 Apoyos

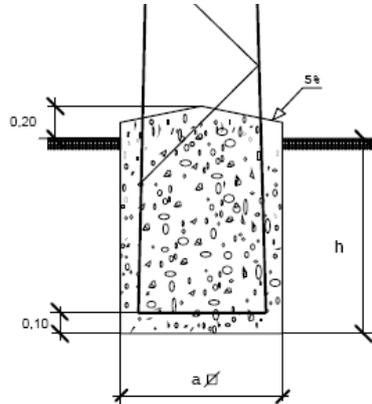
Los apoyos proyectados serán: de celosía metálica, galvanizado en caliente, formado por angulares de lados iguales y sección cuadrada de acuerdo con la NI 52.10.01 y recomendación de UNESA 6704.

El cálculo del apoyo se realiza según lo indicado en el MT 2.23.45 en el que se determina el método de cálculo de las ecuaciones resistentes de los apoyos en función de la disposición de los armados.

1.8.3.9 Cimentación

Las cimentaciones de los apoyos proyectados serán del tipo monobloque de hormigón en masa de 200 kg/m³ de dosificación y de las dimensiones adecuadas al tipo de terreno (flojo, normal o duro-rocoso) calculadas de acuerdo con el MT 2.23.30, habiéndose considerado a efectos de proyecto en todos los casos un tipo de terreno de consistencia normal (K entre 8 y 10 kg/cm³).

CIMENTACIONES PARA APOYOS DE CELOSÍAS



Cimentaciones para apoyos de perfiles metálicos

APOYO	CIMENTACION				APOYO	CIMENTACION			
Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³	Designación Iberdrola	a m	h m	Vol. excav. m ³	Vol. horm. m ³
C1000-12E	1,00	1,99	1,99	2,14	C4500-12E	1,01	2,75	2,81	2,96
C1000-14E	1,08	2,06	2,41	2,58	C4500-14E	1,10	2,82	3,41	3,59
C1000-16E	1,15	2,13	2,82	3,01	C4500-16E	1,17	2,89	3,96	4,15
C1000-18E	1,23	2,20	3,33	3,55	C4500-18E	1,26	2,94	4,66	4,89
C1000-20E	1,30	2,26	3,82	4,07	C4500-20E	1,33	2,99	5,30	5,56
C1000-22E	1,39	2,32	4,47	4,76	C4500-22E	1,43	3,03	6,20	6,50
C2000-12E	1,00	2,30	2,30	2,44	C7000-12E	1,35	2,84	5,18	5,45
C2000-14E	1,08	2,37	2,76	2,93	C7000-14E	1,53	2,87	6,73	7,08
C2000-16E	1,15	2,43	3,22	3,41	C7000-16E	1,69	2,91	8,32	8,75
C2000-18E	1,24	2,48	3,82	4,04	C7000-18E	1,88	2,93	10,35	10,89
C2000-20E	1,31	2,54	4,36	4,61	C7000-20E	2,04	2,96	12,32	12,96
C2000-22E	1,39	2,59	5,01	5,30	C7000-22E	2,22	2,98	14,68	15,44
C3000-12E	1,00	2,51	2,51	2,66	C7000-24E	2,38	3,00	17,01	17,89
C3000-14E	1,09	2,58	3,06	3,23	C7000-26E	2,56	3,02	19,79	20,82
C3000-16E	1,16	2,64	3,56	3,75	C9000-12E	1,35	3,02	5,50	5,77
C3000-18E	1,25	2,69	4,21	4,44	C9000-14E	1,53	3,06	7,15	7,50
C3000-20E	1,32	2,75	4,79	5,05	C9000-16E	1,69	3,09	8,83	9,26
C3000-22E	1,41	2,79	5,55	5,85	C9000-18E	1,88	3,11	10,99	11,53
					C9000-20E	2,04	3,14	13,07	13,71
					C9000-22E	2,22	3,16	15,56	16,32
					C9000-24E	2,38	3,18	18,04	18,92
					C9000-26E	2,56	3,20	20,97	22,00

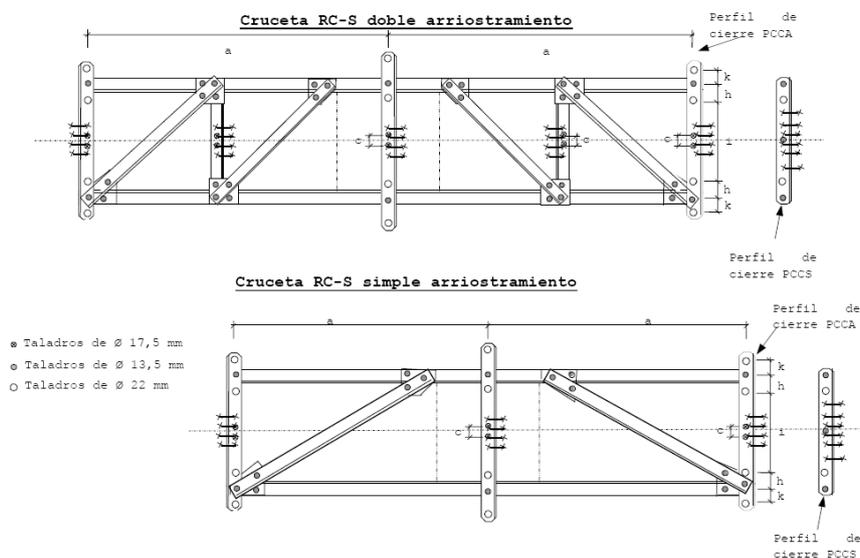
1.8.3.10 Crucetas

En los apoyos proyectados, se empleará crucetas rectas, según NI 52.31.02.

La cruceta además de cumplir la misión de dar la separación adecuada a los conductores, debe soportar las cargas verticales que los mismos transmiten.

Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, tendentes a la protección de la avifauna.

Cruceta recta RC-S



Designación	Esfuerzo vertical admisible daN	Separación entre fases contiguas, o al eje del apoyo. Cota "a" mm	Masa Kg	Nº de plano	Código
RC1-10-S	450	1.000	32,21	982.481	5231201
RC1-12,5-S	450	1.250	45,47	982.484	5231203
RC1-15-S	450	1.500	59,41	982.482	5231212
RC1-17,5-S	450	1.750	76,76	982.485	5231213
RC1-20-S	450	2.000	96,31	982.483	5231214
RC2-10-S	650	1.000	36,58	982.486	5231216
RC2-12,5-S	650	1.250	59,49	982.489	5231218
RC2-15-S	650	1.500	82,79	982.487	5231220
RC2-17,5-S	650	1.750	104,55	982.490	5231222
RC2-20-S	650	2.000	125,24	982.488	5231224

Significado de las siglas que componen la designación:

- RC: cruceta recta para apoyos de celosía.
- 1 ó 2: distingue la carga vertical que debe soportar la cruceta: 450 daN (1) y 650 daN (2) para el tipo de cruceta "S".
- 10/.../20: corresponde a la longitud de la cota "a" expresada en dm.
- S: Indicativo de ser una cruceta sin tirante.

1.8.3.11 Tomas de Tierra

Generalidades.

El RLAT en su ITC-LAT-7 establece los criterios y los requisitos de los sistemas de puesta a tierra en los apoyos de líneas eléctricas de manera que sea eficaz en todas las circunstancias y mantengan las tensiones de paso y de contacto dentro de niveles aceptables.

Los sistemas deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

El sistema de puesta a tierra está constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Elementos sistema puesta tierra y condiciones montaje.

Los electrodos de puesta a tierra empleados son de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que garanticen una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables. i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. para cumplimentar el RLAT, ha adoptado para sus líneas, los criterios reseñados en el documento MT 2.22.05, que en líneas generales consiste en:

- Tipos de electrodos:
 - Electrodos horizontales de puesta a tierra constituidos por cables enterrados, desnudos, de cobre de 50 mm², dispuestos en forma de bucles perimetrales.
 - Picas de tierra verticales, de acero cobrizado de 14 mm de diámetro, de 2 y 3 metros de longitud, que podrán estar formadas por elementos empalmables.

- Instalación de electrodos horizontales de puesta a tierra:

El electrodo de puesta a tierra estará situado a una profundidad suficiente para evitar el efecto de la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra se situarán a una profundidad mínima de 1 m. Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja perimetral al macizo de hormigón de la cimentación, a una distancia de 0,6 m de dicho macizo, de forma que:

- a) Se rodeen con tierra ligeramente apisonada.
 - b) Las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados.
 - c) Cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.
- Instalación de picas de tierra verticales

Las picas verticales son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo empleando herramientas apropiadas para evitar que los electrodos se dañen durante su hincado. La parte superior de cada pica quedará situada siempre por debajo del nivel de tierra y a la profundidad que corresponda en función del electrodo tipo seleccionado.

- Unión de los electrodos de puesta a tierra

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, tendrán las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta tierra serán resistentes a la corrosión y no deben ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas mismas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

- Conexión de los apoyos a tierra

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitan tener puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deben ponerse a tierra.

La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- a) Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.
- b) Conectando a tierra la armadura del hormigón, siempre que la armadura reúna las condiciones que se exigen para los conductores que constituyen la línea de tierra. Sin embargo, esta forma de conexión no se admitirá en los apoyos de hormigón pretensado.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado. Los chasis de los aparatos de maniobra podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

Dimensionamiento a frecuencia industrial.

Los parámetros pertinentes para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son:

- a) Valor de la corriente de falta.
- b) Duración de la falta.

Estos dos parámetros dependen principalmente del método de la puesta a tierra del neutro de la red.

- c) Características del suelo.

Dimensionamiento respecto corrosión y resistencia mecánica.

Para el dimensionamiento con respecto a la corrosión y a la resistencia mecánica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en el apartado 3 de la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

Los electrodos de tierra que están directamente en contacto con el suelo (cables desnudos de cobre y picas de acero cobrizado) serán de materiales capaces de resistir, de forma general, la corrosión (ataque químico o biológico, oxidación, formación de un par electrolítico, electrólisis, etc.). Así mismo resistirán, generalmente, las tensiones mecánicas durante su instalación, así como aquellas que ocurren durante el servicio normal.

Dimensionamiento respecto resistencia térmica.

Para el dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica de los electrodos se seguirán los criterios indicados en la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

El cálculo de la sección de los electrodos de puesta a tierra depende del valor y la duración de la corriente de falta, por lo que tendrán una sección tal que puedan soportar, sin un calentamiento peligroso, la máxima corriente de fallo a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea. Para corrientes de falta que son interrumpidas en menos de 5 segundos, se podrá contemplar un aumento de temperatura adiabático. La temperatura final deberá ser elegida con arreglo al material del electrodo o conductor de puesta a tierra y alrededores del entorno.

Dimensionamiento respecto seguridad de personas.

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

En la ITC-LAT 07 del RLAT, se establecen los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, U_{ca} , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de la falta.

Para las tensiones de paso no es necesario definir valores admisibles, ya que los valores admisibles de las tensiones de paso aplicadas son mayores que los valores admisibles en las tensiones de contacto aplicadas. Cuando las tensiones de contacto calculadas sean superiores a los valores máximos admisibles, se recurrirá al empleo de medidas adicionales de seguridad a fin de reducir el riesgo de las personas y de los bienes, en cuyo caso será necesario cumplir los valores máximos admisibles de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en el RD 337/2014.

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en la ITC-LAT 07 del RLAT se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación en apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados.

Apoyos Frecuentados: Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente, donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

Desde el punto de vista de la seguridad de las personas, los apoyos frecuentados podrán considerarse exentos del cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.
2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).
3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos casos, no obstante, habrá que garantizar que se cumplen las tensiones de paso aplicadas, especificadas en la ITC-RAT 13 del RD 337/2014.

Apoyos No Frecuentados: Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Elección sistema puesta a tierra.

Apoyos frecuentados con calzado.

Con objeto de evitar tensiones de contacto se empleará una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del apoyo.

La configuración tipo del electrodo a emplear para su utilización en el caso de líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado será la de un bucle perimetral con la cimentación, cuadrado, a una distancia horizontal de 1 m. como mínimo, formado por conductor de cobre de 50 mm² de sección, enterrado como mínimo a 0,5 m de profundidad, al que se conectarán en cada uno de sus vértices cuatro picas de acero cobrizado de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro. En todo caso la resistencia de puesta a tierra presentada por el electrodo, en ningún caso debe ser superior a 50 Ω. Si no es posible alcanzar este valor, mediante la configuración tipo, y hasta conseguir los 50 Ω, se añadirá, a dicha configuración, picas en hilera, de igual longitud, separadas 3 m entre sí.

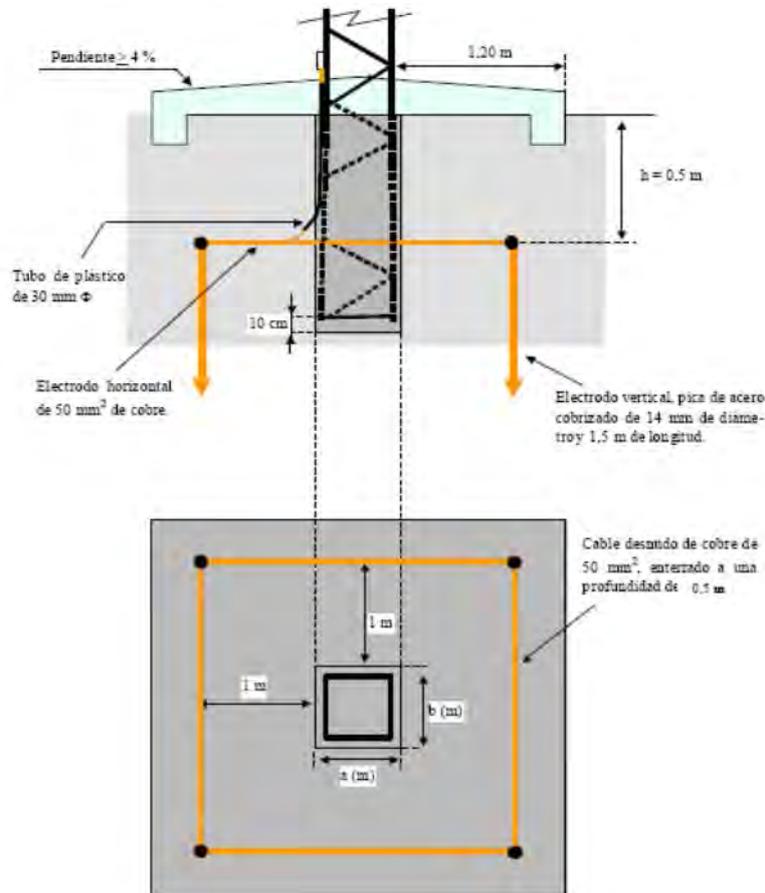


Figura 3. Configuración del electrodo de puesta a tierra para apoyos frecuentados con calzado.

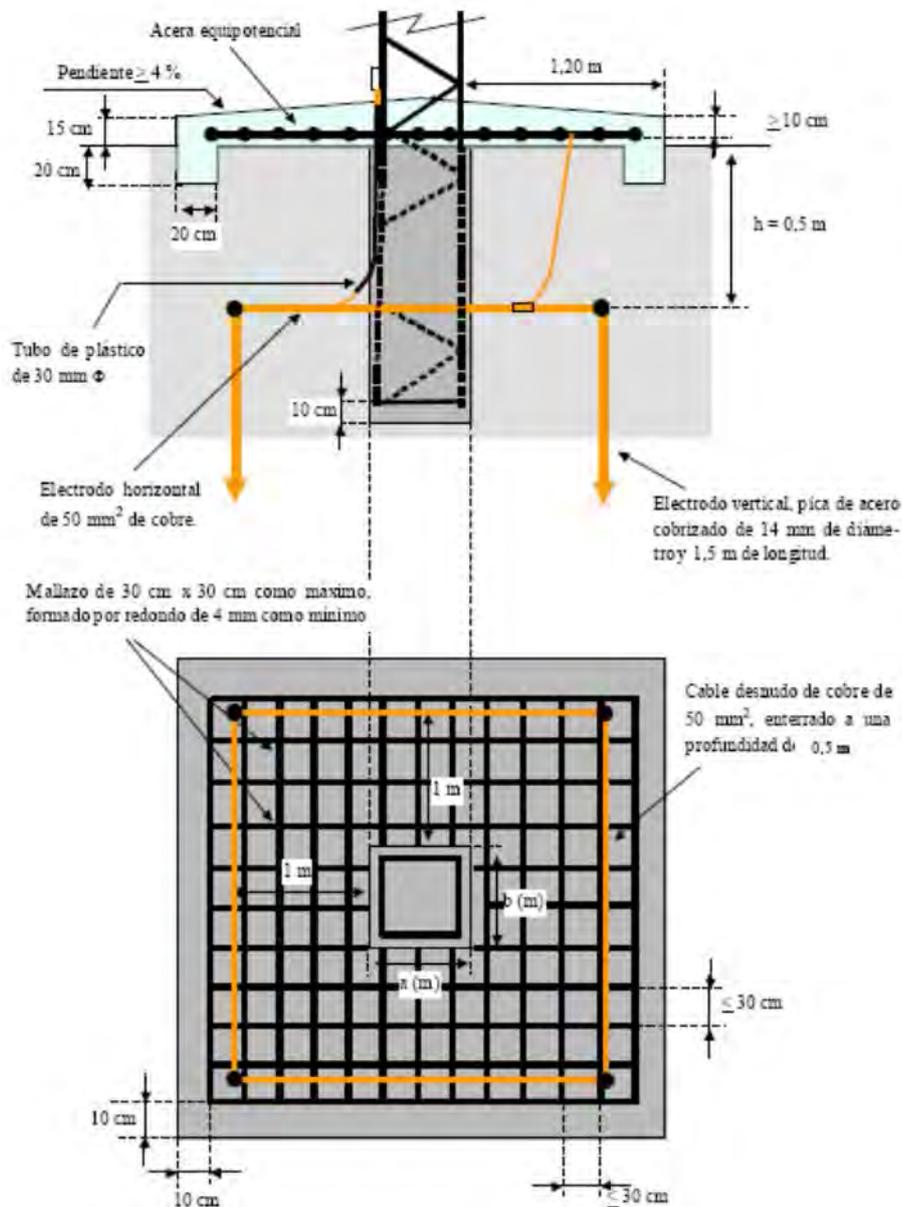


Figura 8.- Acera de hormigón, con mallazo equipotencial, perimetral con la cimentación del apoyo, empleado en líneas aéreas con apoyos frecuentados con calzado.

1.8.3.12 Señalización de los apoyos

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00.

1.8.3.13 Numeración de apoyos.

Los apoyos proyectados se numerarán, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01.

1.8.3.14 Cable de fibra óptica

La fibra óptica a reponer será del tipo FOADK 90, con las características que se describen a continuación y según la norma NI 33.26.01:

Designación	FOADK-90
Sección total (mm ²)	34
Composición	5 x 18
Diámetro aparente del cable (mm)	16,2
Nº de fibras	90
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	10000
Carga de rotura (daN)	5.000
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹)	7x10 ⁻⁶
Masa aproximada (kg/km)	245

1.8.3.15 Cajas de empalme para fibra óptica

En la tabla 1 figuran los tipos de caja de empalme, integrados por envolvente, bandejas organizadoras y soportes, según NI 33.35.01:

Designación	Nº max.de fibras ópticas	Tipo envolvente	Tipo de cable	Dispositivo de fijación	Código
E/ME-OP/FO/OS-24-TP	24	metálica	OPGW,FOADK y OSGZ1	Torre / Poste	33 35 020
E/PL-FO/OS-24-AF		plástica	FOADK Y OSGZ1	Arqueta/Fachada/galería	33 35 030
E/ME-OP/FO/OS-48-TP	48	metálica	OPGW,FOADK y OSGZ1	Torre / Poste	33 35 021
E/PL-FO/OS-48-AF		plástica	FOADK Y OSGZ1	Arqueta/Fachada/galería	33 35 031
E/ME-OP/FO/OS-96-TP	96	metálica	OPGW,FOADK y OSGZ1	Torre / Poste	33 35 035
E/PL-FO/OS-96-AF		plástica	FOADK Y OSGZ1	Arqueta/Fachada/galería	33 35 040
E/ME-OP/FO/OS-144-TP	144	metálica	OPGW,FOADK y OSGZ1	Torre / Poste	33 35 023
E/PL-FO/OS-144-AF		plástica	FOADK Y OSGZ1	Arqueta/Fachada/galería	33 35 033

Significado de las siglas que componen la designación:

- E/EM: Envoltente metálica.
- P/PL: Envoltente plástica
- OP/FO/OS: Cable OPGW/FOADK/OSGZ1.
- 24: Límite del nº de fibras a conectar.
- TP: Fijación para torre o poste.
- AF: Fijación para arqueta, fachada, galería.

Las cajas de empalme están constituidas fundamentalmente por:

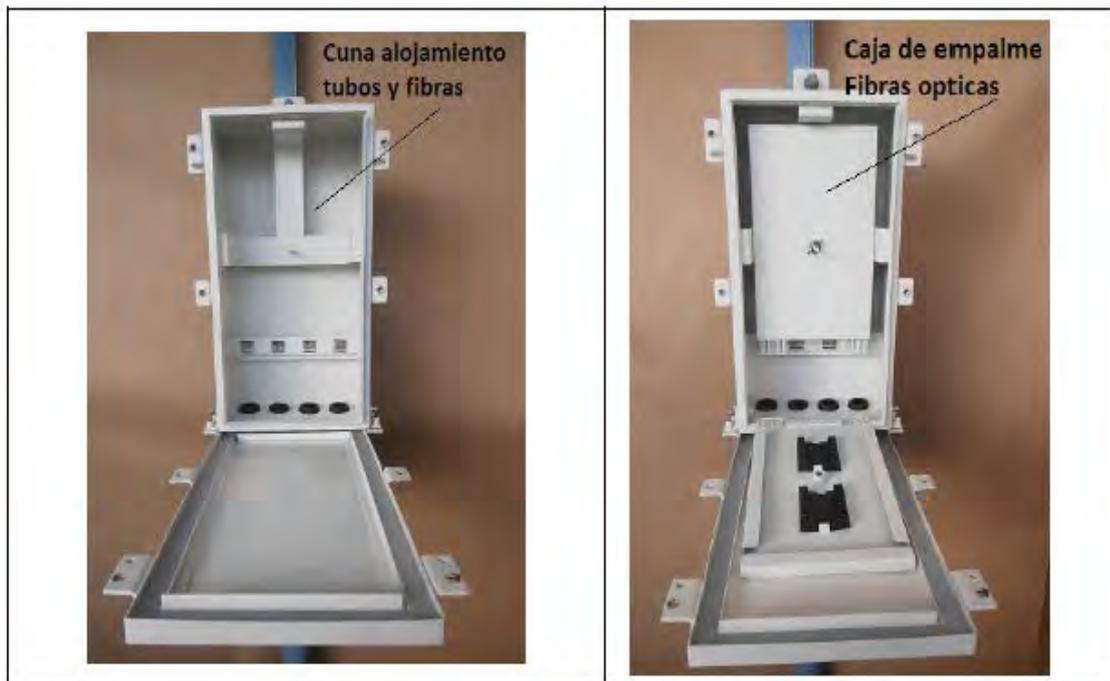
Envolvente de protección

Puede ser metálica o plástica, estando ambas acondicionadas para alojar en su interior los elementos necesarios para la ordenación de las conexiones de empalmes o derivaciones de las fibras ópticas constitutivas de los cables.

Las envolventes metálicas estarán constituidas por una caja metálica resistente al ácido, preferiblemente de acero inoxidable o galvanizado en caliente, con una puerta o dos semi-envolventes metálicas en presentación vertical presentando un grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos IP 65, según UNE 20 324 y una protección contra los impactos mecánicos IK 10, según UNE EN 50 102.

Dispondrán de al menos tres accesos de cables con sus respectivas prensaestopas, o bien estarán diseñadas para ser selladas con termo retráctiles. En ambos casos se impide la entrada de agua al interior de la caja. En el caso de tener más accesos de cables se suministrarán los tapones necesarios para sellar las entradas no utilizadas y mantener el grado de estanqueidad requerido. El rango de los diámetros interiores irá de 12 a 18,5 mm, que se corresponden con los diámetros de los cables normalizados.

Frente a la ubicación de cada prensaestopas, dispondrá de al menos una abrazadera metálica dimensionada para garantizar la fijación mecánica de los cables tipo OPGW, que también garantizará el contacto eléctrico de los cables compuestos tierra-ópticos, y para los cables FOADK u OSGZ1 estará protegida para no dañar las cubiertas. La caja dispondrá de toma de tierra para los componentes metálicos.





La envoltente incorporará en su parte posterior dispositivos de fijación y en su interior puntos de anclaje para soportar el elemento central u otros elementos resistentes. Las cajas incorporarán las bandejas de fibras según se describe a continuación.

Dispondrán de un sistema de cierre, para la colocación de un candado o cerradura. La envoltente se podrá abrir y cerrar repetidamente sin necesidad de herramienta especial o material adicional.

En cuanto a **las envoltentes plásticas**, estarán destinadas a alojar y proteger las bandejas organizadoras de fibras. La envoltente será estanca y compuesta de dos partes desmontables, soporte con accesos de cables y caperuza o tapa pudiendo ser oval o rectangular. La envoltente será estanca, presentando un grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos IP 6, según UNE 20 324, y protección contra impactos mecánicos IK 10, según UNE EN 50 102.



Dispondrán de al menos tres accesos de cables con sus respectivas prensaestopas, o bien estarán diseñadas para ser selladas con termo retráctiles. En ambos casos se impide la entrada de agua al interior de la caja. En el caso de tener más accesos de cables se suministrarán los tapones necesarios para sellar las entradas no utilizadas y mantener el grado de estanqueidad requerido. El rango de los diámetros interiores irá de 12 a 18,5 mm, que se corresponden con los diámetros de los cables normalizados.

Frente a la ubicación de cada prensaestopas, dispondrá de abrazaderas dimensionadas para garantizar la fijación mecánica de los cables tipo FOADK u OGSZ1. La caja llevará en su parte posterior los dispositivos o pletinas de fijación a la arqueta o fachada. Las cajas se podrán abrir y cerrar repetidamente sin necesidad de herramientas especiales o materiales adicionales.

La envolvente plástica rectangular incorporará las bandejas organizadoras necesarias para la confección de empalmes y derivaciones. En el interior de la caja existirán puntos de anclaje para sujetar el elemento central u otros elementos resistentes como los hilos de aramida o hilos de acero.

Bandejas organizadoras de fibras

Las bandejas de empalmes de cualquiera de los modelos anteriores, deberán ser idénticas e intercambiables. Sus dimensiones, se ajustarán a la disposición interna de las envolventes de protección, permitiendo un radio mínimo de curvatura de las fibras de 35 mm. El número de bandejas será el necesario para permitir alojar las fibras establecidas y permitirán albergar hasta 144 empalmes, así como las cocas de fibras correspondientes.

Estas bandejas se dispondrán debidamente ordenadas, siempre dentro de la envolvente de protección. La función de las bandejas será la de gestionar y fijar cada unión de las fibras de manera ordenada, de fácil inspección visual y en una forma muy segura de operar de cara al mantenimiento, por lo cual dispondrán de compartimentos que permiten fijar las conexiones soldadas de fibras ópticas, metros de cables sobrantes, algunos metros de fibras utilizadas o no. Las bandejas organizadoras dispondrán de los siguientes compartimentos: para el sobrante de cable suelto, para la conducción de cable suelto y su soporte, para las fibras no utilizadas y para soporte de empalmes de las fibras ópticas.

El acceso a la bandeja de empalmes se realizará por los laterales de la misma. Con el fin de proteger las cocas de las fibras y los empalmes deberá disponer de una tapa, que a ser posible será transparente. Las bandejas de empalmes serán independientes entre sí de forma que se pueda trabajar en ellas sin poner en riesgo empalmes o conexiones de las otras bandejas del módulo, y cada bandeja dispondrá de su tapa.

Estarán apiladas de forma que se puedan desplazar de una en una. Dispondrán de un sistema de fijación para evitar su movimiento involuntario, tanto cuando están en su posición para evitar su movimiento involuntario, tanto cuando están en su posición de trabajo como en su posición normal. Deberá ser posible que el movimiento de una bandeja arrastre las bandejas colaterales. Cada bandeja de empalmes tendrá elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, tubos de transporte y además dispondrá de una superficie visible en la que incluir una numeración sin necesidad de moverla. Existirán elementos de fijación de las protecciones holgadas de las fibras, bien individualmente o agrupadas. Estos elementos de fijación permitirán la manipulación de cada cable sin tener que desmontar ninguno del resto de cables. Así mismo, existirán fijaciones para los sistemas que agrupan diferentes protecciones holgadas, como pueden ser protecciones helicoidales, etc.

Dispositivos de fijación

Se refiere a los elementos de fijación que dispondrán y se adaptarán a las envolventes de protección para que puedan ser instalados en torres, postes, arquetas o fachadas y que serán incluidos en el suministro.

Estos elementos estarán tratados para garantizar la resistencia a la corrosión en intemperie. Las fijaciones de las envolventes metálicas estarán diseñadas para adaptarse a los perfiles metálicos de las torres. No se permitirán fijaciones que exijan la perforación de elementos de la torre o postes.

Las envolventes plásticas dispondrán de un soporte que posibilite su sujeción a postes de hormigón mediante abrazaderas o flejes, y a postes de madera, arquetas y fachadas mediante tornillos, abrazaderas o flejes.



1.8.3.16 Conjuntos de amarre y suspensión para cables de F.O.

La designación de los conjuntos se realizará según la NI 52.50.03 de la siguiente forma:

ESTRUCTURA	1	.	2	3	4	-	5	6	7		
Variante de cada clave	C	.	S	T	1	-	S	G	8	5	P
			A	C	2	-	S	A	8	9	
					3	-	T	0	1	5	
					4	-	0	A	1	6	

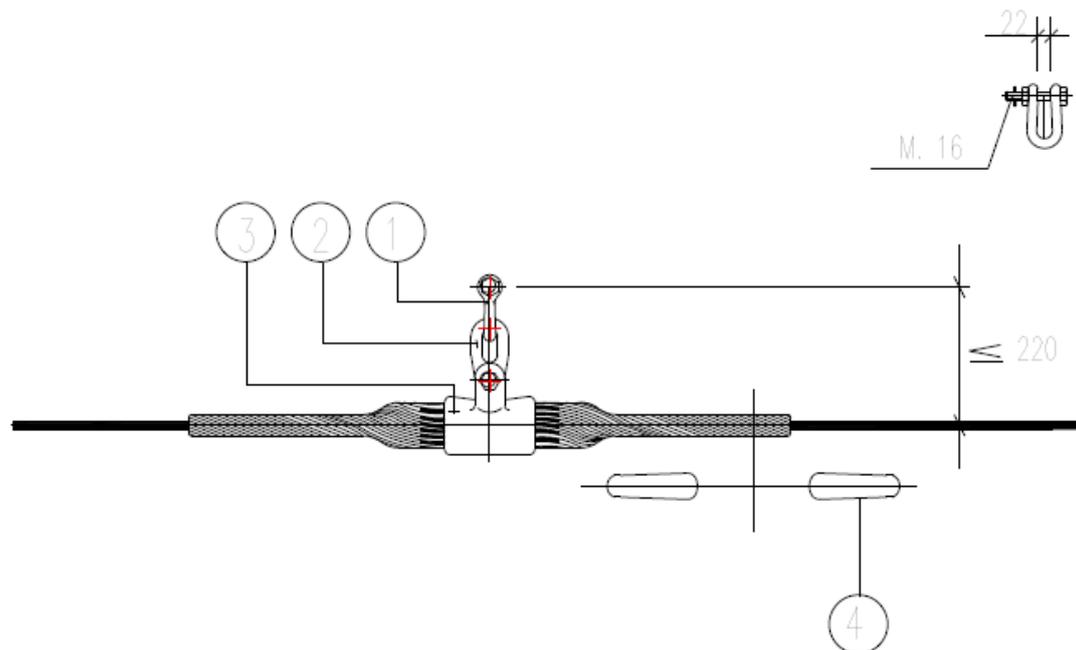
Significado de las siglas que componen la designación:

- C: Conjunto de elementos.
- S/A: Conjunto de suspensión/amarre
- T/C: Para cable de tierra/comunicaciones óptico.
- 1,2,3...: Indica los elementos del conjunto.
- SG: Cable de acero galvanizado.
- SA: Cable de acero recubierto de aluminio.
- TO: Cable de tierra-óptico.
- OA: Cable de fibra óptica autosoportado y dieléctrico.
- Dígito 6: Diámetro del cable.
- P: Empalme de protección para el cable.

Para el caso proyectado (cable FOADK 90), se tienen los siguientes conjuntos de elementos normalizados:

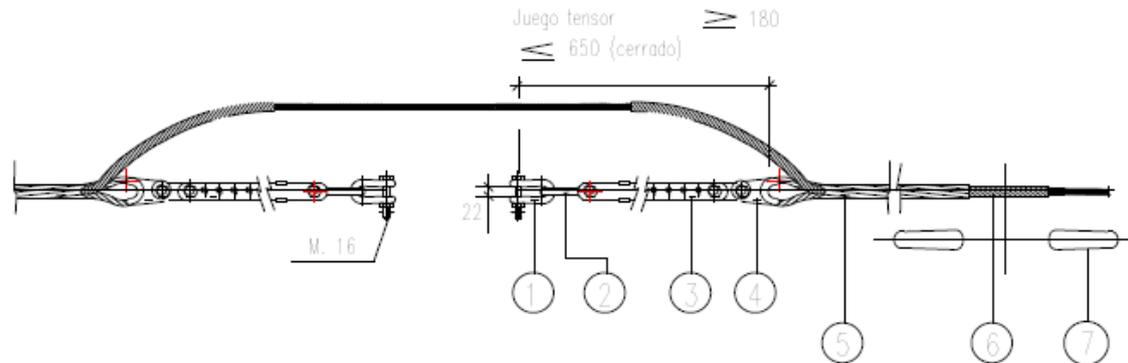
Designación del conjunto	Utilización		Carga mínima de rotura daN	Figura	Código
	Función	Tipo de cable			
C.SC1-OA 13	Cable óptico de comunicaciones	FOAD - (12,8-13,2)	7000	21	5250271
C.SC2-OA 13				22	5250272
C.SC3-OA 13				23	5250273
C.SC1-OA 13P				24	5250275
C.SC2-OA 13P				25	5250279
C.SC3-OA 13P				26	5250276
C.AC1-OA 13P				27	5250286
C.SC1-OA 14	Autosoportado dieléctrico	FOAD - (13,8-14,2)	7000	21	5250290
C.SC2-OA 14				22	5250291
C.SC3-OA 14				23	5250292
C.AC1-OA 14P				27	5250293
C.SC1-OA 15	Autosoportado dieléctrico	FOAD - (14,8-15,2)	7000	21	5250296
C.SC2-OA 15				22	5250297
C.SC3-OA 15				23	5250298
C.AC1-OA 15P				27	5250299
C.SC1-OA 16	Autosoportado dieléctrico	FOAD - (15,5-16,6)	7000	21	5250277
C.SC2-OA 16				22	5250281
C.SC3-OA 16				23	5250285
C.AC1-OA 16P				27	5250287

Así, los conjuntos de suspensión tendrán el siguiente esquema:



Composición			Posición		NI
1	Grillete normal	GN16	1		52.51.20
1	Eslabón plano	ESP16	2		52.51.00
1	Grapa de suspensión armada	GSATO-Ø	3		58.85.60
1	Amortiguador (opcional)	AMS-22	4		52.53.60

Los conjuntos de amarre serán:



Composición				Posición	NI
2	Grillete normal	GN16	} GAR-OAØP	1	52.51.20
2	Eslabón revirado	ESR16		2	52.51.00
2	Tensor de corredera	TC16		3	52.52.00
2	Horquilla guardacabos	HGR16		4	58.77.80
2	Retención preformada	RA-		5	58.77.80
2	Empalme de protección	EP-		6	58.77.80
1	Amortiguador (opcional)	AMS-22		7	52.36.60

1.9 DISTANCIA DE SEGURIDAD

A continuación, se detallan los requisitos en cuanto a distancias reglamentarias a cumplir según lo indicado en la ITC-LAT-07.

Distancia entre conductores y fibra óptica

De acuerdo con lo establecido en el apdo. 5.4.2 de la ITC-LAT-07, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento, la distancia mínima de los conductores al cable de fibra óptica vendrá dada por Del, que para 15 kV es 0,16 m.

Se deberá comprobar que se cumple esta distancia mínima tanto entre conductores como entre los conductores y el cable de fibra óptica, todo ello para las tres hipótesis de flecha máxima (50°C, 0°C+Hielo y 15°C+Viento).

Distancia de conductores al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Según el apdo. 5.5. de la ITC-LAT-07, la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de:

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

con un mínimo de 6 m, siendo $D_{el} = 0,16$ m en líneas de 15 kV.

Distancia a carreteras

En el apdo. 5.7. de la ITC-LAT-07, se indica que la distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será:

$$D_{add} + D_{el} = 6,3 + D_{el}$$

con un mínimo de 7 m, siendo $D_{el} = 0,16$ m en líneas de 15 kV.

Distancia a otras líneas eléctricas aéreas

De acuerdo al apdo. 5.6. de la ITC-LAT-07, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp}$$

Para nuestra línea de 15 kV, esta distancia será de 2,70 m.

Para las líneas de 220kV (cruzamientos fase-fase), que se cruzan en esta instalación será de 4,50 m.

Para las líneas de 132kV (cruzamientos fase-fase), que se cruzan en esta instalación será de 3,90 m.

1.9.1 CÁLCULOS MECÁNICOS

1.9.1.1 Vano De Regulación

Los tramos de línea que se encuentran entre apoyos con amarre, ángulo o final/principio de línea, que proporcionan puntos fuertes a la línea, tramos entre los cuales se encuentran colocados apoyos de alineación que deben tener las cadenas perfectamente verticales, se deben igualar las componentes horizontales de la tensión en cada uno de los vanos para que estas cadenas no sufran desviación alguna. Si varían las condiciones de equilibrio aparecen diferencias entre las componentes horizontales de la tensión en los distintos vanos, situación que queda en la realidad compensada por la desviación de las cadenas, que en estas condiciones dejan de estar perfectamente en equilibrio. Por tanto, como se puede demostrar las condiciones de equilibrio al modificarse hacen que las componentes horizontales de los vanos que componen la alineación varíen en la misma magnitud, del mismo modo que lo harían las componentes horizontales de un vano con una longitud ficticia denominado vano de regulación. El cálculo de este vano de regulación se realiza para cada una de las alineaciones de las que está compuesta la línea eléctrica, para este cálculo utilizamos la siguiente ecuación.

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

En donde:

a_r = Longitud del vano de regulación en metros.

a = Longitud proyectada del vano en metros.

b = Longitud real del vano en metros.

1.9.1.2 Componente Horizontal Máxima

Cuando se ha realizado el trazado de la línea utilizando la constante de catenaria de flechas máximas para trazado elegida como se describe en el apartado 2.1, se calcularán las componentes horizontales máximas para cada una de las alineaciones de que consta la línea. Para ello utilizaremos la siguiente ecuación.

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

En donde:

T_0 = Componente horizontal máxima en daN.

T_A = Tensión en el punto más elevado de fijación del conductor, correspondiente a la carga de rotura del conductor dividida por un coeficiente de seguridad de 2,500 en daN.

a = Longitud proyectada del vano en metros.

b = Longitud real del vano en metros.

h = Desnivel del vano en metros.

p_z = Sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Esta ecuación se aplicará a cada uno de los vanos que componen cada alineación, escogiendo en cada una de las alineaciones el valor más pequeño de la componente horizontal de la tensión, ya que esta componente horizontal de valor menor dará lugar a tensiones menores y por tanto a flechas verticales mayores.

1.9.1.3 Cálculo De Tensiones

Para el cálculo de las tensiones en la línea eléctrica se utilizará la ecuación de cambio de condiciones, dicha ecuación es la siguiente.

$$\delta \cdot a \cdot (t - t_0) + \frac{a}{S \cdot E} \cdot (T - T_0) = \frac{a^3}{24} \cdot \left(\frac{p^2}{T^2} - \frac{p_0^2}{T_0^2} \right)$$

En donde:

δ = Coeficiente de dilatación lineal en °C-1.

a = Longitud proyectada del vano en metros.

t = Temperatura en las condiciones finales de cálculo de la tensión en °C.

t_0 = Temperatura de correspondiente a la zona de cálculo en °C.

S = Sección del conductor en mm².

E = Módulo de elasticidad en daN/mm².

T = Componente horizontal en las condiciones finales de cálculo en daN.

T_0 = Componente horizontal máxima en cada alineación en daN.

p = Peso del conductor en las condiciones finales de cálculo en daN/m.

p_0 = Sobrecarga correspondiente a la sobrecarga correspondiente a la zona de cálculo en daN/m.

Operando con la ecuación de cambio de condiciones se puede obtener otra ecuación que permita el cálculo de la tensión buscada, como resultado se obtiene la siguiente ecuación.

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

Ecuación en la que los coeficientes A y B se pueden obtener fácilmente de la ecuación de cambio de condiciones aplicándose las siguientes ecuaciones.

$$A = \delta \cdot (t - t_0) \cdot S \cdot E - T_0 + \frac{a^2 \cdot p_0^2}{24 \cdot T_0^2} \cdot S \cdot E$$

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

Resolviendo la ecuación de tercer grado se obtienen tres soluciones, dos imaginarias conjugadas y una tercera real que corresponderá al valor de la tensión en las condiciones de cálculo buscadas.

1.9.1.4 Cálculo De Flechas

Para el cálculo de flechas se utiliza la longitud real del vano, la ecuación que permite el cálculo de la flecha se obtiene a partir del desarrollo en serie por la fórmula de Mac Laurin de la función.

$$C \cdot \cosh \frac{X}{C}$$

En donde:

X = Longitud en metros.

C = Constante de la catenaria.

Desarrollando esta ecuación por Mac Laurin hasta el tercer término se obtiene la expresión a utilizar para el cálculo de flechas en las hipótesis de cálculo requeridas y cuya forma es.

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

En donde:

f = Valor de la flecha en metros.

p = Peso del conductor en la hipótesis de cálculo en daN/m.

a = Longitud proyectada del vano en metros.

b = Longitud real del vano en metros.

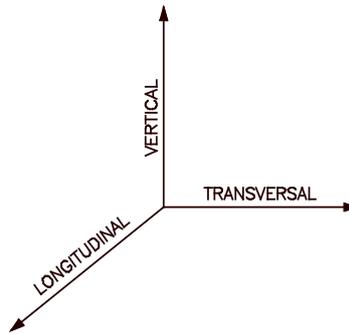
T = Valor de la tensión en las condiciones de cálculo en daN.

1.9.1.5 Apoyos

Los cálculos mecánicos de los apoyos se realizan de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece el "Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (ITC-LAT 07)".

Estos cálculos incluyen para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de tierra (si la hubiere) y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el apoyo.

Los esfuerzos se referencian en un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal a derechas (longitudinal, transversal, vertical).



Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en la ITC-LAT 07 del RLAT siendo las siguientes:

- Hipótesis normales
- Hipótesis anormales

1.9.1.5.1 Hipótesis normales

Las hipótesis normales (1ª HIPÓTESIS y 2ª HIPÓTESIS) a considerar son las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación son las indicadas en la siguiente tabla:

Las hipótesis normales (1ª HIPÓTESIS y 2ª HIPÓTESIS) a considerar son las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas según la zona de aplicación son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 1. Apoyos de líneas situadas en zona A (I)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. -Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SOLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

Tabla 2. Apoyos de líneas situadas en zona A (II)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
	L	No aplica	Desequilibrio detracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
<p>Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.</p>				

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

Tabla 3. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (I)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
Suspensión de Alineación o Suspensión	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
de Ángulo		y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3)	y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo.3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. de 3.1.3)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
		ó 140 km/h según la categoría de la línea.		a 60 km/h (apdo. 3.1.2)		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L		No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

Tabla 4. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (II)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se	

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
		sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea.	sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L		No aplica.		Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente	No aplica.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS		3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
			(Hielo)	(Hielo+Viento)		
		ó 140 km/h según la categoría de la línea.		a 60 km/h (apdo. 3.1.2)		sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).			Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,5 en el caso de en apoyos y crucetas metálicas, respecto al límite de fluencia.

Estos coeficientes de seguridad se aumentan un 25 % en aquellos apoyos que intervienen en cruzamientos según se describe en la ITC-LAT 07 Art. 5.3.

1.9.1.5.2 Esfuerzos verticales

Teoría del Gravivano

El cálculo de los esfuerzos verticales que conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se realiza mediante la teoría del gravivano.

Se denomina gravivano a la longitud de vano que hay que considerar para determinar los esfuerzos verticales que debido a los pesos aparentes de conductores y cables se transmiten al apoyo.

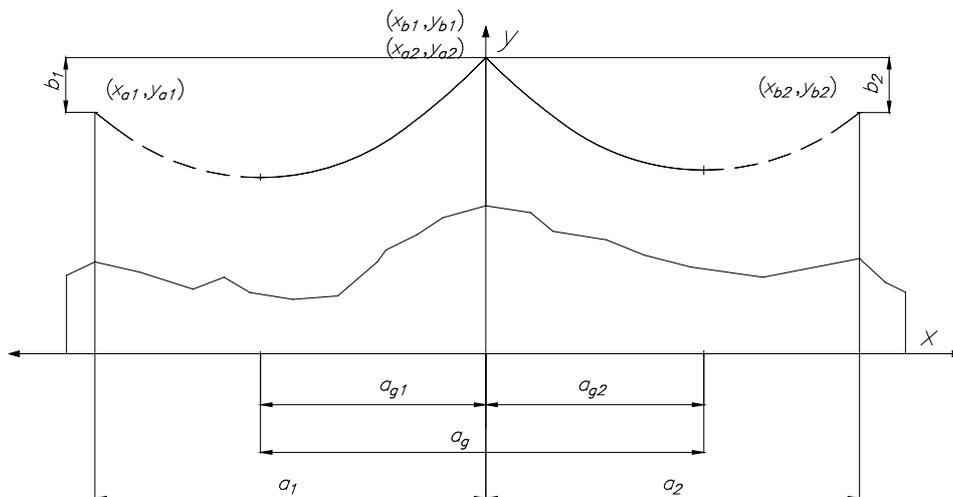
Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (a_g).

En el dibujo que sigue se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de tierra o fibra óptica.

Adicionalmente también se calcula el gravivano del conductor para la hipótesis de mínima flecha con el objeto de evitar el posible ahorcamiento en las cadenas de suspensión.



En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (\text{m})$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_1}{H_1}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_1}{H_1} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1}{\operatorname{sh} \frac{a_2}{H_2}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\operatorname{sh}^2 \frac{a_2}{H_2} - \left(\left(\operatorname{ch} \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para b_1 y b_2 el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$

$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinan los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta y cúpula de tierra respectivamente.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left(H_1 \operatorname{sh} \frac{a_{g1}}{H_1} + H_2 \operatorname{sh} \frac{a_{g2}}{H_2} \right) (\text{daN})$$

siendo:

P = Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

P_A = Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

P_B = Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

p_a = Peso aparente del cable o conductor (daN/m).

a_g = Gravivano del cable o conductor (m).

H_1 = Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m).

H_2 = Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m).

Cargas permanentes

De acuerdo con el RLAT se consideran como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cables aisladores y herrajes.

Sobrecargas motivadas por el viento

De acuerdo con el RLAT los conductores y cables se consideran sometidos a una sobrecarga horizontal transversal por viento por unidad de longitud, cuyo valor será:

$$p_v = 50 \, d \, 10^{-3} \quad (\text{daN/m}) \quad \text{para } d > 16 \, \text{mm}$$

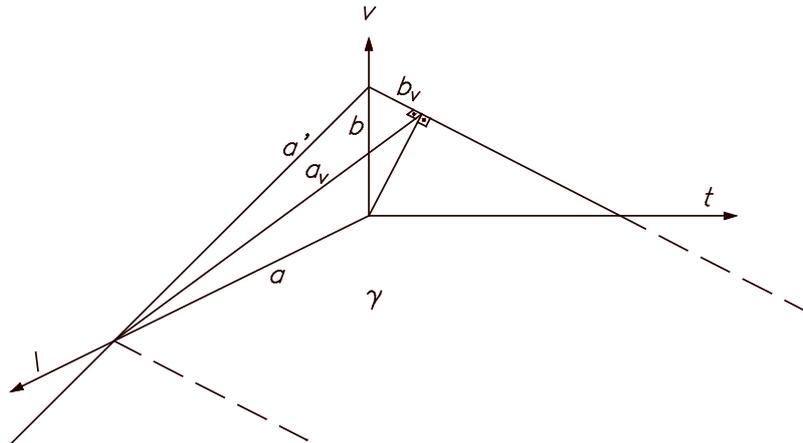
$$p_v = 60 \, d \, 10^{-3} \quad (\text{daN/m}) \quad \text{para } d \leq 16 \, \text{mm}$$

siendo:

d = Diámetro del conductor o cable (mm).

Al no ser las fuerzas debidas al viento por unidad de longitud coplanarias con el plano vertical, la catenaria se sitúa en el plano resultante de las fuerzas (γ).

Para poder aplicar la teoría del gravivano habrá que considerar las proyecciones de a y b sobre el plano que contiene a la catenaria (γ).



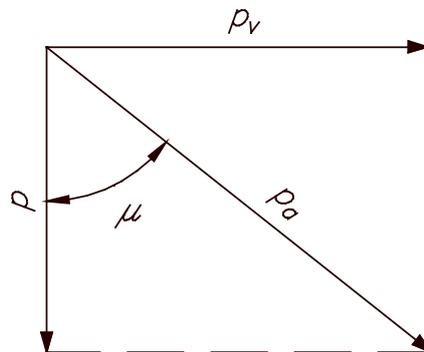
$$b_v = b \cos(\mu) \text{ (m)}$$

$$a_v = \sqrt{a'^2 - b_v^2} = \sqrt{a^2 + b^2 \sin^2(\mu)} \text{ (m)}$$

$$\mu = \text{tag}^{-1}\left(\frac{p_v}{p}\right)$$

$$a' = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ (m)}$$

siendo:



B_v = Proyección de b sobre el plano que contiene la catenaria (m).

A_v = Proyección de a sobre el plano que contiene la catenaria (m).

Una vez aplicada la teoría del gravivano para referenciar el valor del esfuerzo vertical en el sistema de coordenadas principal se proyecta el valor del mismo sobre el plano vertical.

$$P = P' \cos (\mu) \text{ (daN)}$$

donde:

P' = Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas secundario (plano que contiene la catenaria) (daN).

P = Esfuerzo vertical que el conductor o cable transmiten a la cruceta o cúpula de tierra referido al sistema de coordenadas principal (plano vertical) (daN).

Sobrecargas motivadas por el hielo

De acuerdo con el RLAT los conductores y cables se consideran sometidos en las zonas de cálculo B y C a una sobrecarga por manguito de hielo por unidad de longitud, cuyo valor es:

$$\text{ZONA B: } p_h = 0,98 \cdot 0,180 \cdot \sqrt{d} \text{ (daN/m)}$$

siendo:

d = Diámetro del conductor o cable (mm).

Los cálculos del gravivano para la hipótesis de hielo se realizan según lo establecido en el apdo. 0, considerando como peso aparente de los conductores y cables su propio peso y la sobrecarga de hielo.

1.9.1.5.3 Esfuerzos horizontales longitudinales y transversales

Teoría del Eolovano

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ (m)}$$

siendo:

a_v = Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).

a_1 = Longitud del vano anterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

a_2 = Longitud del vano posterior al apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

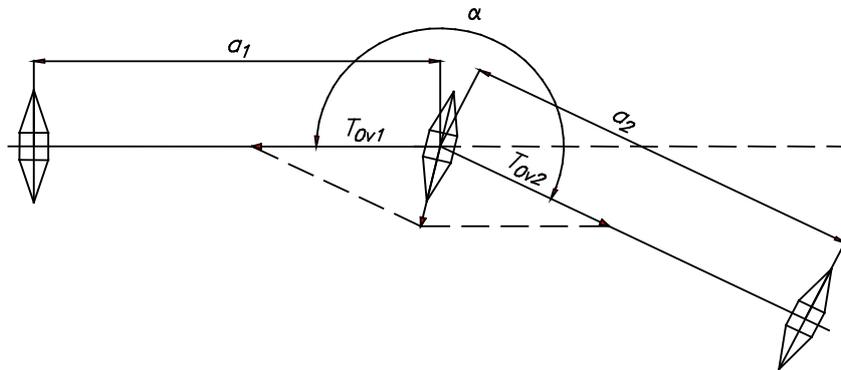
Apoyos de ángulo

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = p_v \frac{a_1 + a_2}{2} \left| \sin \frac{\alpha}{2} \right| + 2 \max [T_{0v1}, T_{0v2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$



siendo:

T_{0v1}, T_{0v2} = Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN).

p_v = Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

a_1 = Longitud del vano anterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

a_2 = Longitud del vano posterior al apoyo medida en la dirección longitudinal (m).

α = Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

b) Hipótesis de hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = 0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = 2 \max [T_{0h1}, T_{0h2}] \left| \cos \frac{\alpha}{2} \right| \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{0h1}, T_{0h2} = Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo en los vanos anterior y posterior al apoyo (daN/m).

α = Ángulo en grados sexagesimales que forman las alineaciones, medido en sentido horario desde la alineación anterior a la alineación posterior

Apoyos de fin de línea

a) Hipótesis del viento:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del viento, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0v} + p_v \frac{a}{2} \text{ (daN)}$$

$$F_t = 0 \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{0v} = Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de viento (N).

p_v = Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor o cable (daN/m).

a = Longitud del vano del apoyo medido en la dirección longitudinal (m).

b) Hipótesis del hielo:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debido a la acción del manguito de hielo, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_{0h} \text{ (daN)}$$

$$F_t = 0 \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{0h} = Componente horizontal de la tensión del conductor o cable para la hipótesis de hielo (daN).

1.9.1.5.4 Esfuerzo equivalente en el apoyo

Los distintos esfuerzos que los conductores y cables de tierra transmiten al apoyo en las hipótesis normales pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$F_{lequi} = \frac{\sum_1^n F_{li} y_i}{y_{equi}} \quad \text{(daN)}$$

$$F_{tequi} = \frac{\sum_1^n F_{ti} y_i + F_{vi} x_i}{y_{equi}} \quad \text{(daN)}$$

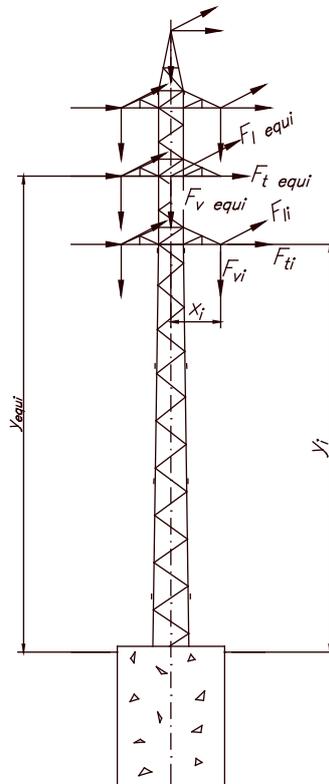
$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \quad \text{(daN)}$$

donde:

F_{lequi} = Componente longitudinal del esfuerzo equivalente (daN).

F_{tequi} = Componente transversal del esfuerzo equivalente (daN).

F_{vequi} = Componente vertical del esfuerzo equivalente (daN).



1.9.1.5.5 Hipótesis anormales

Las hipótesis anormales (3ª HIPÓTESIS y 4ª HIPÓTESIS) a considerar con las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas son las indicadas en la *Tabla 1. Apoyos de líneas situadas en zona A (I)*, en la *Tabla 2. Apoyos de líneas situadas en zona A (II)*, en la *Tabla 3. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (I)* y en la *Tabla 4. Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (II)* anteriormente relacionadas.

El coeficiente de seguridad no será inferior a 1,2 para apoyos y crucetas metálicas, respecto al límite de fluencia.

1.9.1.5.5.1 Esfuerzos verticales

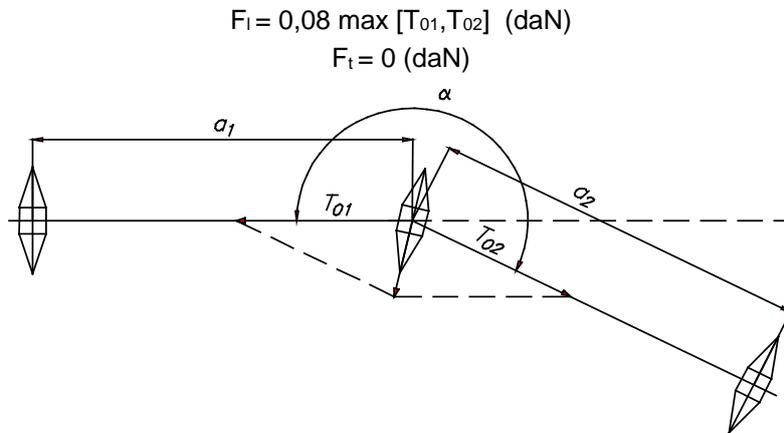
Los esfuerzos verticales para hipótesis anormales se calculan con el mismo procedimiento indicado en el apdo. 1.9.2.7.1.1, teniendo en cuenta que para la hipótesis de rotura de conductor se considerará únicamente el 65% del gravivano del conductor o cable de tierra roto antes de la rotura del mismo y el 100% del gravivano para el resto de conductores intactos.

1.9.1.5.5.2 Esfuerzos horizontales longitudinales y transversales

Apoyos de ángulo

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que cada conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, debidos al desequilibrio de tracciones, transmiten a la cruceta o cúpula de tierra se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:



siendo:

T_{01}, T_{02} = Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que, debidos a la rotura de un conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = \max [T_{01}, T_{02}] \quad (\text{daN})$$

$$F_t = 0 \quad (\text{daN})$$

siendo:

T_{01}, T_{02} = Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable en los vanos contiguos al apoyo (daN).

Apoyos de fin de línea

a) Hipótesis de desequilibrio de tracciones:

En apoyos fin de línea no se considera la hipótesis

b) Hipótesis de rotura de conductores:

Los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) y transversales (F_t) que debidos a la rotura de un conductor, cable de fibra óptica o cable de tierra, se transmiten a la cruceta o cúpula de tierra, se determinan, de acuerdo con el RLAT, mediante las siguientes expresiones:

$$F_l = T_0 \text{ (daN)}$$

$$F_t = 0 \text{ (daN)}$$

Siendo:

T_0 = Componente horizontal de la tensión máxima del conductor o cable (daN).

1.9.1.5.5.3 Esfuerzo equivalente en el apoyo

Desequilibrio de tracciones

Los distintos esfuerzos que los conductores y cable de tierra transmiten al apoyo en la hipótesis de desequilibrio de tracciones pueden representarse mediante un único esfuerzo aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) en donde las distintas componentes de este esfuerzo se calcularán según lo establecido en el apdo.

Rotura de conductores

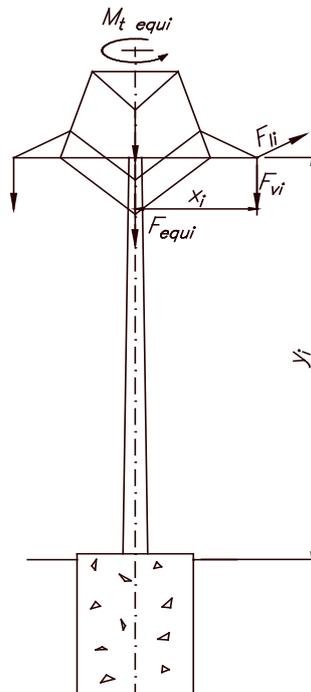
Cuando el apoyo es de chapa o de hormigón, la sollicitación que la rotura de un conductor transmite al apoyo se representa mediante un momento torsor en la dirección del eje vertical y un esfuerzo vertical aplicado en un punto del mismo (x_{equi} , y_{equi}) calculados según las siguientes expresiones:

$$M_{tequi} = F_{li} x_i \quad (\text{daN m})$$

$$F_{vequi} = \sum_1^n F_{vi} \quad (\text{daN})$$

El momento torsor se representa mediante un esfuerzo aplicado en un punto del apoyo a una distancia d del eje vertical. El valor de este esfuerzo equivalente se calcula según la siguiente expresión:

$$F_{lequi} = \frac{M_{tequi}}{d} \quad (\text{daN})$$



Cuando el apoyo es metálico de celosía, se comprueba que los esfuerzos a tracción y compresión de las barras del apoyo no superan los valores máximos permitidos para las mismas.

Apoyos Propietarios

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tipo de cruceta	Cimentación		Tipo de apoyo para la puesta a tierra	Coord. UTM ETRS 89 HUSO 30		Término Municipal
				a	b		X	Y	
5007	Alineación	C - 2000 - 18E	RC2-15/20/15-S	1,24	1,24	Apoyo Frecuentado	272.396	4.410.763	Almaraz
5035	Alineación	C - 2000 - 18E	RC2-15/20/15-S	1,24	1,24	Apoyo Frecuentado	275.128	4.408.343	Belvís de Monroy
5045	Alineación	C - 2000 - 18E	RC2-15/20/15-S	1,24	1,24	Apoyo Frecuentado	275.843	4.407.154	Belvís de Monroy
5051	Ángulo	C - 4500 - 18E	RC2-15/20/15-S	1,26	1,26	Apoyo Frecuentado	276.067	4.406.532	Belvís de Monroy

1.9.2 CIMENTACIÓN

Las cimentaciones serán monobloque.

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, de acuerdo con lo establecido en el Apartado 3.6 de la ITC-LAT 07, del R.L.A.T., el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales1,50
- Hipótesis anormales1,20

En las cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno de acuerdo con lo establecido en el apdo. 2 del Reglamento de líneas eléctricas, la tangente del ángulo de giro al alcanzar el equilibrio no será superior a 0,01, siendo el coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis no inferior a los siguientes valores:

- Para $0 < \frac{M_{ch}}{M_{cv}} \leq 1$ 1,50
- Para $\frac{M_{ch}}{M_{cv}} > 1$ 1,50

Siendo:

- M_{ch} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m)
- M_{cv} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daNm)

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentados un 25% para las hipótesis normales en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación y paso sobre zonas urbanas.

Las tensiones máximas que la cimentación transmite al terreno no excederá los valores máximos fijados para el mismo.

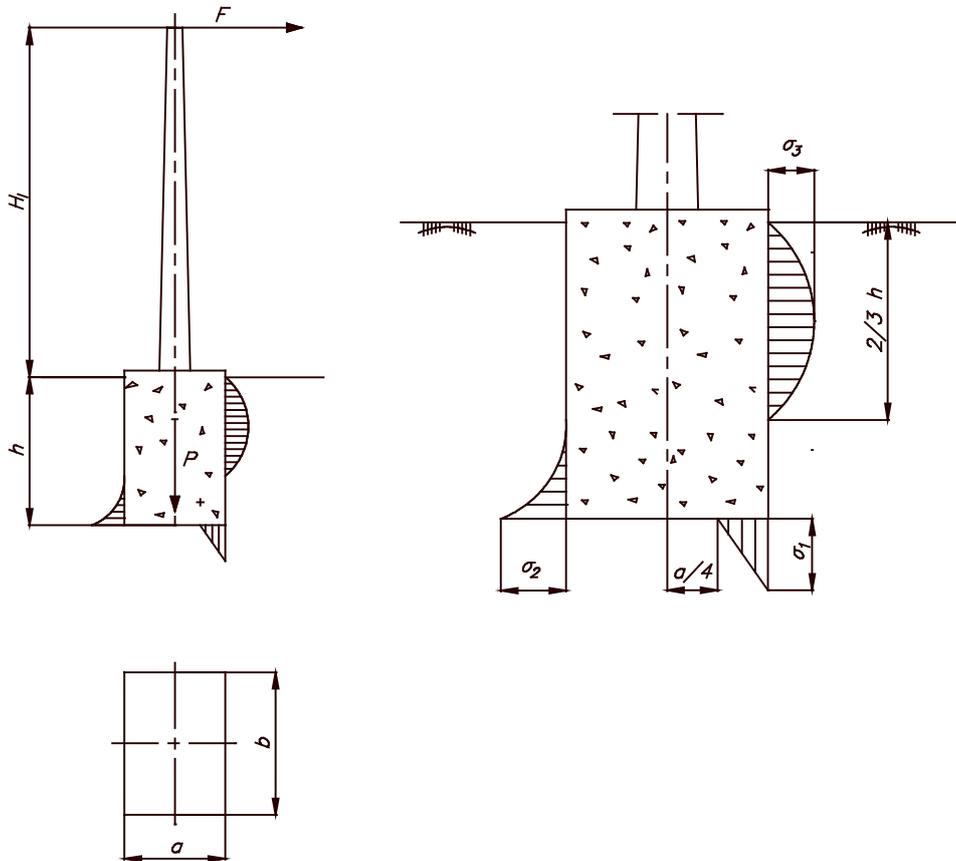
1.9.2.1 Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones monobloque serán de forma prismática recta de sección cuadrada.

El dimensionamiento de las mismas se realizará por la formulación de Sulzberger.

El momento de vuelco de la cimentación vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_v = F \left(H_t + \frac{2}{3} \cdot h \right) \text{ daN m}$$



siendo:

- M_v : Momento al vuelco (daN m)
- F : Esfuerzo horizontal resultante de la sollicitación combinada (daN)
- P : Esfuerzo vertical resultante de la sollicitación combinada en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN)
- H_i : Altura sobre el terreno del punto de aplicación del esfuerzo resultante (m)
- h : Profundidad de la cimentación (m)

El momento estabilizador vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_e = \frac{bh^3}{36} C_h \operatorname{tg} \alpha + Pa \left(0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2a^2 b C_k \operatorname{tg} \alpha}} \right) \text{ (daN m)}$$

$$M_e = M_{eh} + M_{ev}$$

siendo:

- M_e : Momento estabilizador (daN m).
- M_{eh} : Momento estabilizador debido a las reacciones horizontales del terreno sobre las paredes del macizo (daN m).
- M_{ev} : Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno sobre el fondo del macizo (daN m).
- a : Anchura del macizo en la dirección longitudinal del esfuerzo F (m).
- b : Anchura del macizo en la dirección transversal del esfuerzo F (m).

- h : Profundidad del macizo (m).
 C_h : Coeficiente de compresibilidad del terreno en las paredes laterales del macizo a h metros de profundidad (daN/m³).
 C_k : Coeficiente de compresibilidad del terreno en el fondo del macizo a k metros de profundidad (daN/m³).
 P : Esfuerzo vertical resultante en la que se incluye peso propio del apoyo, peso propio del macizo de hormigón y esfuerzos verticales de conductores (daN).
 α : Ángulo de rotación admisible (°).

Las tensiones transmitidas por la cimentación al terreno vendrán dadas por las siguientes expresiones:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot C_k \cdot P \cdot \operatorname{tg}(\alpha)}{b}} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

$$\sigma_3 = \frac{\operatorname{tg}(\alpha) \cdot C_h \cdot h}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_3}{3} \quad (\text{daN/cm}^2)$$

siendo los coeficientes de compresibilidad a 2 m de profundidad y la tensión máxima admisible para los distintos tipos de terrenos los que se reflejan en la siguiente tabla:

TERRENO	σ _{adm} (daN/cm ²)	C _h -C _k (daN/cm ³)
Arcilla dura	4	10
Arcilla semidura	2	6-8
Arcilla blanda	1	4-5
Tierra vegetal (compactado)	2,5	8-12
Gravera arenosa (compactado)	4-8	8-20
Arenoso grueso (compactado)	2-4	8-20
Arenoso fino (compactado)	1,5-3	8-20
Gravera arenosa (sin compactar)	3-5	8-12
Arenoso grueso (sin compactar)	2-3	8-12
Arenoso fino (sin compactar)	1-1,5	8-12

Cuando no se disponga de información de las características reales del terreno se utilizarán los valores que establece la anterior tabla.

Deben considerarse coeficientes de compresibilidad (C_h-C_k), de 8 daN/cm³ para terreno flojo, 12 daN/cm³ para terreno normal y 16 daN/cm³ para terreno rocoso. Aquellas cimentaciones que tengan propiedades del terreno distintas a las anteriores deberán de ser calculadas conforme a sus características particulares.

El coeficiente de seguridad al vuelco vendrá dado por la expresión:

$$C_s = \frac{M_e}{M_v}$$

Las características dimensionales de las cimentaciones se incluyen en la siguiente tabla:

Apoyo Nº	Tipo Apoyo	Cimentación Monobloque (m)			V excav. (m3)	V horm. (m3)
		a	b	H		
5007	C-2000-18E	1,24	1,24	2,48	3,82	4,04
5035	C-2000-18E	1,24	1,24	2,48	3,82	4,04
5045	C-2000-18E	1,24	1,24	2,48	3,82	4,04
5051	C-4500-18E	1,26	1,26	2,94	4,66	4,89

Para la fabricación del hormigón se utilizará el cemento tipo CEM IV/B 42,54 R-LH según UNE-EN 197-1. En terrenos agresivos por presencia de sulfatos se sustituirá por IV/B 42,5 R-LH/SR UNE 80303-1 con el fin de obtener finalmente un hormigón tipo HM-20/P/20/I según EHE.

1.10 CÁLCULOS MECÁNICOS

1.10.1 SITUACIÓN ACTUAL

A continuación, se resumen los valores obtenidos en los cálculos mecánicos de los apoyos existentes. Estos cálculos comprenden:

- Tabla 1: Cálculo mecánico de conductores.

TABLA 1: CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

SITUACIÓN ACTUAL

ZONA A

CONDUCTOR LA-110

SECCION 116,2 mm²
 ELASTICIDAD 8044 daN/mm²
 DILATACION 2E-05 °C-1
 DIAMETRO 14 mm
 PESO PROPIO 0,425 daN/m
 FUERZA VIENTO 60 daN/m²
 CARGA ROTURA 4316 daN

ZONA A		FLECHA MINIMA			FLECHA MAXIMA			TRACCION MAXIMA			DEV. DE CADENAS			FLECHA MAXIMA			EDS				C.S.
		-5 °C			50 °C			-5 °C + Viento			-10 °C + Viento mitad			15 °C + Viento			15 °C				Tmax/C.R.
A	Vano Ideal	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T 2 (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	%	
5001 - 5003	94,8	327	769	1,46	213	501	2,24	599	636	1,77	446	746	1,51	525	558	2,01	270	635	1,77	6,25	7,21
5003 - 5004	140,5	497	1169	2,11	326	767	3,22	858	912	2,71	656	1097	2,25	765	813	3,04	413	973	2,54	9,58	5,03
5004 - 5005	150,3	495	1166	2,42	336	792	3,57	873	927	3,05	658	1101	2,56	784	833	3,39	419	987	2,86	9,71	4,95
5005 - 5013	148,2	486	1143	2,40	330	778	3,53	859	912	3,01	646	1081	2,54	772	820	3,35	411	968	2,84	9,53	5,03
5013 - 5028	138,9	582	1371	1,76	353	832	2,90	938	997	2,42	746	1250	1,93	826	877	2,75	468	1102	2,19	10,85	4,60
5028 - 5030	106,6	1094	2576	0,55	472	1110	1,28	1271	1350	1,05	1217	2038	0,70	1050	1116	1,27	815	1919	0,74	18,89	3,40
5030 - 5033	125,7	705	1659	1,19	371	874	2,26	1013	1076	1,84	861	1441	1,37	870	924	2,14	536	1261	1,57	12,41	4,26
5033 - 5039	138,8	702	1652	1,46	392	923	2,61	1041	1105	2,18	866	1450	1,66	905	962	2,50	547	1287	1,87	12,67	4,15
5039 - 5043	150,7	653	1537	1,85	394	927	3,06	1025	1089	2,61	825	1382	2,05	904	961	2,95	525	1236	2,30	12,16	4,21
5043 - 5044	67,9	656	1545	0,37	238	560	1,03	819	870	0,66	772	1292	0,45	639	678	0,85	426	1004	0,57	9,88	5,27
5044 - 5047	139,9	512	1205	2,03	331	778	3,14	873	928	2,64	672	1126	2,17	776	824	2,97	423	996	2,46	9,80	4,94
5047 - 5049	126,2	487	1148	1,73	305	718	2,77	825	876	2,27	640	1071	1,86	726	771	2,58	396	933	2,13	9,18	5,23
5049 - 5051	90,1	493	1160	0,87	251	590	1,72	752	799	1,27	627	1050	0,97	630	670	1,52	361	851	1,19	8,38	5,74
5051 - 5052	114,2	177	417	3,91	155	365	4,46	380	404	4,04	250	418	3,90	362	385	4,24	168	396	4,12	3,90	11,36
5052 - 5053	71,3	124	293	2,17	106	248	2,56	267	284	2,24	176	295	2,16	252	267	2,38	116	274	2,32	2,70	16,15

1.10.2 SITUACIÓN ACTUAL MÁS F.O.

1.10.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE F.O. A PROYECTAR

La fibra óptica a instalar será del tipo FOADK 90, con las características que se describen a continuación:

Designación	FOADK-90
Sección total (mm ²)	34
Composición	5 x 18
Diámetro aparente del cable (mm)	16,2
Nº de fibras	90
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	10000
Carga de rotura (daN)	5.000
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹)	7x10 ⁻⁶
Masa aproximada (kg/km)	245

A continuación, se muestran los cálculos mecánicos una vez incorporado el cable de fibra óptica. En las hipótesis, los apoyos señalizados en color **AZUL** son aquellos que no cumplen con las distancias al terreno reglamentarias que marca el RLAT, los señalizados en **ROJO** son aquellos que no cumplen mecánicamente. Los apoyos que se marcan de color **NARANJA** son aquellos que no cumplen distancias entre conductores según lo establecido en la ITC-LAT 07 del RLAT.

1.10.2.2 CÁLCULOS MECÁNICOS

A continuación, se resumen los valores obtenidos en los cálculos mecánicos de los apoyos existentes. Se ha llevado a cabo una estimación para deducir los esfuerzos nominales de los apoyos, según los datos tomados en campo. Estos cálculos comprenden:

- Tabla 1: Cálculo mecánico de conductores.
- Tabla 2: Esfuerzos horizontales máximos en cada apoyo en las hipótesis reglamentarias de viento (H-1), desequilibrio de tracciones (H-3) y rotura de un conductor (H-4). Situación de los apoyos existentes.
- Tabla 3: Tabla comparativa de coeficientes de seguridad.

TABLA 1: CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES

SITUACIÓN ACTUAL + F.O

ZONA A

CONDUCTOR	FOADK-90
SECCION	34 mm ²
ELASTICIDAD	10000 daN/mm ²
DILATACION	7E-07 °C-1
DIAMETRO	16,2 mm
PESO PROPIO	0,245 daN/m
FUERZA VIENTO	60 daN/m ²
CARGA ROTURA	5000 daN

750 daN/m³ 750 daN/m³
38,63 mm
11,22 mm

ZONA A		FLECHA MINIMA			FLECHA MAXIMA			TRACCION MAXIMA			DESV. DE CADENAS			FLECHA MAXIMA			EDS				C.S.
		-5 °C			50 °C			-5 °C + Viento			-10 °C + Viento mitad			15 °C + Viento			15 °C				Tmax/C.R.
A	Vano Ideal	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T 2 (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	%	
5001 - 5003	94,8	548	2237	0,50	536	2188	0,51	750	748	1,50	621	1142	0,98	747	745	1,51	544	2219	0,51	10,87	6,67
5003 - 5004	140,5	372	1518	1,63	364	1486	1,66	750	748	3,30	538	988	2,50	748	746	3,31	369	1506	1,64	7,38	6,67
5004 - 5005	150,3	342	1397	2,02	336	1370	2,06	750	748	3,77	524	963	2,93	748	746	3,78	340	1387	2,04	6,80	6,67
5005 - 5013	148,2	348	1421	1,93	341	1393	1,97	750	748	3,67	527	968	2,83	748	746	3,68	346	1411	1,95	6,91	6,67
5013 - 5028	138,9	377	1539	1,57	369	1507	1,60	750	748	3,22	540	993	2,43	748	746	3,23	374	1527	1,58	7,48	6,67
5028 - 5030	106,6	501	2045	0,69	490	1999	0,71	750	748	1,90	597	1097	1,29	747	746	1,91	497	2028	0,70	9,94	6,67
5030 - 5033	125,7	425	1733	1,14	415	1694	1,17	750	748	2,64	562	1032	1,91	748	746	2,65	421	1719	1,15	8,42	6,67
5033 - 5039	138,8	377	1541	1,56	369	1508	1,60	750	748	3,22	540	993	2,43	748	746	3,23	375	1529	1,58	7,49	6,67
5039 - 5043	150,7	341	1393	2,04	335	1366	2,08	750	748	3,79	524	962	2,95	748	746	3,80	339	1383	2,05	6,78	6,67
5043 - 5044	67,9	643	2624	0,22	630	2572	0,22	750	748	0,77	677	1243	0,46	746	745	0,77	638	2605	0,22	12,76	6,67
5044 - 5047	139,9	374	1526	1,60	366	1494	1,64	750	748	3,27	539	990	2,47	748	746	3,28	371	1514	1,62	7,42	6,67
5047 - 5049	126,2	423	1725	1,15	413	1687	1,18	750	748	2,66	561	1030	1,93	748	746	2,67	419	1711	1,16	8,39	6,67
5049 - 5051	90,1	566	2311	0,44	554	2261	0,45	750	748	1,36	631	1160	0,87	747	745	1,36	562	2293	0,44	11,23	6,67
5051 - 5052	114,2	470	1919	0,85	459	1875	0,87	750	748	2,18	582	1070	1,52	747	746	2,19	466	1903	0,86	9,32	6,67
5052 - 5053	71,3	632	2580	0,25	620	2529	0,25	750	748	0,85	670	1231	0,52	746	745	0,85	628	2561	0,25	12,55	6,67

TABLA 2: ESFUERZOS HORIZONTALES MÁXIMOS EN CADA APOYO. SITUACIÓN DE LOS APOYOS EXISTENTES

SITUACIÓN ACTUAL + F.O

ZONA A

			1ª HIPOTESIS : VIENTO								
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	634,0	1,000	3.803,891	783,7	0,599	469,237	4.273,1	12.439,0	4,37
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	78,3	1,000	469,778	75,5	0,517	38,998	508,8	2.157,0	6,36
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	536,5	1,000	3.218,760	281,0	0,788	221,565	3.440,3	12.272,0	5,35
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	137,1	1,000	822,816	117,8	0,750	88,369	911,2	12.144,0	19,99
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	140,1	1,000	840,781	121,6	0,605	73,580	914,4	2.195,0	3,60
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,4	1,000	758,268	121,9	0,609	74,229	832,5	2.190,0	3,95
5007	AL	CELOSÍA EXISTENTE	127,0	1,000	762,048	122,5	0,593	72,590	834,6	2.171,0	3,90
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,8	1,000	761,040	122,3	0,537	65,703	826,7	2.167,0	3,93
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	297,7	1,000	1.786,063	270,2	0,637	172,082	1.958,1	2.186,0	1,67
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	112,7	1,000	676,166	108,7	0,593	64,403	740,6	2.188,0	4,43
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,4	1,000	752,195	120,9	0,612	73,929	826,1	2.167,0	3,93
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	128,4	1,000	770,465	123,8	0,582	72,052	842,5	2.157,0	3,84
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	207,0	1,000	1.242,096	123,4	0,610	75,330	1.317,4	2.157,0	2,46
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	107,2	1,000	643,482	103,4	0,631	65,230	708,7	2.171,0	4,59
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	95,4	1,000	572,216	92,0	0,643	59,166	631,4	2.152,0	5,11
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	114,0	1,000	683,701	109,9	0,657	72,190	755,9	2.150,0	4,27
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,2	1,000	757,210	121,7	0,597	72,638	829,8	2.132,0	3,85
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	109,7	1,000	658,300	105,8	0,618	65,419	723,7	2.147,0	4,45
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	109,8	1,000	658,728	105,9	0,657	69,515	728,2	2.172,0	4,47
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,4	1,000	752,623	121,0	0,636	76,973	829,6	2.349,0	4,25

1ª HIPOTESIS : VIENTO											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,4	1,000	758,318	121,9	0,561	68,428	826,7	2.145,0	3,89
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	114,1	1,000	684,558	110,0	0,618	67,942	752,5	2.147,0	4,28
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	113,0	1,000	678,132	109,0	0,602	65,651	743,8	2.327,0	4,69
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,0	1,000	755,748	121,5	0,535	64,941	820,7	2.288,0	4,18
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	113,4	1,000	680,450	109,4	0,566	61,932	742,4	2.329,0	4,71
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	95,8	1,000	575,064	92,4	0,618	57,130	632,2	2.345,0	5,56
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	107,2	1,000	643,180	103,4	0,614	63,441	706,6	2.543,0	5,40
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	958,7	1,000	5.752,276	458,6	0,638	292,774	6.045,0	8.220,0	2,04
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	85,7	1,000	513,979	82,6	0,754	62,309	576,3	2.063,0	5,37
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	371,4	1,000	2.228,450	109,4	0,543	59,342	2.287,8	2.135,0	1,40
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	100,3	1,000	601,650	96,7	0,574	55,527	657,2	1.818,0	4,15
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	85,4	1,000	512,291	82,3	0,622	51,188	563,5	2.184,0	5,81
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	260,5	1,000	1.562,938	191,7	0,635	121,646	1.684,6	4.364,0	3,89
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	104,4	1,000	626,648	100,7	0,643	64,754	691,4	2.152,0	4,67
5035	AL	CELOSÍA EXISTENTE	122,4	1,000	734,479	118,0	0,596	70,381	804,9	2.155,0	4,02
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,2	1,000	757,008	121,7	0,555	67,483	824,5	2.183,0	3,97
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	119,9	1,000	719,460	115,6	0,691	79,918	799,4	2.045,0	3,84
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	121,1	1,000	726,589	115,0	0,690	79,349	805,9	1.776,0	3,31
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	135,6	1,000	813,620	115,3	0,553	63,770	877,4	2.176,0	3,72
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,7	1,000	754,261	121,2	0,553	67,079	821,3	2.177,0	3,98
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,7	1,000	754,412	121,2	0,655	79,431	833,8	1.766,0	3,18
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	127,4	1,000	764,644	122,9	0,638	78,398	843,0	2.196,0	3,91
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	502,8	1,000	3.016,925	256,4	0,687	176,050	3.193,0	4.577,0	2,15
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	145,4	1,000	872,503	88,2	0,652	57,509	930,0	2.147,0	3,46

1ª HIPOTESIS : VIENTO											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5045	AC	CELOSÍA EXISTENTE	127,0	1,000	761,947	122,5	0,473	57,899	819,8	2.171,0	3,97
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	104,3	1,000	625,892	100,6	0,697	70,141	696,0	2.260,0	4,87
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	143,4	1,000	860,645	92,0	0,518	47,665	908,3	2.145,0	3,54
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	105,7	1,000	634,208	101,9	0,587	59,814	694,0	2.628,0	5,68
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	167,1	1,000	1.002,404	90,7	0,567	51,394	1.053,8	2.027,0	2,89
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	67,9	1,000	407,232	65,4	0,662	43,321	450,6	2.181,0	7,26
5051	AL	CELOSÍA EXISTENTE	728,9	1,000	4.373,196	465,5	0,672	312,760	4.686,0	6.193,0	1,98
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	192,0	1,000	1.152,015	77,7	0,528	41,000	1.193,0	8.179,0	10,28
5053	AL	PÓRTICO DE PRESILLA	267,0	1,000	1.602,000	750,0	0,564	423,131	2.025,1	22.046,0	16,33

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	-	1,000	-	-	0,599	-	-	12.439,0	-
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	47,9	1,000	287,520	60,0	0,517	30,992	318,5	2.157,0	10,16
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	321,5	1,000	1.928,900	281,0	0,788	221,564	2.150,5	12.272,0	8,56
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	131,0	1,000	785,700	112,5	0,750	84,412	870,1	12.144,0	20,94
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	131,0	1,000	785,700	112,5	0,605	68,059	853,8	2.195,0	3,86
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,609	36,547	448,9	2.190,0	7,32
5007	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,593	35,563	447,9	2.171,0	7,27
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,537	32,231	444,6	2.167,0	7,31
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	245,7	1,000	1.474,191	214,5	0,637	136,623	1.610,8	2.186,0	2,04
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,593	35,559	447,9	2.188,0	7,33
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,612	36,693	449,0	2.167,0	7,24
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,7	1,000	412,320	60,0	0,582	34,913	447,2	2.157,0	7,23
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	140,7	1,000	844,200	112,5	0,610	68,652	912,9	2.157,0	3,54
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,631	37,845	488,1	2.171,0	6,67
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,643	38,602	488,8	2.152,0	6,60
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,657	39,419	489,7	2.150,0	6,59
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,597	35,813	486,1	2.132,0	6,58
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,618	37,100	487,3	2.147,0	6,61
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,657	39,397	489,6	17.500,0	53,61
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,636	38,182	488,4	17.500,0	53,74

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.				Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo resistente total (daN)		Esfuerzo resistente (daN)
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,561	33,688	483,9	17.500,0	54,24
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,618	37,053	487,3	2.147,0	6,61
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,602	36,143	486,4	2.327,0	7,18
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,535	32,080	482,3	2.288,0	7,12
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,566	33,980	484,2	2.329,0	7,21
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,618	37,089	487,3	2.345,0	7,22
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,0	1,000	450,240	60,0	0,614	36,825	487,1	2.543,0	7,83
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	761,5	1,000	4.569,185	449,4	0,638	286,861	4.856,0	8.220,0	2,54
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	101,7	1,000	610,080	60,0	0,754	45,258	655,3	2.063,0	4,72
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	190,7	1,000	1.143,900	112,5	0,543	61,047	1.204,9	2.135,0	2,66
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	81,0	1,000	486,240	60,0	0,574	34,455	520,7	1.818,0	5,24
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	81,0	1,000	486,240	60,0	0,622	37,304	523,5	2.184,0	6,26
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	286,2	1,000	1.717,352	206,2	0,635	130,859	1.848,2	4.364,0	3,54
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	83,3	1,000	499,680	60,0	0,643	38,578	538,3	2.152,0	6,00
5035	AL	CELOSÍA EXISTENTE	83,3	1,000	499,680	60,0	0,596	35,775	535,5	2.155,0	6,04
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	83,3	1,000	499,680	60,0	0,555	33,281	533,0	2.183,0	6,14
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	83,3	1,000	499,680	60,0	0,691	41,470	541,1	2.045,0	5,67
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	90,2	1,000	541,119	65,0	0,690	44,825	585,9	1.776,0	4,55
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	156,2	1,000	936,900	112,5	0,553	62,204	999,1	2.176,0	3,27
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	82,0	1,000	492,000	60,0	0,553	33,202	525,2	2.177,0	6,22
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	82,0	1,000	492,000	60,0	0,655	39,308	531,3	1.766,0	4,99
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	82,0	1,000	492,000	60,0	0,638	38,278	530,3	2.196,0	6,21
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	364,3	1,000	2.185,673	266,5	0,687	182,989	2.368,7	4.577,0	2,90
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	131,0	1,000	785,700	112,5	0,652	73,392	859,1	2.147,0	3,75

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.				Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante total (daN)		Esfuerzo resistente (daN)
5045	AC	CELOSÍA EXISTENTE	132,0	1,000	791,700	60,0	0,473	28,369	820,1	2.171,0	3,97
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	133,0	1,000	797,700	60,0	0,697	41,838	839,5	2.260,0	4,04
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	134,0	1,000	803,700	112,5	0,518	58,265	862,0	2.145,0	3,73
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	135,0	1,000	809,700	60,0	0,587	35,210	844,9	2.628,0	4,67
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	136,0	1,000	815,700	112,5	0,567	63,742	879,4	2.027,0	3,46
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	137,0	1,000	821,700	60,0	0,662	39,715	861,4	2.181,0	3,80
5051	AL	CELOSÍA EXISTENTE	138,0	1,000	827,700	476,9	0,672	320,451	1.148,2	6.193,0	8,09
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	139,0	1,000	833,700	114,9	0,528	60,632	894,3	8.179,0	13,72
5053	AL	PÓRTICO DE PRESILLA	140,0	1,000	839,700	-	0,564	-	-	22.046,0	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	778,7	3.750,0	5,78
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	479,2	-	-
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	1.453,6	-	-
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	1.327,0	-	-
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.396,8	-	-
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5007	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	831,0	-	-
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	687,2	-	-
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.500,8	-	-
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	2.100,0	3,36
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	750,4	-	-
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	2.470,3	-	-
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.016,8	-	-
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2.033,6	-	-
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	810,4	-	-
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	810,4	-	-
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1.774,6	-	-
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	832,8	-	-
5035	AL	CELOSÍA EXISTENTE	832,8	-	-
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	832,8	-	-
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	832,8	-	-
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	838,6	-	-
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.665,6	-	-
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	820,0	-	-
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	820,0	-	-
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	820,0	-	-
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1.812,7	-	-
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.396,8	-	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5045	AC	CELOSÍA EXISTENTE	698,4	2.100,0	3,61
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	698,4	-	-
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.396,8	-	-
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	660,0	-	-
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.320,0	-	-
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	601,6	-	-
5051	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.479,5	-	-
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	494,9	-	-
5053	AL	PÓRTICO DE PRESILLA	747,6	-	-

TABLA 3: TABLA COMPARATIVA DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

SITUACIÓN ACTUAL + F.O

ZONA A

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	4,37	-	5,78	26,61	4,90	-
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	6,36	10,16	-	13,61	6,37	-
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	5,35	8,56	-	12,23	5,64	CRUZAMIENTO LAAT
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	19,99	20,94	-	13,99	20,84	CRUZAMIENTO LAAT/CRUZAMIENTO A5
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,60	3,86	-	5,73	3,49	-
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,95	7,32	-	12,91	4,17	-
5007	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,90	7,27	-	7,82	3,92	-
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,93	7,31	-	14,32	4,14	-
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1,67	2,04	-	9,83	1,83	-
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,43	7,33	-	9,83	4,50	-
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,93	7,24	-	9,06	4,02	-
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,84	7,23	-	8,76	3,91	-
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2,46	3,54	-	15,16	2,60	CRUZAMIENTO LAAT
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,59	6,67	-	12,67	4,79	-
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,11	6,60	-	9,57	5,12	-
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,27	6,59	-	7,60	4,25	CRUZAMIENTO LAAT
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,85	6,58	-	9,06	3,94	-
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,45	6,61	-	14,45	4,70	-
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,47	53,61	-	9,72	4,57	CRUZAMIENTO LAAT
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,25	53,74	-	9,44	4,36	-

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,89	54,24	-	13,39	4,09	-
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	4,28	6,61	3,36	12,28	4,47	-
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,69	7,18	-	6,68	4,54	CRUZAMIENTO LAAT
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,18	7,12	-	11,08	4,30	CRUZAMIENTO LAAT
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,71	7,21	-	12,21	4,86	-
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,56	7,22	-	20,24	5,94	-
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,40	7,83	-	12,09	5,56	-
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	2,04	2,54	-	24,63	2,15	-
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,37	4,72	-	4,78	4,73	-
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1,40	2,66	-	54,59	1,51	-
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,15	5,24	-	14,41	4,35	-
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,81	6,26	-	11,04	5,82	-
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	3,89	3,54	-	10,00	4,06	-
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,67	6,00	-	5,96	4,41	-
5035	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,02	6,04	-	7,97	4,03	-
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,97	6,14	-	10,25	4,08	-
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,84	5,67	-	15,71	4,15	-
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	3,31	4,55	-	7,23	3,34	-
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,72	3,27	-	17,90	3,96	-
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,98	6,22	-	8,95	4,03	-
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,18	4,99	-	6,84	3,19	-
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,91	6,21	-	15,66	4,20	-
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	2,15	2,90	-	10,00	2,26	-
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,46	3,75	-	593,69	3,84	-

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5045	AC	CELOSÍA EXISTENTE	3,97	3,97	3,61	5,11	3,68	-
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,87	4,04	-	6,61	4,71	-
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,54	3,73	-	104,97	3,93	-
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,68	4,67	-	8,67	5,60	-
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2,89	3,46	-	522,27	3,16	-
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	7,26	3,80	-	5,26	6,07	-
5051	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1,98	8,09	-	6,72	2,10	-
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	10,28	13,72	-	17,55	10,35	-
5053	AL	PÓRTICO DE PRESILLA	16,33	-	-	16,92	21,37	-

1.10.3 SITUACIÓN PROPUESTA

A continuación, se detallan los requisitos en cuanto a distancias reglamentarias a cumplir, de las cuales se especifica en el RLAT.

1.10.3.1 CÁLCULOS MECÁNICOS

A continuación, se resumen los valores obtenidos en los cálculos mecánicos de los apoyos existentes y proyectados. Estos cálculos comprenden:

- Tabla 1: Cálculo mecánico del conductor existente y cable de F.O para los vanos ideales de regulación, de acuerdo con las hipótesis reglamentarias fijadas para la zona que corresponda.
- Tabla 2: Tablas de tendido por cantones partiendo del cálculo mecánico realizado teniendo en cuenta en cada cantón los diferentes vanos y sus correspondientes desniveles.
- Tabla 3: Flechas máximas y distancias mínimas entre conductores para cada vano teniendo en cuenta el desnivel y si los apoyos que forman el vano disponen de cadenas de amarre (L=0) ó de cadenas de suspensión.
- Tablas 4: Esfuerzos horizontales máximos en cada apoyo en las hipótesis reglamentarias de viento (H-1), desequilibrio de tracciones (H-3) y rotura de un conductor (H-4). Situaciones con los apoyos existentes y los proyectados.
- Tabla 5: Esfuerzos verticales en los armados y esfuerzos horizontales combinados en apoyos existentes y proyectados.
- Tabla 6: Inclinación de las cadenas de suspensión en las hipótesis de viento.
- Tabla 7: Tabla comparativa de coeficientes de seguridad.
- Tabla 8: Tabla de cálculo de puesta a tierra en apoyos de líneas aéreas igual o inferior a 20 kV.
- Cálculos pilar HEB-180.

TABLA 1: CÁLCULO MECÁNICO DE CONDUCTORES
SITUACIÓN PROYECTADA
ZONA A

CONDUCTOR LA-110

SECCION 116,2 mm²
ELASTICIDAD 8044 daN/mm²
DILATACION 2E-05 °C-1
DIAMETRO 14 mm
PESO PROPIO 0,425 daN/m
FUERZA VIENTO 60 daN/m²
CARGA ROTURA 4316 daN

TENSION MAXIMA 1439 daN
EDS 15 %

ZONA A		FLECHA MINIMA			FLECHA MAXIMA			TRACCION MAXIMA			DESV. DE CADENAS			FLECHA MAXIMA			EDS				C.S.
		-5 °C			50 °C			-5 °C + Viento			-10 °C + Viento mitad			15 °C + Viento			15 °C				Tmax/C.R.
A	Vano Ideal	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T 2 (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	%	
5001 - 5003	94,8	791	1861	0,60	336	790	1,42	1000	1062	1,06	920	1541	0,73	819	870	1,29	559	1316	0,85	12,95	4,32
5003 - 5004	140,5	834	1963	1,26	439	1033	2,39	1150	1221	2,02	995	1665	1,48	993	1055	2,34	640	1507	1,64	14,83	3,75
5004 - 5005	150,3	818	1926	1,47	450	1059	2,67	1160	1232	2,29	987	1652	1,71	1011	1074	2,63	638	1502	1,88	14,78	3,72
5005 - 5013	148,2	749	1764	1,56	423	995	2,76	1100	1169	2,35	919	1538	1,78	961	1021	2,69	588	1384	1,98	13,62	3,92
5013 - 5028	138,9	839	1974	1,22	438	1031	2,34	1150	1221	1,97	998	1671	1,44	991	1053	2,29	642	1511	1,60	14,87	3,75
5028 - 5030	106,6	879	2070	0,69	389	916	1,55	1100	1169	1,22	1013	1696	0,84	913	970	1,46	639	1504	0,94	14,81	3,92
5030 - 5033	125,7	817	1923	1,03	407	957	2,06	1100	1169	1,69	968	1620	1,22	938	996	1,98	613	1443	1,37	14,20	3,92
5033 - 5039	138,8	775	1825	1,32	416	980	2,46	1100	1168	2,06	938	1570	1,53	951	1011	2,38	597	1405	1,71	13,83	3,92
5039 - 5043	150,7	742	1746	1,63	424	998	2,84	1100	1168	2,43	913	1529	1,86	963	1023	2,77	585	1377	2,06	13,55	3,93
5043 - 5044	67,9	656	1545	0,37	238	560	1,03	819	870	0,66	772	1292	0,45	639	678	0,85	426	1004	0,57	9,88	5,27
5044 - 5047	139,9	734	1729	1,41	405	952	2,57	1070	1136	2,15	899	1505	1,63	929	987	2,48	570	1342	1,82	13,21	4,03
5047 - 5049	126,2	514	1209	1,65	313	738	2,70	850	903	2,20	668	1119	1,78	746	792	2,51	413	972	2,05	9,57	5,08
5049 - 5051N	90,1	807	1899	0,53	329	776	1,31	999	1062	0,96	932	1560	0,65	812	862	1,18	565	1330	0,76	13,09	4,32
5051N - 5052	114,2	789	1858	0,88	376	885	1,84	1050	1116	1,46	933	1563	1,04	885	940	1,73	581	1368	1,19	13,46	4,11
5052 - 5053	71,3	522	1229	0,52	219	516	1,23	725	770	0,83	644	1079	0,59	580	616	1,03	350	824	0,77	8,11	5,95

CONDUCTOR

SECCION
ELASTICIDAD
DILATACION
DIAMETRO
PESO PROPIO
FUERZA VIENTO
CARGA ROTURA

FOADK-90

34 mm²
10000 daN/mm²
7E-07 °C⁻¹
16,2 mm
0,245 daN/m
60 daN/m²
5000 daN

ZONA A			FLECHA MINIMA			FLECHA MAXIMA			TRACCION MAXIMA			DESV. DE CADENAS			FLECHA MAXIMA			EDS				C.S.
			-5 °C			50 °C			-5 °C + Viento			-10 °C + Viento mitad			15 °C + Viento			15 °C				Tmax/C.R.
A	Vano Ideal	tensión (daN)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T 2 (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	T (daN)	p (m)	flecha (m)	%	
5001 - 5003	94,8	750	548	2237	0,50	536	2188	0,51	750	748	1,50	621	1142	0,98	747	745	1,51	544	2219	0,51	10,87	6,67
5003 - 5004	140,5	750	372	1518	1,63	364	1486	1,66	750	748	3,30	538	988	2,50	748	746	3,31	369	1506	1,64	7,38	6,67
5004 - 5005	150,3	750	342	1397	2,02	336	1370	2,06	750	748	3,77	524	963	2,93	748	746	3,78	340	1387	2,04	6,80	6,67
5005 - 5013	148,2	750	348	1421	1,93	341	1393	1,97	750	748	3,67	527	968	2,83	748	746	3,68	346	1411	1,95	6,91	6,67
5013 - 5028	138,9	750	377	1539	1,57	369	1507	1,60	750	748	3,22	540	993	2,43	748	746	3,23	374	1527	1,58	7,48	6,67
5028 - 5030	106,6	750	501	2045	0,69	490	1999	0,71	750	748	1,90	597	1097	1,29	747	746	1,91	497	2028	0,70	9,94	6,67
5030 - 5033	125,7	750	425	1733	1,14	415	1694	1,17	750	748	2,64	562	1032	1,91	748	746	2,65	421	1719	1,15	8,42	6,67
5033 - 5039	138,8	750	377	1541	1,56	369	1508	1,60	750	748	3,22	540	993	2,43	748	746	3,23	375	1529	1,58	7,49	6,67
5039 - 5043	150,7	750	341	1393	2,04	335	1366	2,08	750	748	3,79	524	962	2,95	748	746	3,80	339	1383	2,05	6,78	6,67
5043 - 5044	67,9	750	643	2624	0,22	630	2572	0,22	750	748	0,77	677	1243	0,46	746	745	0,77	638	2605	0,22	12,76	6,67
5044 - 5047	139,9	750	374	1526	1,60	366	1494	1,64	750	748	3,27	539	990	2,47	748	746	3,28	371	1514	1,62	7,42	6,67
5047 - 5049	126,2	750	423	1725	1,15	413	1687	1,18	750	748	2,66	561	1030	1,93	748	746	2,67	419	1711	1,16	8,39	6,67
5049 - 5051N	90,1	750	566	2311	0,44	554	2261	0,45	750	748	1,36	631	1160	0,87	747	745	1,36	562	2293	0,44	11,23	6,67
5051N - 5052	114,2	750	470	1919	0,85	459	1875	0,87	750	748	2,18	582	1070	1,52	747	746	2,19	466	1903	0,86	9,32	6,67
5052 - 5053	71,3	750	632	2580	0,25	620	2529	0,25	750	748	0,85	670	1231	0,52	746	745	0,85	628	2561	0,25	12,55	6,67
5053 - HEB-180	29,3	750	730	2978	0,04	717	2925	0,04	750	748	0,14	736	1352	0,08	746	744	0,14	725	2959	0,04	14,50	6,67

TABLA 2: TABLA DE TENDIDO
SITUACIÓN PROYECTADA
ZONA A

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)														
94,8	5001	5002	83,29	1,34	610	0,60	559	0,66	513	0,72	473	0,78	437	0,84	406	0,91	379	0,97	336	1,10
94,8	5002	5003	103,13	0,15	610	0,93	559	1,01	513	1,10	473	1,19	437	1,29	406	1,39	379	1,49	336	1,68
140,5	5003	5004	140,49	3,27	682	1,54	640	1,64	602	1,74	567	1,85	536	1,96	507	2,07	482	2,17	439	2,39
150,3	5004	5005	150,31	13,27	677	1,78	638	1,89	602	2,00	570	2,11	541	2,23	515	2,34	491	2,45	450	2,68
148,2	5005	5006	150,00	-2,73	623	1,92	588	2,03	557	2,15	528	2,26	503	2,38	480	2,49	459	2,61	423	2,83
148,2	5006	5007N	150,90	4,17	623	1,94	588	2,06	557	2,17	528	2,29	503	2,41	480	2,52	459	2,64	423	2,86
148,2	5007N	5008	151,50	-2,10	623	1,96	588	2,07	557	2,19	528	2,31	503	2,43	480	2,54	459	2,66	423	2,88
148,2	5008	5009	150,50	6,91	623	1,93	588	2,05	557	2,16	528	2,28	503	2,40	480	2,51	459	2,63	423	2,85
148,2	5009	5010	119,90	3,90	623	1,23	588	1,30	557	1,37	528	1,45	503	1,52	480	1,59	459	1,66	423	1,81
148,2	5010	5011	148,42	2,69	623	1,88	588	1,99	557	2,10	528	2,22	503	2,33	480	2,44	459	2,55	423	2,77
148,2	5011	5012	150,07	0,76	623	1,92	588	2,03	557	2,15	528	2,26	503	2,38	480	2,49	459	2,61	423	2,83
148,2	5012	5013	155,67	-1,63	623	2,07	588	2,19	557	2,31	528	2,44	503	2,56	480	2,68	459	2,81	423	3,05
138,9	5013	5014	149,13	9,99	685	1,73	642	1,84	603	1,96	568	2,09	536	2,21	507	2,33	482	2,46	438	2,70
138,9	5014	5015	106,22	8,90	685	0,88	642	0,94	603	1,00	568	1,06	536	1,12	507	1,19	482	1,25	438	1,37
138,9	5015	5016	120,85	5,52	685	1,13	642	1,21	603	1,29	568	1,37	536	1,45	507	1,53	482	1,61	438	1,77
138,9	5016	5017	150,46	-2,08	685	1,75	642	1,87	603	1,99	568	2,12	536	2,24	507	2,37	482	2,50	438	2,75
138,9	5017	5018	150,02	-3,72	685	1,75	642	1,86	603	1,98	568	2,11	536	2,23	507	2,36	482	2,48	438	2,73
138,9	5018	5019	111,21	1,15	685	0,96	642	1,02	603	1,09	568	1,16	536	1,23	507	1,29	482	1,36	438	1,50
138,9	5019	5020	150,19	-1,25	685	1,75	642	1,87	603	1,99	568	2,11	536	2,24	507	2,36	482	2,49	438	2,74

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión 2 (daN)														
138,9	5020	5021	148,47	-1,94	685	1,71	642	1,82	603	1,94	568	2,06	536	2,19	507	2,31	482	2,43	438	2,67
138,9	5021	5022	152,45	5,08	685	1,80	642	1,92	603	2,05	568	2,18	536	2,31	507	2,43	482	2,56	438	2,82
138,9	5022	5023	119,20	6,46	685	1,10	642	1,18	603	1,25	568	1,33	536	1,41	507	1,49	482	1,57	438	1,73
138,9	5023	5024	149,90	-5,28	685	1,74	642	1,86	603	1,98	568	2,10	536	2,23	507	2,35	482	2,48	438	2,73
138,9	5024	5025	150,00	-2,13	685	1,74	642	1,86	603	1,98	568	2,11	536	2,23	507	2,36	482	2,48	438	2,73
138,9	5025	5026	120,02	0,60	685	1,12	642	1,19	603	1,27	568	1,35	536	1,43	507	1,51	482	1,59	438	1,75
138,9	5026	5027	108,18	5,96	685	0,91	642	0,97	603	1,03	568	1,10	536	1,16	507	1,23	482	1,29	438	1,42
138,9	5027	5028	147,05	9,69	685	1,68	642	1,79	603	1,91	568	2,03	536	2,15	507	2,27	482	2,39	438	2,63
106,6	5028	5029	84,04	9,03	693	0,54	639	0,59	590	0,64	545	0,69	506	0,75	471	0,80	440	0,86	389	0,97
106,6	5029	5030	119,92	-6,26	693	1,10	639	1,20	590	1,30	545	1,40	506	1,51	471	1,62	440	1,74	389	1,97
125,7	5030	5031	150,10	17,10	658	1,83	613	1,96	573	2,10	537	2,24	504	2,39	476	2,53	450	2,68	407	2,96
125,7	5031	5032	88,65	12,06	658	0,64	613	0,69	573	0,74	537	0,78	504	0,84	476	0,89	450	0,94	407	1,04
125,7	5032	5033	114,64	12,71	658	1,07	613	1,15	573	1,23	537	1,31	504	1,39	476	1,48	450	1,56	407	1,73
138,8	5033	5034	108,35	9,88	636	0,98	597	1,05	562	1,11	531	1,18	503	1,24	478	1,31	455	1,38	416	1,50
138,8	5034	5035N	140,32	-3,44	636	1,65	597	1,75	562	1,86	531	1,97	503	2,08	478	2,19	455	2,30	416	2,51
138,8	5035N	5036	151,14	-9,08	636	1,91	597	2,04	562	2,16	531	2,29	503	2,42	478	2,54	455	2,67	416	2,92
138,8	5036	5037	149,26	-7,67	636	1,86	597	1,98	562	2,11	531	2,23	503	2,36	478	2,48	455	2,60	416	2,85
138,8	5037	5038	136,24	-0,10	636	1,55	597	1,65	562	1,75	531	1,86	503	1,96	478	2,06	455	2,17	416	2,37
138,8	5038	5039	134,96	-8,64	636	1,53	597	1,62	562	1,72	531	1,83	503	1,93	478	2,03	455	2,13	416	2,33
150,7	5039	5040	149,81	1,57	619	1,93	585	2,04	555	2,15	527	2,26	502	2,37	480	2,49	459	2,60	424	2,81

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión 2 (daN)														
150,7	5040	5041	149,50	-0,32	619	1,92	585	2,03	555	2,14	527	2,25	502	2,36	480	2,48	459	2,58	424	2,80
150,7	5041	5042	149,87	-9,75	619	1,93	585	2,04	555	2,16	527	2,27	502	2,38	480	2,49	459	2,60	424	2,82
150,7	5042	5043	153,56	-0,86	619	2,02	585	2,14	555	2,26	527	2,38	502	2,49	480	2,61	459	2,73	424	2,95
67,9	5043	5044	67,93	-2,03	475	0,52	426	0,58	384	0,64	348	0,70	318	0,77	293	0,84	271	0,90	238	1,03
139,9	5044	5045N	149,73	17,62	605	1,98	570	2,10	538	2,23	510	2,35	484	2,48	461	2,60	440	2,72	405	2,96
139,9	5045N	5046	152,63	-5,94	605	2,05	570	2,17	538	2,30	510	2,43	484	2,56	461	2,69	440	2,81	405	3,06
139,9	5046	5047	95,74	-14,14	605	0,81	570	0,86	538	0,91	510	0,97	484	1,02	461	1,07	440	1,12	405	1,22
126,2	5047	5048	131,50	3,06	434	2,12	413	2,22	394	2,33	377	2,44	362	2,54	348	2,64	335	2,74	313	2,93
126,2	5048	5049	120,17	-3,15	434	1,77	413	1,86	394	1,95	377	2,03	362	2,12	348	2,20	335	2,29	313	2,45
90,1	5049	5050	103,80	14,91	619	0,93	565	1,02	517	1,12	474	1,22	436	1,32	404	1,43	375	1,54	329	1,75
90,1	5050	5051N	57,80	-6,61	619	0,29	565	0,32	517	0,35	474	0,38	436	0,41	404	0,44	375	0,48	329	0,54
114,2	5051N	5052	114,16	-56,67	626	1,23	581	1,33	540	1,43	504	1,53	472	1,64	443	1,74	418	1,85	376	2,06
71,3	5052	5053	71,28	-39,39	384	0,80	350	0,88	321	0,96	297	1,04	276	1,12	259	1,19	244	1,26	219	1,41

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión 2 (daN)														
94,8	5001	5002	83,29	0,06	545	0,39	544	0,39	543	0,39	542	0,39	541	0,39	540	0,39	539	0,39	536	0,40
94,8	5002	5003	103,13	2,35	545	0,60	544	0,60	543	0,60	542	0,60	541	0,60	540	0,60	539	0,60	536	0,61
140,5	5003	5004	140,49	3,01	370	1,64	369	1,64	368	1,64	368	1,65	367	1,65	366	1,65	365	1,65	364	1,66
150,3	5004	5005	150,31	13,14	341	2,04	340	2,04	339	2,05	339	2,05	338	2,05	338	2,06	337	2,06	336	2,07
148,2	5005	5006	150,00	-3,22	347	1,99	346	1,99	345	2,00	345	2,00	344	2,00	344	2,01	343	2,01	342	2,02
148,2	5006	5007N	150,90	5,53	347	2,01	346	2,02	345	2,02	345	2,02	344	2,03	344	2,03	343	2,04	342	2,04
148,2	5007N	5008	151,50	-4,42	347	2,03	346	2,03	345	2,04	345	2,04	344	2,04	344	2,05	343	2,05	342	2,06
148,2	5008	5009N	150,50	8,95	347	2,01	346	2,01	345	2,01	345	2,02	344	2,02	344	2,02	343	2,03	342	2,03
148,2	5009N	5010	119,90	3,17	347	1,27	346	1,27	345	1,28	345	1,28	344	1,28	344	1,28	343	1,28	342	1,29
148,2	5010	5011	148,42	2,62	347	1,95	346	1,95	345	1,95	345	1,96	344	1,96	344	1,96	343	1,97	342	1,98
148,2	5011	5012	150,07	0,68	347	1,99	346	1,99	345	2,00	345	2,00	344	2,00	344	2,01	343	2,01	342	2,02
148,2	5012	5013	155,67	-2,38	347	2,14	346	2,15	345	2,15	345	2,15	344	2,16	344	2,16	343	2,17	342	2,17
138,9	5013	5014	149,13	10,79	375	1,82	374	1,83	373	1,83	373	1,83	372	1,84	371	1,84	370	1,84	369	1,85
138,9	5014	5015	106,22	9,24	375	0,93	374	0,93	373	0,93	373	0,93	372	0,93	371	0,93	370	0,94	369	0,94
138,9	5015	5016	120,85	5,73	375	1,20	374	1,20	373	1,20	373	1,20	372	1,20	371	1,21	370	1,21	369	1,21
138,9	5016	5017	150,46	-3,16	375	1,85	374	1,85	373	1,86	373	1,86	372	1,87	371	1,87	370	1,87	369	1,88
138,9	5017	5018	150,02	-2,38	375	1,84	374	1,84	373	1,85	373	1,85	372	1,85	371	1,86	370	1,86	369	1,87
138,9	5018	5019	111,21	0,87	375	1,01	374	1,01	373	1,01	373	1,02	372	1,02	371	1,02	370	1,02	369	1,03
138,9	5019	5020	150,19	-1,73	375	1,84	374	1,85	373	1,85	373	1,85	372	1,86	371	1,86	370	1,87	369	1,87

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión 2 (daN)														
138,9	5020	5021	148,47	-2,37	375	1,80	374	1,81	373	1,81	373	1,81	372	1,82	371	1,82	370	1,82	369	1,83
138,9	5021	5022	152,45	5,28	375	1,90	374	1,90	373	1,91	373	1,91	372	1,92	371	1,92	370	1,92	369	1,93
138,9	5022	5023	119,20	6,64	375	1,16	374	1,17	373	1,17	373	1,17	372	1,17	371	1,17	370	1,18	369	1,18
138,9	5023	5024	149,90	-6,16	375	1,84	374	1,84	373	1,85	373	1,85	372	1,85	371	1,86	370	1,86	369	1,87
138,9	5024	5025	150,00	-1,65	375	1,84	374	1,84	373	1,85	373	1,85	372	1,85	371	1,86	370	1,86	369	1,87
138,9	5025	5026	120,02	1,85	375	1,18	374	1,18	373	1,18	373	1,18	372	1,19	371	1,19	370	1,19	369	1,20
138,9	5026	5027	108,18	5,15	375	0,96	374	0,96	373	0,96	373	0,96	372	0,97	371	0,97	370	0,97	369	0,97
138,9	5027	5028	147,05	10,33	375	1,77	374	1,78	373	1,78	373	1,78	372	1,79	371	1,79	370	1,79	369	1,80
106,6	5028	5029	84,04	8,97	498	0,44	497	0,44	496	0,44	495	0,44	494	0,44	493	0,44	492	0,44	490	0,44
106,6	5029	5030	119,92	-7,73	498	0,89	497	0,89	496	0,89	495	0,89	494	0,89	493	0,90	492	0,90	490	0,90
125,7	5030	5031	150,10	16,50	422	1,65	421	1,65	420	1,65	419	1,66	418	1,66	418	1,66	417	1,67	415	1,67
125,7	5031	5032	88,65	13,68	422	0,58	421	0,58	420	0,58	419	0,58	418	0,58	418	0,58	417	0,58	415	0,59
125,7	5032	5033	114,64	13,22	422	0,96	421	0,96	420	0,96	419	0,97	418	0,97	418	0,97	417	0,97	415	0,98
138,8	5033	5034	108,35	9,83	376	0,96	375	0,96	374	0,96	374	0,97	373	0,97	372	0,97	371	0,97	370	0,98
138,8	5034	5035N	140,32	-1,72	376	1,61	375	1,61	374	1,61	374	1,61	373	1,62	372	1,62	371	1,62	370	1,63
138,8	5035N	5036	151,14	-11,63	376	1,87	375	1,87	374	1,88	374	1,88	373	1,88	372	1,89	371	1,89	370	1,90
138,8	5036	5037	149,26	-6,45	376	1,82	375	1,82	374	1,83	374	1,83	373	1,83	372	1,84	371	1,84	370	1,85
138,8	5037	5038	136,24	-0,82	376	1,51	375	1,52	374	1,52	374	1,52	373	1,53	372	1,53	371	1,53	370	1,54
138,8	5038	5039	134,96	-9,93	376	1,49	375	1,49	374	1,49	374	1,50	373	1,50	372	1,50	371	1,51	370	1,51
150,7	5039	5040	149,81	3,64	340	2,03	339	2,03	338	2,03	338	2,04	337	2,04	337	2,04	336	2,05	335	2,05

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos	Vano (m)	Desnivel (m)	Temperatura 10 °C		Temperatura 15 °C		Temperatura 20 °C		Temperatura 25 °C		Temperatura 30 °C		Temperatura 35 °C		Temperatura 40 °C		Temperatura 50 °C		
				tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)														
150,7	5040	5041	149,50	-0,73	340	2,02	339	2,02	338	2,02	338	2,03	337	2,03	337	2,03	336	2,04	335	2,04
150,7	5041	5042	149,87	-9,86	340	2,03	339	2,03	338	2,04	338	2,04	337	2,04	337	2,05	336	2,05	335	2,06
150,7	5042	5043	153,56	-0,78	340	2,13	339	2,13	338	2,13	338	2,14	337	2,14	337	2,15	336	2,15	335	2,16
67,9	5043	5044	67,93	-3,53	639	0,22	638	0,22	637	0,22	636	0,22	635	0,22	633	0,22	632	0,22	630	0,22
139,9	5044	5045N	149,73	20,56	372	1,86	371	1,87	370	1,87	370	1,88	369	1,88	368	1,88	367	1,89	366	1,89
139,9	5045N	5046	152,63	-7,14	372	1,92	371	1,93	370	1,93	370	1,93	369	1,94	368	1,94	367	1,94	366	1,95
139,9	5046	5047	95,74	-16,77	372	0,77	371	0,77	370	0,77	370	0,77	369	0,77	368	0,77	367	0,78	366	0,78
126,2	5047	5048	131,50	5,41	420	1,26	419	1,27	418	1,27	417	1,27	416	1,27	416	1,28	415	1,28	413	1,28
126,2	5048	5049	120,17	-4,63	420	1,05	419	1,06	418	1,06	417	1,06	416	1,06	416	1,07	415	1,07	413	1,07
90,1	5049	5050	103,80	16,82	563	0,59	562	0,59	561	0,60	560	0,60	559	0,60	558	0,60	556	0,60	554	0,60
90,1	5050	5051N	57,80	-6,31	563	0,18	562	0,18	561	0,18	560	0,18	559	0,18	558	0,18	556	0,18	554	0,19
114,2	5051N	5052	114,16	-58,39	467	0,96	466	0,96	465	0,96	464	0,97	463	0,97	462	0,97	461	0,97	459	0,98
71,3	5052	5053	71,28	-40,53	629	0,28	628	0,29	627	0,29	626	0,29	625	0,29	623	0,29	622	0,29	620	0,29
29,3	5053	HEB-180	29,26	-11,06	726	0,04	725	0,04	724	0,04	723	0,04	721	0,04	720	0,04	719	0,04	717	0,04

TABLA 3: FLECHAS MÁXIMAS Y DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES

SITUACIÓN PROYECTADA

ZONA A

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)	CA	CS
94,8	5001	5002	83,29	1,34	819	1,00	336	1,10	0,83	1,00
94,8	5002	5003	103,13	0,15	819	1,53	336	1,68	0,99	1,13
140,5	5003	5004	140,49	3,27	993	2,34	439	2,39	1,15	1,27
150,3	5004	5005	150,31	13,27	1011	2,64	450	2,68	1,21	1,33
148,2	5005	5006	150,00	-2,73	961	2,76	423	2,83	1,24	1,35
148,2	5006	5007N	150,90	4,17	961	2,79	423	2,86	1,25	1,36
148,2	5007N	5008	151,50	-2,10	961	2,81	423	2,88	1,25	1,36
148,2	5008	5009	150,50	6,91	961	2,78	423	2,85	1,25	1,36
148,2	5009	5010	119,90	3,90	961	1,76	423	1,81	1,02	1,16
148,2	5010	5011	148,42	2,69	961	2,70	423	2,77	1,23	1,34
148,2	5011	5012	150,07	0,76	961	2,76	423	2,83	1,24	1,35
148,2	5012	5013	155,67	-1,63	961	2,97	423	3,05	1,28	1,39
138,9	5013	5014	149,13	9,99	991	2,65	438	2,70	1,22	1,33
138,9	5014	5015	106,22	8,90	991	1,34	438	1,37	0,91	1,06
138,9	5015	5016	120,85	5,52	991	1,74	438	1,77	1,02	1,15
138,9	5016	5017	150,46	-2,08	991	2,69	438	2,75	1,23	1,34
138,9	5017	5018	150,02	-3,72	991	2,67	438	2,73	1,22	1,34
138,9	5018	5019	111,21	1,15	991	1,47	438	1,50	0,95	1,09
138,9	5019	5020	150,19	-1,25	991	2,68	438	2,74	1,23	1,34

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)		
									CA	CS
138,9	5020	5021	148,47	-1,94	991	2,62	438	2,67	1,21	1,33
138,9	5021	5022	152,45	5,08	991	2,76	438	2,82	1,24	1,35
138,9	5022	5023	119,20	6,46	991	1,69	438	1,73	1,00	1,14
138,9	5023	5024	149,90	-5,28	991	2,67	438	2,73	1,22	1,34
138,9	5024	5025	150,00	-2,13	991	2,67	438	2,73	1,22	1,34
138,9	5025	5026	120,02	0,60	991	1,71	438	1,75	1,01	1,15
138,9	5026	5027	108,18	5,96	991	1,39	438	1,42	0,93	1,07
138,9	5027	5028	147,05	9,69	991	2,57	438	2,63	1,20	1,32
106,6	5028	5029	84,04	9,03	913	0,92	389	0,97	0,79	0,96
106,6	5029	5030	119,92	-6,26	913	1,86	389	1,97	1,06	1,19
125,7	5030	5031	150,10	17,10	938	2,85	407	2,96	1,27	1,38
125,7	5031	5032	88,65	12,06	938	1,00	407	1,04	0,81	0,98
125,7	5032	5033	114,64	12,71	938	1,66	407	1,73	1,00	1,14
138,8	5033	5034	108,35	9,88	951	1,46	416	1,50	0,95	1,09
138,8	5034	5035N	140,32	-3,44	951	2,44	416	2,51	1,18	1,30
138,8	5035N	5036	151,14	-9,08	951	2,83	416	2,92	1,26	1,37
138,8	5036	5037	149,26	-7,67	951	2,76	416	2,85	1,25	1,36
138,8	5037	5038	136,24	-0,10	951	2,30	416	2,37	1,15	1,27
138,8	5038	5039	134,96	-8,64	951	2,26	416	2,33	1,14	1,26
150,7	5039	5040	149,81	1,57	963	2,74	424	2,81	1,24	1,35

LA-110

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)	CA	CS
150,7	5040	5041	149,50	-0,32	963	2,73	424	2,80	1,24	1,35
150,7	5041	5042	149,87	-9,75	963	2,75	424	2,82	1,24	1,35
150,7	5042	5043	153,56	-0,86	963	2,88	424	2,95	1,27	1,38
67,9	5043	5044	67,93	-2,03	638	0,85	238	1,03	0,81	0,98
139,9	5044	5045N	149,73	17,62	929	2,86	405	2,96	1,27	1,38
139,9	5045N	5046	152,63	-5,94	929	2,95	405	3,06	1,29	1,39
139,9	5046	5047	95,74	-14,14	929	1,17	405	1,22	0,87	1,03
126,2	5047	5048	131,50	3,06	746	2,73	313	2,93	1,26	1,37
126,2	5048	5049	120,17	-3,15	746	2,28	313	2,45	1,17	1,28
90,1	5049	5050	103,80	14,91	812	1,58	329	1,75	1,01	1,15
90,1	5050	5051N	57,80	-6,61	812	0,49	329	0,54	0,63	0,84
114,2	5051N	5052	114,16	-56,67	885	1,94	376	2,06	1,08	1,21
71,3	5052	5053	71,28	-39,39	580	1,18	219	1,41	0,92	1,07

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)		
									CA	CS
94,8	5001	5002	83,29	0,06	747	1,16	536	0,40	0,85	1,01
94,8	5002	5003	103,13	2,35	747	1,78	536	0,61	1,02	1,15
140,5	5003	5004	140,49	3,01	748	3,31	364	1,66	1,33	1,44
150,3	5004	5005	150,31	13,14	748	3,80	336	2,07	1,42	1,51
148,2	5005	5006	150,00	-3,22	748	3,77	342	2,02	1,41	1,51
148,2	5006	5007N	150,90	5,53	748	3,82	342	2,04	1,42	1,52
148,2	5007N	5008	151,50	-4,42	748	3,85	342	2,06	1,43	1,52
148,2	5008	5009N	150,50	8,95	748	3,80	342	2,03	1,42	1,51
148,2	5009N	5010	119,90	3,17	748	2,41	342	1,29	1,16	1,28
148,2	5010	5011	148,42	2,62	748	3,69	342	1,98	1,40	1,50
148,2	5011	5012	150,07	0,68	748	3,77	342	2,02	1,41	1,51
148,2	5012	5013	155,67	-2,38	748	4,06	342	2,17	1,46	1,55
138,9	5013	5014	149,13	10,79	748	3,74	369	1,85	1,41	1,50
138,9	5014	5015	106,22	9,24	748	1,90	369	0,94	1,05	1,18
138,9	5015	5016	120,85	5,73	748	2,45	369	1,21	1,17	1,29
138,9	5016	5017	150,46	-3,16	748	3,80	369	1,88	1,42	1,51
138,9	5017	5018	150,02	-2,38	748	3,77	369	1,87	1,41	1,51
138,9	5018	5019	111,21	0,87	748	2,07	369	1,03	1,09	1,21
138,9	5019	5020	150,19	-1,73	748	3,78	369	1,87	1,41	1,51

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)		
									CA	CS
138,9	5020	5021	148,47	-2,37	748	3,70	369	1,83	1,40	1,50
138,9	5021	5022	152,45	5,28	748	3,90	369	1,93	1,43	1,53
138,9	5022	5023	119,20	6,64	748	2,39	369	1,18	1,15	1,27
138,9	5023	5024	149,90	-6,16	748	3,77	369	1,87	1,41	1,51
138,9	5024	5025	150,00	-1,65	748	3,77	369	1,87	1,41	1,51
138,9	5025	5026	120,02	1,85	748	2,42	369	1,20	1,16	1,28
138,9	5026	5027	108,18	5,15	748	1,96	369	0,97	1,06	1,19
138,9	5027	5028	147,05	10,33	748	3,64	369	1,80	1,39	1,49
106,6	5028	5029	84,04	8,97	747	1,19	490	0,44	0,86	1,02
106,6	5029	5030	119,92	-7,73	747	2,42	490	0,90	1,16	1,28
125,7	5030	5031	150,10	16,50	748	3,80	415	1,67	1,42	1,51
125,7	5031	5032	88,65	13,68	748	1,33	415	0,59	0,90	1,05
125,7	5032	5033	114,64	13,22	748	2,22	415	0,98	1,12	1,24
138,8	5033	5034	108,35	9,83	748	1,97	370	0,98	1,06	1,19
138,8	5034	5035N	140,32	-1,72	748	3,30	370	1,63	1,33	1,43
138,8	5035N	5036	151,14	-11,63	748	3,84	370	1,90	1,42	1,52
138,8	5036	5037	149,26	-6,45	748	3,74	370	1,85	1,41	1,50
138,8	5037	5038	136,24	-0,82	748	3,11	370	1,54	1,30	1,40
138,8	5038	5039	134,96	-9,93	748	3,06	370	1,51	1,29	1,39
150,7	5039	5040	149,81	3,64	748	3,76	335	2,05	1,41	1,51

FOADK-90

V.I.R. (m)	Tramo entre apoyos		Vano (m)	Desnivel (m)	15 °C + VIENTO		50 °C		Distancia Conductores	
					tensión (daN)	flecha (m)	tensión (daN)	flecha (m)		
									CA	CS
150,7	5040	5041	149,50	-0,73	748	3,75	335	2,04	1,41	1,51
150,7	5041	5042	149,87	-9,86	748	3,77	335	2,06	1,41	1,51
150,7	5042	5043	153,56	-0,78	748	3,95	335	2,16	1,44	1,54
67,9	5043	5044	67,93	-3,53	746	0,78	630	0,22	0,72	0,91
139,9	5044	5045N	149,73	20,56	748	3,79	366	1,89	1,42	1,51
139,9	5045N	5046	152,63	-7,14	748	3,91	366	1,95	1,44	1,53
139,9	5046	5047	95,74	-16,77	748	1,56	366	0,78	0,96	1,11
126,2	5047	5048	131,50	5,41	748	2,90	413	1,28	1,26	1,37
126,2	5048	5049	120,17	-4,63	748	2,42	413	1,07	1,16	1,28
90,1	5049	5050	103,80	16,82	747	1,83	554	0,60	1,03	1,16
90,1	5050	5051N	57,80	-6,31	747	0,56	554	0,19	0,64	0,85
114,2	5051N	5052	114,16	-58,39	747	2,46	459	0,98	1,17	1,29
71,3	5052	5053	71,28	-40,53	747	0,98	620	0,29	0,79	0,97
29,3	5053	HEB-180	29,26	-11,06	746	0,15	717	0,04	0,40	0,71

TABLA 4: ESFUERZOS HORIZONTALES, APOYOS PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

SITUACIÓN PROYECTADA

ZONA A

1ª HIPOTESIS : VIENTO											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	1035,0	1,000	6.209,891	783,7	0,599	469,237	6.679,1	12.439,0	2,79
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	78,3	1,000	469,778	75,5	0,517	38,998	508,8	2.157,0	6,36
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	512,9	1,000	3.077,175	281,0	0,788	221,565	3.298,7	12.272,0	5,58
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	132,1	1,000	792,816	117,8	0,750	88,369	881,2	12.144,0	20,67
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	186,1	1,000	1.116,781	121,6	0,605	73,580	1.190,4	2.195,0	2,77
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,4	1,000	758,268	121,9	0,609	74,229	832,5	2.190,0	3,95
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	127,0	1,000	762,048	122,5	0,588	72,014	834,1	2.000,0	3,60
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,8	1,000	761,040	122,3	0,537	65,703	826,7	2.167,0	3,93
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	113,6	1,000	681,408	270,2	0,637	172,082	853,5	2.167,0	3,81
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	112,7	1,000	676,166	108,7	0,593	64,403	740,6	2.188,0	4,43
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,4	1,000	752,195	120,9	0,612	73,929	826,1	2.167,0	3,93
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	128,4	1,000	770,465	123,8	0,582	72,052	842,5	2.157,0	3,84
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	178,0	1,000	1.068,096	123,4	0,610	75,330	1.143,4	2.157,0	2,83
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	107,2	1,000	643,482	103,4	0,631	65,230	708,7	2.171,0	4,59
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	95,4	1,000	572,216	92,0	0,643	59,166	631,4	2.152,0	5,11
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	114,0	1,000	683,701	109,9	0,657	72,190	755,9	2.150,0	4,27
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,2	1,000	757,210	121,7	0,597	72,638	829,8	2.132,0	3,85
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	109,7	1,000	658,300	105,8	0,618	65,419	723,7	2.147,0	4,45
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	109,8	1,000	658,728	105,9	0,657	69,515	728,2	2.172,0	4,47
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,4	1,000	752,623	121,0	0,636	76,973	829,6	2.349,0	4,25

1ª HIPOTESIS : VIENTO											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,4	1,000	758,318	121,9	0,561	68,428	826,7	2.145,0	3,89
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	114,1	1,000	684,558	110,0	0,618	67,942	752,5	2.147,0	4,28
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	113,0	1,000	678,132	109,0	0,602	65,651	743,8	2.327,0	4,69
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,0	1,000	755,748	121,5	0,535	64,941	820,7	2.288,0	4,18
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	113,4	1,000	680,450	109,4	0,566	61,932	742,4	2.329,0	4,71
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	95,8	1,000	575,064	92,4	0,618	57,130	632,2	2.345,0	5,56
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	107,2	1,000	643,180	103,4	0,614	63,441	706,6	2.543,0	5,40
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	694,4	1,000	4.166,475	458,6	0,638	292,774	4.459,2	8.220,0	2,77
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	85,7	1,000	513,979	82,6	0,754	62,309	576,3	2.063,0	5,37
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	113,4	1,000	680,450	109,4	0,543	59,342	739,8	2.135,0	4,33
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	100,3	1,000	601,650	96,7	0,574	55,527	657,2	1.818,0	4,15
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	85,4	1,000	512,291	82,3	0,622	51,188	563,5	2.184,0	5,81
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	242,4	1,000	1.454,654	191,7	0,635	121,646	1.576,3	4.364,0	4,15
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	104,4	1,000	626,648	100,7	0,643	64,754	691,4	2.152,0	4,67
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	122,4	1,000	734,479	118,0	0,596	70,381	804,9	2.000,0	3,73
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	126,2	1,000	757,008	121,7	0,555	67,483	824,5	2.183,0	3,97
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	119,9	1,000	719,460	115,6	0,691	79,918	799,4	2.045,0	3,84
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	121,5	1,000	729,036	115,0	0,690	79,349	808,4	1.776,0	3,30
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	119,6	1,000	717,620	115,3	0,553	63,770	781,4	2.176,0	4,18
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,7	1,000	754,261	121,2	0,553	67,079	821,3	2.177,0	3,98

1ª HIPOTESIS : VIENTO

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	125,7	1,000	754,412	121,2	0,655	79,431	833,8	1.766,0	3,18
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	127,4	1,000	764,644	122,9	0,638	78,398	843,0	2.196,0	3,91
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	585,7	1,000	3.514,306	256,4	0,687	176,050	3.690,4	4.577,0	1,86
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	342,4	1,000	2.054,503	88,2	0,652	57,509	2.112,0	2.147,0	1,52
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	127,0	1,000	761,947	122,5	0,473	57,899	819,8	2.000,0	3,66
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	104,3	1,000	625,892	100,6	0,697	70,141	696,0	2.260,0	4,87
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	315,4	1,000	1.892,645	92,0	0,518	47,665	1.940,3	2.145,0	1,66
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	105,7	1,000	634,208	101,9	0,587	59,814	694,0	2.628,0	5,68
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	243,1	1,000	1.458,404	90,7	0,567	51,394	1.509,8	2.027,0	2,01
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	67,9	1,000	407,232	65,4	0,662	43,321	450,6	2.181,0	7,26
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	662,9	1,000	3.977,337	465,5	0,672	312,760	4.290,1	4.500,0	1,57
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	406,0	1,000	2.435,707	77,7	0,528	41,000	2.476,7	8.179,0	4,95
5053	AL	PÓRTICO DE PRESILLA	761,8	1,000	4.571,098	750,0	0,564	423,131	4.994,2	5.200,0	1,56

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	-	1,000	-	-	0,599	-	-	12.439,0	-
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	80,0	1,000	480,000	60,0	0,517	30,992	511,0	2.157,0	6,33
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	430,9	1,000	2.585,356	281,0	0,788	221,564	2.806,9	12.272,0	6,56
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	174,0	1,000	1.044,000	112,5	0,750	84,412	1.128,4	12.144,0	16,14
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	174,0	1,000	1.044,000	112,5	0,605	68,059	1.112,1	2.195,0	2,96
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,609	36,547	564,5	2.190,0	5,82
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	88,0	1,000	528,000	60,0	0,588	35,280	563,3	2.000,0	5,33
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,537	32,231	560,2	2.167,0	5,80
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	214,5	0,637	136,623	664,6	2.167,0	4,89
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,593	35,559	563,6	2.188,0	5,82
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,612	36,693	564,7	2.167,0	5,76
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,582	34,913	562,9	2.157,0	5,75
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	172,5	1,000	1.035,000	112,5	0,610	68,652	1.103,7	2.157,0	2,93
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,631	37,845	589,8	2.171,0	5,52
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,643	38,602	590,6	2.152,0	5,47
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,657	39,419	591,4	2.150,0	5,45
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,597	35,813	587,8	2.132,0	5,44
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,618	37,100	589,1	2.147,0	5,47
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,657	39,397	591,4	17.500,0	44,39
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,636	38,182	590,2	17.500,0	44,48

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			Esfuerzo solicitante total (daN)
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,561	33,688	585,7	17.500,0	44,82
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,618	37,053	589,1	2.147,0	5,47
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,602	36,143	588,1	2.327,0	5,93
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,535	32,080	584,1	2.288,0	5,88
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,566	33,980	586,0	2.329,0	5,96
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,618	37,089	589,1	2.345,0	5,97
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	92,0	1,000	552,000	60,0	0,614	36,825	588,8	2.543,0	6,48
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	689,0	1,000	4.134,196	449,4	0,638	286,861	4.421,1	8.220,0	2,79
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,754	45,258	573,3	2.063,0	5,40
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	165,0	1,000	990,000	112,5	0,543	61,047	1.051,0	2.135,0	3,05
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,574	34,455	562,5	1.818,0	4,85
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,622	37,304	565,3	2.184,0	5,80
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	302,4	1,000	1.814,685	206,2	0,635	130,859	1.945,5	4.364,0	3,36
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,643	38,578	566,6	2.152,0	5,70
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	88,0	1,000	528,000	60,0	0,596	35,775	563,8	2.000,0	5,32
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,555	33,281	561,3	2.183,0	5,83
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,691	41,470	569,5	2.045,0	5,39
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	95,3	1,000	571,788	65,0	0,690	44,825	616,6	1.776,0	4,32
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	165,0	1,000	990,000	112,5	0,553	62,204	1.052,2	2.176,0	3,10
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,553	33,202	561,2	2.177,0	5,82

3ª HIPOTESIS : DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES											
Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Conductor de fases			Cable de comunicación F.O.			Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	
			Esfuerzo solicitante por conduc. (daN)	Factor de corrección conductor	Esfuerzo solicitante total (daN)	Esfuerzo solicitante F.O. (daN)	Factor de corrección F.O.	Esfuerzo solicitante total (daN)			
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,655	39,308	567,3	1.766,0	4,67
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,0	1,000	528,000	60,0	0,638	38,278	566,3	2.196,0	5,82
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	390,9	1,000	2.345,600	266,5	0,687	182,989	2.528,6	4.577,0	2,72
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	160,5	1,000	963,000	112,5	0,652	73,392	1.036,4	2.147,0	3,11
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	85,6	1,000	513,600	60,0	0,473	28,369	542,0	2.000,0	5,54
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	85,6	1,000	513,600	60,0	0,697	41,838	555,4	2.260,0	6,10
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	160,5	1,000	963,000	112,5	0,518	58,265	1.021,3	2.145,0	3,15
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,0	1,000	408,000	60,0	0,587	35,210	443,2	2.628,0	8,89
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	149,9	1,000	899,100	112,5	0,567	63,742	962,8	2.027,0	3,16
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	79,9	1,000	479,520	60,0	0,662	39,715	519,2	2.181,0	6,30
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	667,7	1,000	4.005,935	476,9	0,672	320,451	4.326,4	4.500,0	1,56
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	160,9	1,000	965,137	114,9	0,528	60,632	1.025,8	8.179,0	11,96
5053	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-	1,000	-	-	0,564	-	-	5.200,0	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	1.300,0	3.750,0	3,46
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	800,0	-	-
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	1.948,3	-	-
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	1.763,2	-	-
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.856,0	-	-
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	1.100,0	-	-
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.840,0	-	-
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	2.100,0	2,74
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	920,0	-	-
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	2.235,1	-	-
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.760,0	-	-
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1.875,2	-	-
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	1.100,0	-	-
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	886,1	-	-
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.760,0	-	-
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-

4ª HIPOTESIS : ROTURA DE UN CONDUCTOR

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	Tiro máximo solicitante (daN·m)	Esfuerzo resistente Cs = 1,2 (daN·m)	Coef. de seguridad
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	880,0	-	-
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1.945,3	-	-
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.712,0	-	-
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	1.070,0	2.100,0	2,36
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	856,0	-	-
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.712,0	-	-
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	680,0	-	-
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.598,4	-	-
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	799,2	-	-
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	2.582,2	-	-
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1.367,4	-	-
5053	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2.049,4	-	-

TABLA 5: ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS Y ESFUERZOS HORIZONTALES COMBINADOS EN LOS APOYOS PROYECTADOS Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

SITUACIÓN PROYECTADA

ZONA A

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	HIPOTESIS DE VIENTO, ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS					HIPOTESIS DE VIENTO ESFUERZ. HORIZ Y VERTIC. COMBINADOS		
			Carga vertical por conductor (daN)	Carga vertical por aislamiento (daN)	C. vertical total solicitante en punta de cruzeta (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	Ecuación Solicitante (5H _s +V _s)	Ecuación Resistente (5H _r +V _r)	Coef. de seguridad
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	10,4	12,0	22,4	750,0	50,13	31.184	62.945	3,03
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	46,2	6,0	52,2	750,0	21,55	2.662	11.535	6,50
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	40,4	12,0	52,4	750,0	21,48	15.700	62.110	5,93
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	27,8	12,0	39,8	750,0	28,26	4.203	61.470	21,94
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	119,2	12,0	131,2	750,0	8,58	6.371	11.725	2,76
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	41,3	6,0	47,3	750,0	23,80	4.075	11.700	4,31
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	84,8	6,0	90,8	650,0	10,73	4.355	10.650	3,67
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	34,6	6,0	40,6	750,0	27,71	4.049	11.585	4,29
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	64,1	6,0	70,1	750,0	16,04	3.828	11.585	4,54
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	64,2	6,0	70,2	750,0	16,03	3.802	11.690	4,61
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	69,9	6,0	75,9	750,0	14,82	4.216	11.585	4,12
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	72,7	6,0	78,7	750,0	14,30	4.324	11.535	4,00
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	24,9	12,0	36,9	750,0	30,45	5.562	11.535	3,11
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	45,6	6,0	51,6	750,0	21,78	3.527	11.605	4,94
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,2	6,0	74,2	750,0	15,17	3.306	11.510	5,22
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	88,5	6,0	94,5	750,0	11,90	3.986	11.500	4,33
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	69,6	6,0	75,6	750,0	14,89	4.239	11.410	4,04
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	37,3	6,0	43,3	750,0	25,97	3.551	11.485	4,85
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	65,2	6,0	71,2	750,0	15,80	3.721	11.610	4,68
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	65,9	6,0	71,9	750,0	15,64	4.195	12.495	4,47

HIPOTESIS DE VIENTO, ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS

HIPOTESIS DE VIENTO ESFUERZ. HORIZ Y VERTIC. COMBINADOS

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	HIPOTESIS DE VIENTO, ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS					HIPOTESIS DE VIENTO ESFUERZ. HORIZ Y VERTIC. COMBINADOS		
			Carga vertical por conductor (daN)	Carga vertical por aislamiento (daN)	C. vertical total solicitante en punta de cruceta (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	Ecuación Solicitante (5H _S +V _S)	Ecuación Resistente (5H _R +V _R)	Coef. de seguridad
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	39,9	6,0	45,9	750,0	24,49	4.067	11.475	4,23
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	46,9	6,0	52,9	750,0	21,25	3.740	11.485	4,61
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	103,6	6,0	109,6	750,0	10,27	4.048	12.385	4,59
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	52,9	6,0	58,9	750,0	19,11	4.132	12.190	4,43
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	47,4	6,0	53,4	750,0	21,05	3.723	12.395	4,99
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	22,5	6,0	28,5	750,0	39,43	3.047	12.475	6,14
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	48,8	6,0	54,8	750,0	20,55	3.544	13.465	5,70
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	30,0	12,0	42,0	750,0	26,77	21.085	41.850	2,98
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	122,8	6,0	128,8	750,0	8,74	3.342	11.065	4,97
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-24,8	12,0	-12,8	750,0	87,72	3.325	11.425	5,15
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	40,0	6,0	46,0	750,0	24,47	3.284	9.840	4,49
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	56,1	6,0	62,1	750,0	18,11	2.934	11.670	5,97
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	57,4	12,0	69,4	750,0	16,20	7.690	22.570	4,40
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	110,4	6,0	116,4	750,0	9,67	3.831	11.510	4,51
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	79,6	6,0	85,6	650,0	11,39	4.186	10.650	3,82
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	59,6	6,0	65,6	750,0	17,14	4.179	11.665	4,19
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	35,6	6,0	41,6	750,0	27,04	3.847	10.975	4,28
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	89,1	6,0	95,1	750,0	11,83	4.216	9.630	3,43
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	23,6	12,0	35,6	750,0	31,57	3.802	11.630	4,59
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	69,9	6,0	75,9	750,0	14,83	4.227	11.635	4,13

HIPOTESIS DE VIENTO, ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS

HIPOTESIS DE VIENTO ESFUERZ. HORIZ. Y VERTIC. COMBINADOS

Nº de apoyo	Función	Tipo de apoyo	HIPOTESIS DE VIENTO, ESFUERZOS VERTICALES EN LOS ARMADOS DE LOS APOYOS					HIPOTESIS DE VIENTO ESFUERZ. HORIZ. Y VERTIC. COMBINADOS		
			Carga vertical por conductor (daN)	Carga vertical por aislamiento (daN)	C. vertical total solicitante en punta de cruceta (daN)	Esfuerzo resistente (daN)	Coef. de seguridad	Ecuación Solicitante (5H _s +V _s)	Ecuación Resistente (5H _r +V _r)	Coef. de seguridad
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	94,9	6,0	100,9	750,0	11,15	4.377	9.580	3,28
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	35,1	6,0	41,1	750,0	27,38	4.070	11.730	4,32
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	55,3	12,0	67,3	750,0	16,71	17.976	23.635	1,97
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-21,4	12,0	-9,4	750,0	119,85	10.216	11.485	1,69
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	140,1	6,0	146,1	650,0	6,67	4.686	10.650	3,41
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	105,8	6,0	111,8	750,0	10,06	3.800	12.050	4,76
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-31,9	12,0	-19,9	750,0	56,56	9.344	11.475	1,84
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	72,4	6,0	78,4	750,0	14,34	3.642	13.890	5,72
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-27,1	12,0	-15,1	750,0	74,49	7.201	10.885	2,27
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	151,2	6,0	157,2	750,0	7,16	2.979	11.655	5,87
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	232,6	12,0	244,6	650,0	3,99	21.354	23.150	1,63
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-9,9	12,0	2,1	750,0	543,22	12.191	41.645	5,12
5053	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-172,4	12,0	-160,4	750,0	7,01	21.893	26.750	1,83

TABLA 6: INCLINACIÓN DE LAS CADENAS DE SUSPENSIÓN

HIPOTESIS DE VIENTO, INCLINACION DE LAS CADENAS EN APOYOS DE ALINEACION

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	Carga vertical por fase (daN)	Carga vertical mas aislamiento (daN)	Esfuerzo horizontal por fase (daN)	Angulo de inclinación de la cadena β (° sex)
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	7,17	19,17	17,49	-
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	49,17	55,17	39,15	35,36
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	36,26	48,26	50,80	-
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	16,39	28,39	61,07	-
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	137,79	149,79	63,07	-
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	34,03	40,03	63,19	57,65
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	91,35	97,35	63,50	33,12
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	25,18	31,18	63,42	63,82
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	66,23	72,23	56,78	38,17
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	66,44	72,44	56,35	37,88
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	71,95	77,95	62,68	38,80
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,10	81,10	64,21	38,37
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	10,47	22,47	64,01	-
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	42,42	48,42	53,62	47,92
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	75,44	81,44	47,68	30,35
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	99,87	105,87	56,98	28,29
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	71,63	77,63	63,10	39,10
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	30,59	36,59	54,86	56,30
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	68,77	74,77	54,89	36,28
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	66,82	72,82	62,72	40,74

HIPOTESIS DE VIENTO, INCLINACION DE LAS CADENAS EN APOYOS DE ALINEACION

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	Carga vertical por fase (daN)	Carga vertical mas aislamiento (daN)	Esfuerzo horizontal por fase (daN)	Angulo de inclinación de la cadena β (° sex)
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	31,06	37,06	63,19	59,61
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	42,94	48,94	57,05	49,37
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	120,66	126,66	56,51	24,05
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	48,83	54,83	62,98	48,96
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	43,76	49,76	56,70	48,73
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	12,96	18,96	47,92	68,41
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	46,67	52,67	53,60	45,50
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	18,49	30,49	47,02	-
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	158,58	164,58	42,83	14,59
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-58,49	-46,49	56,70	-
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	35,71	41,71	50,14	50,24
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	60,98	66,98	42,69	32,51
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	63,17	75,17	46,73	-
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	130,14	136,14	52,22	20,99
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	85,70	91,70	61,21	33,72
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	58,13	64,13	63,08	44,53
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	26,94	32,94	59,96	61,22
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	99,88	105,88	56,95	28,28
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	11,08	23,08	59,80	-
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	71,78	77,78	62,86	38,94

HIPOTESIS DE VIENTO, INCLINACION DE LAS CADENAS EN APOYOS DE ALINEACION

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	Carga vertical por fase (daN)	Carga vertical mas aislamiento (daN)	Esfuerzo horizontal por fase (daN)	Angulo de inclinación de la cadena β (° sex)
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	104,50	110,50	62,87	29,64
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	25,95	31,95	63,72	63,37
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	59,83	71,83	46,23	-
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-45,24	-33,24	45,71	-
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	164,65	170,65	63,50	20,41
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	122,87	128,87	52,16	22,03
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-57,23	-45,23	47,72	-
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	76,97	82,97	52,85	32,50
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-60,08	-48,08	47,03	-
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	206,05	212,05	33,94	9,09
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	306,48	318,48	34,81	-
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-32,00	-20,00	38,94	-
5053	AL	CELOSÍA EXISTENTE	-248,46	-236,46	30,15	-

TABLA 7: TABLA COMPARATIVA DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5001	FL	CELOSÍA EXISTENTE	2,79	-	3,46	50,13	3,03	-
5002	AL	CELOSÍA EXISTENTE	6,36	6,33	-	21,55	6,50	-
5003	AL	PÓRTICO EXISTENTE	5,58	6,56	-	21,48	5,93	CRUZAMIENTO LAAT
5004	AL	PÓRTICO EXISTENTE	20,67	16,14	-	28,26	21,94	CRUZAMIENTO LAAT/CRUZAMIENTO A5
5005	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2,77	2,96	-	8,58	2,76	-
5006	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,95	5,82	-	23,80	4,31	-
5007	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	3,60	5,33	-	10,73	3,67	-
5008	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,93	5,80	-	27,71	4,29	-
5009	AG	CELOSÍA EXISTENTE	3,81	4,89	-	16,04	4,54	-
5010	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,43	5,82	-	16,03	4,61	-
5011	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,93	5,76	-	14,82	4,12	-
5012	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,84	5,75	-	14,30	4,00	-
5013	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2,83	2,93	-	30,45	3,11	CRUZAMIENTO LAAT
5014	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,59	5,52	-	21,78	4,94	-
5015	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,11	5,47	-	15,17	5,22	-
5016	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,27	5,45	-	11,90	4,33	CRUZAMIENTO LAAT
5017	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,85	5,44	-	14,89	4,04	-
5018	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,45	5,47	-	25,97	4,85	-
5019	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,47	44,39	-	15,80	4,68	CRUZAMIENTO LAAT
5020	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,25	44,48	-	15,64	4,47	-

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5021	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,89	44,82	-	24,49	4,23	-
5022	AC	CELOSÍA EXISTENTE	4,28	5,47	2,74	21,25	4,61	-
5023	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,69	5,93	-	10,27	4,59	CRUZAMIENTO LAAT
5024	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,18	5,88	-	19,11	4,43	CRUZAMIENTO LAAT
5025	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,71	5,96	-	21,05	4,99	-
5026	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,56	5,97	-	39,43	6,14	-
5027	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,40	6,48	-	20,55	5,70	-
5028	AG	CELOSÍA EXISTENTE	2,77	2,79	-	26,77	2,98	-
5029	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,37	5,40	-	8,74	4,97	-
5030	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,33	3,05	-	87,72	5,15	-
5031	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,15	4,85	-	24,47	4,49	-
5032	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,81	5,80	-	18,11	5,97	-
5033	AG	CELOSÍA EXISTENTE	4,15	3,36	-	16,20	4,40	-
5034	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,67	5,70	-	9,67	4,51	-
5035	AL	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	3,73	5,32	-	11,39	3,82	-
5036	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,97	5,83	-	17,14	4,19	-
5037	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,84	5,39	-	27,04	4,28	-
5038	AG	CELOSÍA EXISTENTE	3,30	4,32	-	11,83	3,43	-
5039	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,18	3,10	-	31,57	4,59	-
5040	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,98	5,82	-	14,83	4,13	-

Nº de apoyo	Función	tipo de apoyo	ESFUERZOS HORIZONTALES			ESFUERZOS VERTICALES EN ARMADOS DE APOYOS	ESFUERZOS COMBINADOS EN LOS APOYOS	Observ.
			1ª Hipótesis (viento)	3ª hipótesis (deseq. de tracciones)	4ª hipótesis (rotura de un conductor)	Con sobrecarga de viento	Con sobrecarga de viento	
5041	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,18	4,67	-	11,15	3,28	-
5042	AL	CELOSÍA EXISTENTE	3,91	5,82	-	27,38	4,32	-
5043	AG	CELOSÍA EXISTENTE	1,86	2,72	-	16,71	1,97	-
5044	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1,52	3,11	-	119,85	1,69	-
5045	AC	C2000 18-E RC2-15-20-15-S-CS	3,66	5,54	2,36	6,67	3,41	-
5046	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,87	6,10	-	10,06	4,76	-
5047	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1,66	3,15	-	56,56	1,84	-
5048	AL	CELOSÍA EXISTENTE	5,68	8,89	-	14,34	5,72	-
5049	AL	CELOSÍA EXISTENTE	2,01	3,16	-	74,49	2,27	-
5050	AL	CELOSÍA EXISTENTE	7,26	6,30	-	7,16	5,87	-
5051	AL	C4500 18-E RC2-15-20-15-S-CA	1,57	1,56	-	3,99	1,63	-
5052	AL	CELOSÍA EXISTENTE	4,95	11,96	-	543,22	5,12	-
5053	AL	CELOSÍA EXISTENTE	1,56	-	-	7,01	1,83	-

TABLA 8: TABLA DE PUESTA A TIERRA DE APOYOS PROYECTADOS

CALCULO DE PUESTA A TIERRA EN APOYOS DE LINEAS AÉREAS IGUAL O INFERIOR A 20kV																	
TENSION DE RED:		15 kV															
RESISTIVIDAD DEL TERRENO:		250 Ohm*m															
MAX. VALOR PUESTA TIERRA AP. NO FRECUENTADO:		175 Ohm															
MAX. VALOR PUESTA TIERRA AP. FRECUENTADO:		50 Ohm															
IMPEDANCIA SUBESTACION:		5 Ohm															
CARACTERÍSTICAS DEL ELECTRODO SELECCIONADO								CÁLCULOS SISTEMA DE PUESTA A TIERRA									
Nº Apoyo	Tipo apoyo	Electrodo seleccionado	Coef. K _r (Ω/Ωm)	Coef. K _c (Ω/Ωm)	Coef. K _{p1} (Ω/Ωm)	Coef. K _{p2} (Ω/Ωm)	Medidas adicionales	Resistencia de tierra (R _t) (Ω)	Intensidad de defecto (I _f) (A)	Tensión de contacto máxima (V)	Tensión de contacto aplicada (V)	Tiempo act. de las prot. (s)	Tensión de paso max. (U' p1) (terreno-terreno) (V)	Tensión de paso max. (U' p2) (acera-terreno) (V)	Tensión de paso max aplicada (U' pa1) (terreno-terreno) (V)	Tensión de paso max aplicada (U' pa2) (acera-terreno) (V)	Tensión de paso max admisible (U _{pa,adm}) (V)
5007N	Ap. Frecuentado	CPT-LA-34/0,5	0,109	0,034	0,022	0,062	Forrado	27,25	343,85	-	-	1,16	1.891,16	-	290,95	-	1.040,00
5035N	Ap. Frecuentado	CPT-LA-34/0,5	0,109	0,034	0,022	0,062	Forrado	27,25	343,85	-	-	1,16	1.891,16	-	290,95	-	1.040,00
5045N	Ap. Frecuentado	CPT-LA-34/0,5	0,109	0,034	0,022	0,062	Forrado	27,25	343,85	-	-	1,16	1.891,16	-	290,95	-	1.040,00
5051N	Ap. Frecuentado	CPT-LA-34/0,5	0,109	0,034	0,022	0,062	Forrado	27,25	343,85	-	-	1,16	1.891,16	-	290,95	-	1.040,00
<p>Nota "Medidas adicionales":</p> <p>- Plataforma: acera perimetral de hormigón a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra del apoyo.</p> <p>- Forrado: forrado mediante paramento aislante (forrado de obra) hasta 2,5 m de altura. En este caso no se calculan las tensiones de contacto por el aislamiento de las partes metálicas.</p>																	

1.11 CÁLCULOS PILAR

Los datos de partida según los esfuerzos horizontales y verticales obtenidos de las tablas son:

$$|F_y| = 761,9 \text{ daN}$$

$$|F_z| = 373,1 \text{ daN}$$

$$|M_A| = d \cdot F_y = 2,667 \cdot 10^4 \text{ Nm}$$

1.11.1 Dimensionamiento del perfil

- **Pandeo**

se toma un acero de tipo S275 cuyos valores más representativos según el CTE son:

- f_y (límite elástico) = 275 N/mm²
- E (módulo de elasticidad) = 210000 N/mm²

Lo primero que se hace es calcular las longitudes equivalentes a pandeo (ambas son iguales puesto que para ambos ejes el pilar se encuentra en voladizo):

$$L_{kx} = L_{ky} = \beta \cdot L = 2 \cdot 3500 = 7000 \text{ mm}$$

Tabla 6.1 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_k	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

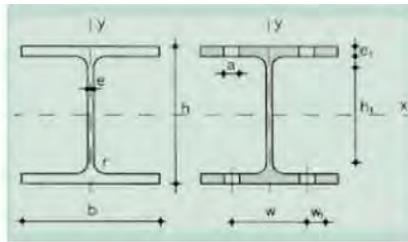
Con las longitudes de pandeo se calcula los radios de giro:

$$i_x > \frac{L_{kx}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} \qquad i_y > \frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$i_x = i_y > \frac{7000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 40,31 \text{ mm}$$

Observando los valores para i_x e i_y en la tabla de HEB se observa que para un perfil **HEB-160** cumplirían ambos radios de giro respectivamente.

$$HEB \begin{cases} i_x = 67,8 \text{ mm} \\ i_y = 40,5 \text{ mm} \end{cases}$$



A = Área de la sección
 S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
 I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
 $W_x = 2I_x : h$ Módulo resistente de la sección, respecto a X
 $i_x = \sqrt{I_x : A}$ Radio de giro de la sección, respecto a X
 I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
 $W_y = 2I_y : b$ Módulo resistente de la sección, respecto a Y
 $i_y = \sqrt{I_y : A}$ Radio de giro de la sección, respecto a Y
 I_t = Módulo de torsión de la sección
 I_a = Módulo de alabeo de la sección
u = Perímetro de la sección
a = Diámetro del agujero del roblón normal
w = Gramil, distancia entre ejes de agujeros
 h_1 = Altura de la parte plana del alma
p = Peso por m

Perfil	Dimensiones								Términos de sección								Agujeros			Peso		
	n	d	e	e ₁	i _x	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	I _a	w	w ₁	a	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m	
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3,375	55	—	13	20,4	P
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	34,0	82,6	864	144	5,04	318	53	3,06	14,90	9,410	65	—	17	26,7	P
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,0	123,0	1.509	216	5,93	550	79	3,58	22,50	22.480	75	—	21	33,7	P
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,3	177,0	2.492	311	6,78	889	111	4,05	33,20	47.940	85	—	23	42,6	P
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	1.040	65,3	241,0	3.831	426	7,66	1.363	151	4,57	46,50	93.750	100	—	25	51,2	P
HEB 200	200	200	9,0	15,0	18	134	1.150	78,1	321,0	5.696	570	8,54	2.003	200	5,07	63,40	171.100	110	—	25	61,3	P
HEB 220	220	220	9,5	16,0	18	152	1.270	91,0	414,0	8.091	736	9,43	2.843	258	5,59	84,40	295.400	120	—	25	71,5	P
HEB 240	240	240	10,0	17,0	21	164	1.380	106,0	527,0	11.259	938	10,30	3.923	327	6,08	110,00	486.900	90	35	25	83,2	P
HEB 260	260	260	10,0	17,5	24	177	1.500	118,4	641,0	14.919	1.150	11,20	5.135	395	6,58	130,00	753.700	100	40	25	93,0	P
HEB 280	280	280	10,5	18,0	24	196	1.620	131,4	767,0	19.270	1.380	12,10	6.595	471	7,09	153,00	1.130.000	110	45	25	103,0	P
HEB 300	300	300	11,0	19,0	27	208	1.730	149,1	934,0	25.166	1.680	13,00	8.563	571	7,58	192,00	1.688.000	120	50	25	117,0	P
HEB 320	320	300	11,5	20,5	27	225	1.770	161,3	1.070,0	30.823	1.930	13,80	9.239	616	7,57	241,00	2.069.000	120	50	25	127,0	P
HEB 340	340	300	12,0	21,5	27	243	1.810	170,9	1.200,0	36.656	2.160	14,60	9.690	646	7,53	278,00	2.454.000	120	50	25	134,0	P
HEB 360	300	300	12,5	22,5	27	261	1.850	180,6	1.340,0	43.193	2.400	15,50	10.140	676	7,49	320,00	2.883.000	120	50	25	142,0	P
HEB 400	400	300	13,5	24,0	27	298	1.930	197,8	1.620,0	57.680	2.880	17,10	10.819	721	7,40	394,00	3.817.000	120	50	25	155,0	P
HEB 450	450	300	14,0	26,0	27	344	2.030	218,0	1.990,0	79.887	3.550	19,10	11.721	781	7,33	500,00	5.258.000	120	50	25	171,0	P
HEB 500	500	300	14,5	28,0	27	390	2.120	238,6	2.410,0	107.176	4.290	21,20	12.624	842	7,27	625,00	7.018.000	120	45	28	187,0	C
HEB 550	550	300	15,0	29,0	27	438	2.220	254,1	2.800,0	136.691	4.970	23,20	13.077	872	7,17	701,00	8.856.000	120	45	28	199,0	C
HEB 600	600	300	15,5	30,0	27	486	2.320	270,0	3.210,0	171.041	5.700	25,20	13.530	902	7,08	783,00	10.965.000	120	45	28	212,0	C

• **Resistencia**

$$M_R > M_A$$

$$M_R = W_R \cdot f_{yd}$$

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\delta_M}$$

Según el CTE: $\delta_M = 1,05$

Se despeja W_R :

$$W_R \cdot f_{yd} > M_A \rightarrow W_R \cdot \frac{275}{1,05} > 2,667 \cdot 10^4$$

$$W_R > 101947,3 \text{ mm}^3$$

De la tabla de perfiles, se observa que para HEB-120:

$$W_x = 144 \text{ mm}^3 > 101,947 \text{ mm}^3$$

Por tanto, se puede concluir que la primera hipótesis, es decir, la de pandeo, es más restrictiva. Por lo que se toma un perfil **HEB-160**.

1.11.2 Comprobación del perfil preseleccionado:

- **Cálculos de cortantes**

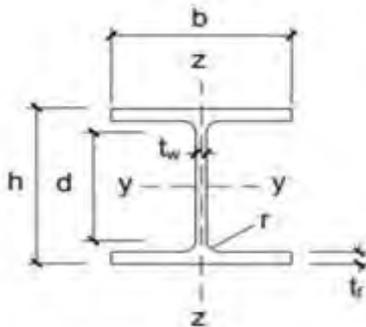
El CTE permite despreciar el efecto del esfuerzo cortante frente a la flexión si se cumple que el esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} ($V_{Ed} = F_y$) es inferior a la mitad del valor de la resistencia plástica a cortante $V_{c,Rd}$:

Es decir: $V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd}$

$$V_{c,Rd} < A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f \quad (2)$$

siendo:



$b \rightarrow$ ancho de la sección del perfil

$t_f \rightarrow$ espesor del ala del perfil

$t_w \rightarrow$ espesor del alma del perfil

$r \rightarrow$ radio de acuerdo entre el ala y el alma

De la tabla de perfiles, para el perfil **HEB-160** los valores del perfil y del área (A) son:

$$A = 54,3 \text{ cm}^2$$

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$t_f = e_1 = 13 \text{ mm}$$

$$t_w = e = 8 \text{ mm}$$

$$r = r_1 = 15 \text{ mm}$$

$$De (2) \rightarrow A_v = 1764 \text{ mm}^2$$

$$De (1) \rightarrow V_c = 266735,82 \text{ N}$$

Puesto que se cumple la premisa de partida:

$$V_{Ed} < 0,5 \cdot V_{c,Rd} \rightarrow 7619N < 133367,9N$$

se puede despreciar el esfuerzo de los cortantes frente al esfuerzo flector.

- **Cálculos a flexión:**

$$\frac{N_{ED}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_A}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} = 5430 \cdot \frac{275}{1,05} = 1493250 \text{ N}$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,x} \cdot f_{yd} = 938000 \cdot \frac{275}{1,05} = 81,45 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\frac{3731}{1493250} + \frac{26670}{81,45 \cdot 10^3} = 0,328 \leq 1$$

Cumple con la hipótesis de flexión.

- **Cálculos para pandeo:**

Si se cumple la hipótesis:

$$\frac{N_{ED}}{N_{CR}} \leq 0,04$$

no es necesario comprobar el pandeo a compresión.

Se comprueba la hipótesis tanto para el eje X como para el eje Y.

$$N_{CRx} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{L_{kx}^2}$$

$$N_{CRy} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

siendo E, I_x e I_y valores que se obtienen de la tabla del perfil, y siendo:

$$L_{kx} = L_{ky} = \beta \cdot L = 2 \cdot 3,5 = 7$$

De esta forma se obtiene, por tanto:

$$N_{CRx} = 1054 \cdot 10^3 N$$

$$N_{CRy} = 3760 \cdot 10^2 N$$

$$\frac{N_{ED}}{N_{CRx}} = \frac{3731}{1054 \cdot 10^3 N} = 0,0035 \leq 0,04 \quad \frac{N_{ED}}{N_{CRy}} = \frac{3731}{3760 \cdot 10^2 N} = 0,0099 \leq 0,04$$

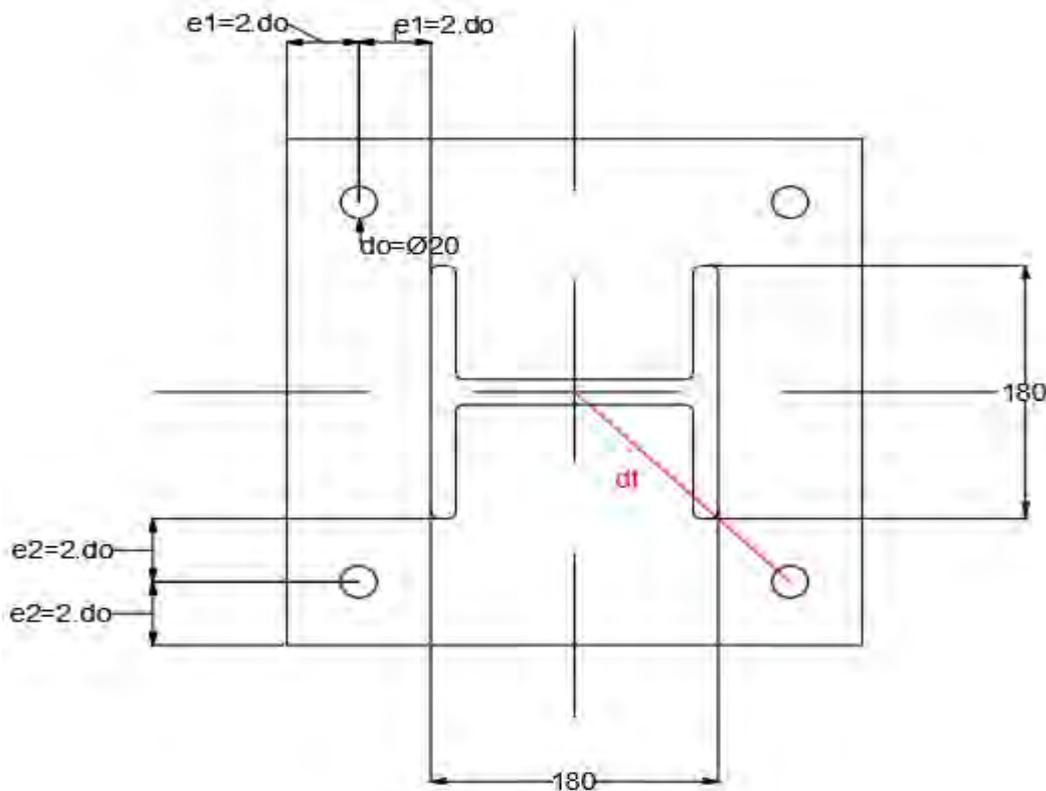
Como se puede observar, para ambos ejes se cumple esta hipótesis por lo que no es necesario comprobar más cálculos de pandeo y las características del pilar seleccionado cumplen con esta hipótesis.

Se observa por tanto que el perfil HEB-160 una vez dimensionado, cumple con todos los requisitos de esfuerzos, flexiones y pandeo.

Aun así, y para trabajar del lado de la seguridad, puesto que al dimensionar el pilar a pandeo el valor de i_y obtenido queda muy próximo al valor de i_y del perfil HEB-160, por lo que se considera trabajar con un pilar **HEB-180** para trabajar más aún del lado de la seguridad.

1.11.3 Anclajes

El anclaje de la viga se va a realizar mediante uniones atornilladas y taco químico. La viga se soldará a una plaquita de acero, cuyo espesor es fundamental también para soportar los esfuerzos. Sobre dicha placa se realizarán los taladros para atornillar cuatro tornillos sobre la misma tal y como se puede ver en la Imagen 1.



Los tornillos empleados serán de alta resistencia y de métrica 20, en concreto el tornillo es: TR20-8.8.

Las características principales de dicha unión atornillada quedan detalladas en la Tabla 1.

Límite elástico (f_{yb})	Resistencia a tracción última (f_{ub})	Área neta del núcleo	Área resistente (A_s)	Diámetro del agujero	Diámetro nominal
640 N/mm ²	800 N/mm ²	225 mm ²	275 mm ²	21-22 mm	20 mm

Tabla 5

La condición final que debe cumplir la unión atornillada es:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

siendo: $F_{v,Ed}$ = es el esfuerzo cortante que actúa sobre el tornillo

$F_{v,Rd}$ = es la resistencia a cortante del tornillo

$F_{t,Ed}$ = es el esfuerzo axial que actúa sobre el tornillo

$F_{t,Rd}$ = es la resistencia a tracción del tornillo

$$F_{v,Ed} = F_Y = 761,9 \text{ daN} = 7,619 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = F_Z + F_{MA}$$

siendo: F_{MA} = fuerza generada por el momento flector en el empotramiento transmitida al tornillo (véase Imagen 1)

$$F_{MA} = \frac{M_A}{d_t}$$

siendo: d_t = la distancia desde el centro del pilar hasta la unión atornillada (véase la Imagen 1)

$$d_t = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$x = \frac{h}{2} + 2 \cdot d_0 = \frac{180}{2} + 2 \cdot 20 = 130 \text{ mm}$$

$$y = \frac{b}{2} + 2 \cdot d_0 = \frac{180}{2} + 2 \cdot 20 = 130 \text{ mm}$$

siendo: h y b las dimensiones del pilar y d_0 el diámetro del tornillo

Por tanto, se obtiene:

$$d_t = \sqrt{130^2 + 130^2} = 183,85 \text{ mm} \quad F_{MA} = \frac{2,67 \cdot 10^4 \text{ N} \cdot \text{m}}{0,18385 \text{ m}} = 145,22 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = F_z + F_{MA} = 3,731 \text{ kN} + 145,22 \text{ kN} = \mathbf{148,95 \text{ kN}}$$

- **Cálculo de la resistencia a cortante**

$$F_{v,Rd} = N \cdot \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{MD}}$$

donde: N = número de uniones atornilladas total

γ_{MD} = resistencia de tornillos = 1,25

$$F_{v,Rd} = 4 \cdot \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 275}{1,25} = \mathbf{422,4 \text{ kN}}$$

$$F_{v,Ed} < F_{v,Rd} \rightarrow 7,619 \text{ kN} < 422,4 \text{ kN} \rightarrow \mathbf{Cumple}$$

- **Cálculo a aplastamiento**

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

donde: d = diámetro del tornillo

t = espesor de la chapa (se emplea un espesor de 20 mm)

f_u = resistencia última a tracción para el acero S275 = 430 N/mm²

$$\alpha = \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = \frac{2 \cdot 8}{3 \cdot 8} = \frac{2}{3}$$

Por tanto, se obtiene un valor para el aplastamiento:

$$F_{b,Rd} = \mathbf{229,34 \text{ kN}}$$

$$F_{v,Ed} < F_{b,Rd} \rightarrow 7,619 \text{ kN} < 229,34 \text{ kN} \rightarrow \mathbf{Cumple}$$

- **Cálculo de resistencia a tracción**

$$F_{t,Rd} = N \cdot \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{MD}} = 633,6 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd} \rightarrow 148,95 \text{ kN} < 633,6 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

- **Cálculo a punzamiento**

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{MD}} = 259,37 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} < B_{p,Rd} \rightarrow 148,95 \text{ kN} < 259,37 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

Finalmente se debe comprobar la hipótesis de partida:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{7,619}{422,4} + \frac{148,95}{1,4 \cdot 633,6} = 0,24 \leq 1$$

Por tanto, se cumplen todas las condiciones con la unión atornillada elegida para los parámetros de esfuerzos cortantes y axiales.

Se elige por ello un perfil de acero HEB-180 con una placa de anclajes con cuatro uniones atornillos TR20-8.8. El taladro de para las uniones se realiza con una holgura para de esta forma poder colocar el taco químico en los mismos.

1.11.4 Uniones Soldadas

Para el cálculo de uniones soldadas se precisa el espesor del cordón de la garganta de la soldadura, para lo cual es necesario realizar los siguientes cálculos para las siguientes hipótesis:

$$a \geq \frac{F_{ed}}{L_w \cdot f_{wd}}$$

siendo: F_{ed} = esfuerzo o sollicitación a la que queda expuesta la soldadura

L_w = longitud de soldadura

f_{wd} = tensión resistente (para el acero S275 dicha tensión es 0,23 kN/mm²)

$$F_{ed} = \frac{M_A}{dx} = \frac{2,67 \cdot 10^4 N \cdot m}{0,09 m} = 296,67 \text{ KN}$$

$$a \geq \frac{F_{ed}}{L_w \cdot f_{wd}} \rightarrow \frac{296,67}{180 \cdot 0,23} \rightarrow a \geq 7,16 \text{ mm}$$

Comprobando la segunda hipótesis:

$$a \leq 0,7 \cdot e_0$$

siendo: e_0 = el espesor mínimo al que está sometida la soldadura

$$a \leq 0,7 \cdot 12 \text{ mm} = 8,4 \text{ mm}$$

De ambas hipótesis se obtiene por tanto que el espesor debe ser mayor que 7,16 mm pero menor que 8,4 mm, por lo que se toma un espesor de garganta de 8 mm.

1.11.5 Taco químico

Para el caso del taco químico se ha considerado el taco químico Vinylester de alta resistencia (2000 kg) de la marca Ceys o uno similar.

Las características del mismo se pueden ver en la ficha técnica.

FICHA TÉCNICA

Edición: 11/01/06
Últ. revisión: 03/09/12



PRODUCTO

**Taco Químico
Vinylester Ceys**

PRESENTACIONES Refs. SAP

Cartucho 300 ml
901620



Descripción

Anclaje químico bicomponente en base resina de vinylester sin estireno ni ftalato y con catalizador. El producto se presenta en cartucho estándar aplicable con pistola tradicional.
Admite altas cargas.
Aplicaciones sobre soportes huecos y soportes compactos.

Características Técnicas

- No expande permitiendo anclajes en soportes frágiles o cerca de una esquina.
- Gran capacidad de carga.
- Resiste las vibraciones y la intemperie.
- Protege los anclajes de la degradación por los agentes climáticos.

Tabla de endurecimiento

Temperatura	Tiempo Manipulado	Secado Final	Secado Final (Húmedo)
-10°C ¹⁾	90 min	24 h	
-5°C	90 min	14 h	28 h
0°C	45 min	7 h	14 h
+5°C	25 min	2 h	4 h
+10°C	15 min	80 min	160 min
+20°C	6 min	45 min	90 min
+30°C	4 min	25 min	50 min
+35°C	2 min	20 in	40 in

¹⁾ Para instalaciones en material base entre -10°C y -5°C el cartucho debe ser templado a una temperatura de +15°C a +25°C.

FICHA TÉCNICA

Edición: 11/01/06
Últ. revisión: 03/09/12



Resistencia a cargas

Performance data - concrete (Threaded rod)¹⁾

TENSION LOADS - Design method A acc. to EOTA Technical Report TR 029, characteristic values for tension loading

Anchor size (Threaded rod)			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30	
Steel failure											
Characteristic tension resistance, Steel, zinc plated or hot dip, property class 5.8	N_{Rk}	[kN]	16	29	42	78	122	176	250	280	
Characteristic tension resistance, Steel, zinc plated or hot dip, property class 8.8	N_{Rk}	[kN]	29	46	67	125	196	282	368	449	
Partial safety factor	γ_{Mk}		1,50								
Characteristic tension resistance, Stainless steel A4 and HCR	N_{Rk}	[kN]	26	41	59	110	172	247	290	281	
Partial safety factor	γ_{Mk}		1,67							2,86	
Pullout and concrete cone failure²⁾											
Characteristic bond resistance in non-cracked concrete											
Temperature range ³⁾ : 40°C/24°C	$N_{Rk} - N_{Rk}^*$	[kN]	20,4	33,9	49,7	75,4	128	174	242	237	
Temperature range ³⁾ : 80°C/50°C	$N_{Rk} - N_{Rk}^*$	[kN]	15,4	25,4	37,3	56,5	96,1	135	159	171	
Temperature range ³⁾ : 120°C/72°C	$N_{Rk} - N_{Rk}^*$	[kN]	10,4	17,6	25,8	39,1	66,4	90,3	110	123	
Partial safety factor	$\gamma_{Mk} = \gamma_{Mk}$		1,8								
Embedment depth	h_{ef}	[mm]	80	90	110	125	170	210	250	270	
Edge distance	c_{min}	[mm]	52	126	152	188	253	291	312	329	
Axial distance	s_{min}	[mm]	2 x c_{min}								
Increasing factors for non-cracked concrete ⁴⁾			$(f_{ct,cr})/1,42$								
Splitting failure											
Edge distance	c_{top}	[mm]	$c_{top} \geq 3 h_{ef}$ ($2,5 \cdot h_{ef}$) $\leq 3,4 h_{ef}$								
Axial distance	s_{top}	[mm]	2 x c_{top}								
Partial safety factor	γ_{Mk}		1,8								

The data in this table are intended to use together with the design provisions of TR029

1) For more details, as well as values in water cured concrete see ETR 029 / 0232.

2) Shall be determined acc. to this table or to TR 029. The smaller value is decisive.

3) Short term temperature/ Long term temperature. Long term concrete temperatures are roughly constant over significant periods of time. Short term elevated temperatures are those that occur over brief intervals, e.g. as a result of diurnal cycling.

FICHA TÉCNICA

Edición: 11/01/06
Últ. revisión: 03/09/12



Parámetros de instalación

Setting parameter - concrete

Anchor size (Threaded rod)		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
Edge distance	C_{ed} [mm]	92	126	152	188	253	291	312	329
Min. edge distance	$5.0 \times d$ C_{ed} [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
Axial distance	S_{ax} [mm]	184	252	304	376	506	582	624	658
Min. axial distance	$5.0 \times d$ S_{ax} [mm]	40	50	60	80	100	120	135	150
Embedment depth	h_e [mm]	80	90	110	125	170	210	250	280
Min. part thickness	h_{min} [mm]	$h_e + 30$ mm			$h_e + 20$				
Anchor diameter	d [mm]	8	10	12	16	20	24	27	30
Drill diameter	d_2 [mm]	10	12	14	18	24	28	32	35
Installation torque	T_{inst} [Nm]	10	20	40	60	120	150	200	250

Resistencia al fuego

	F30	F60	F90	F120
M8	<190	<85	<55	<40
M10	<450	<210	<135	<100
M12	<600	<300	<200	<150
M16	<1100	<660	<490	<400
M20	<1600	<900	<640	<500

Resistencia máxima de anclaje en hormigón (kg).

Rendimiento

RENDIMIENTO SOPORTES COMPACTOS

Diámetro anclaje	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
Diámetro agujero [mm]	10	12	14	18	24	28	35
Profundidad [mm]	80	90	110	125	175	210	280
Anclajes/cartucho 300 ml	80	49	30	16	6	4	2

RENDIMIENTO SOPORTES HUECOS

Diámetro anclaje	M8	M10	M12	M16
Diámetro agujero [mm]	10	12	14	18
Tamaño Tamiz	13x85	13x85	13x85	18x85
Anclajes/cartucho 300 ml	24	24	24	13

FICHA TÉCNICA

Edición: 11/01/06
Últ. revisión: 03/09/12



Aplicaciones	<ul style="list-style-type: none">- Anclaje de elementos luminosos o de señalización.- Fijación de maquinaria.- Fijación de escaleras.- Anclaje de seguridad de toldos o antenas.- Fijación de varillas, pernos, etc. y elementos metálicos en construcción.
Modo de Empleo	<p>SOPORTES HUECOS</p> <ul style="list-style-type: none">- Limpiar bien el soporte mediante cepillo y/o bomba de aire.- Colocar el tamiz correspondiente.- Aplicar taco químico, desechando la primera mezcla del producto hasta que se extruya de un color gris uniforme, rellenando el tamiz en su totalidad.- Colocar el elemento mecánico de fijación girándolo.- Tiempo de carga: consultar tabla de endurecimiento. <p>SOPORTES COMPACTOS</p> <ul style="list-style-type: none">- Limpiar bien el soporte mediante cepillo y/o bomba de aire.- Aplicar taco químico, desechando la primera mezcla del producto hasta que se extruya de un color gris uniforme, rellenando el agujero en un 60%.- Colocar el elemento mecánico de fijación girándolo.- Tiempo de carga: consultar tabla de endurecimiento.
Disolución y limpieza	<p>El producto es extremadamente resistente a los disolventes una vez endurecido. Eliminar con acetona o disolventes polares antes de su endurecimiento y mediante medios mecánicos si éste ha endurecido.</p>
Almacenaje	<p>Caducidad: 12 meses, conservado entre 10°C y 25°C, en su envase original y protegido de la luz solar o la humedad.</p>
Otros datos de interés	<p>HOMOLOGACIÓN EUROPEA: PRODUCTO NORMALIZADO PARA APLICACIONES QUE IMPLIQUEN RIESGOS ELEVADOS GARANTIZANDO LA MÁXIMA SEGURIDAD DE ANCLAJE.</p>

1.12 CONCLUSIÓN

Expuestas en este Proyecto las razones que justifican la necesidad del montaje de dicha instalación, cuyas características quedan recogidas en el mismo, se solicita la **autorización administrativa previa, aprobación del proyecto de ejecución y declaración de utilidad pública.**

Cáceres, julio de 2023


HEMAG S.A.
ARAGONÉS, 14
28108 - ALCOBENDAS (MADRID)
CIF: A-28637817

2 PLANOS

2.1 LISTA DE PLANOS

- **Plano de Situación y Emplazamiento 1**
- **Plano de Perfil y Planta 2**
- **Detalle de Placa Anclaje 3**