

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

Código: **IT.10278**

Edición: **1**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

	Página
1. Objeto	3
2. Alcance	3
3. Documentos de referencia	4
4. Definiciones	4
5. Responsabilidades	7
6. Memoria	7
7. Presupuesto.	83
8. Planos.	84
9. Relación de Anexos	86
Anexo 00: Histórico de revisiones	87
Anexo 01: Reglamento de Servicio.	88
Anexo 02: Pliego de Condiciones Técnicas.	91
Anexo 03: Normas de Prevención de Riesgos Laborales y Protección Medioambiental.	113
Anexo 04: Proyecto Específico.	122



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

1. Objeto

El objeto del presente PROYECTO TIPO, es justificar todos los datos constructivos que permitan la ejecución de cualquier obra que responda a las características señaladas anteriormente, sin más que aportar para cada proyecto concreto, que las particularidades específicas del mismo (croquis de ubicación y planeamiento, relación de propietarios afectados y cruzamientos, presupuestos, etc.). Se incluye la información para el diseño, suministro y montaje del mensajero y cables antes citados, así como de los accesorios metálicos para cable aéreo con espaciadores, postes y elementos varios para sistemas eléctricos, con neutro sólidamente puesto a tierra.

Así mismo, servirá para la tramitación oficial de cada obra, para su autorización administrativa, autorización de ejecución y la inmovilización de bienes en el registro contable en la empresa, sin más requisitos que la presentación de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente PROYECTO TIPO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2, Y 34,5 kV CON CONDUCTOR FORRADO.

2. Alcance

Este PROYECTO TIPO, se aplicará al diseño general y cálculo de los diferentes elementos que intervienen en la construcción de líneas eléctricas aéreas con cables forrados, con base a conductores de Aluminio 1/0 AWG: 266,8 kcmil y 477 kcmil; AAC, con aislamiento suspendido o fijo donde sea requerido, frecuencia nominal de 60 Hz y tensiones nominales de 13.2 y 34.5 kV, en postes de hormigón pretensado, metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El ámbito de aplicación previsto se circunscribe a zonas arborizadas donde las líneas aéreas demandan un mantenimiento de poda constante, zonas de alta contaminación salina, sin limitarse en la práctica exclusivamente a ellas. Estas instalaciones tendrán la capacidad de soportar por sí mismas, el peso y contacto con ramas de tamaño moderado y el de sostener la línea en caso de rotura de un poste. También deberá posibilitar por períodos cortos, el contacto entre fases y entre fase y tierra sin salir de servicio.

Para su aplicación, al proyectar una obra concreta de esta índole, deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Longitud y topología de la línea y potencia a transportar.
- b) Máxima caída de tensión porcentual admisible hasta las distintas cargas.
- c) Factores de potencia de las distintas cargas.
- d) Accesibilidad media al trazado de la línea para el acopio de los postes.
- e) Características de la red existente a la que ha de ser conectada.
- f) Consideraciones económicas.
- g) Consideraciones ambientales.
- h) Limitaciones mecánicas.

Los tres (3) primeros puntos están íntimamente ligados y conducen a distintos valores de "momento eléctrico" (ponderación cuantitativa de la combinación de carga servida y su línea



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

de suministro), que dependerán de la caída de tensión admisible y del factor de potencia de la carga a servir.

Ha de tenerse en cuenta, que la potencia a considerar debe ser aquella que se prevea, ha de transportar la línea, al menos a mediano plazo, determinada por un anteproyecto general o por aumentos de demanda previsibles.

En cuanto a la longitud y la topología de la línea, también se deberá tener en cuenta si se prevé o no prolongar la línea en el futuro y la situación de los nuevos puntos de suministro.

Respecto al punto d) y como norma general, se elegirá el presente PROYECTO TIPO cuando la accesibilidad al trazado de la línea no presente especiales dificultades.

Todos los cálculos y detalles de diseño que no estén expresamente detallados o calculados en el presente Proyecto Tipo deberán ser incluidos y justificados en el Proyecto Específico y los planos del proyecto correspondiente.

3. Documentos de referencia

En la redacción del presente PROYECTO TIPO se han tenido en cuenta, en lo aplicable, la siguiente documentación técnica:

- ASTM B 400: Standard Specification for Compact Round Concentric – Lay Stranded Aluminum 1350 Conductors.
- ASTM B 231: All Aluminum Concentric-Lay Class AA and A Stranded Bare Conductors Area, Weight, and Strength of AWG and kcmil Sizes Physical Properties.
- National Electrical Safety Code (NESC-2017)
- Reglamento Estructural Panameño (REP-2014).
- American Society for Testing and Materials (ASTM).
- IEEE 142-20014: Recommended Practice For Grounding of Industrial and Commercial Power systems.
- IEC 60228: Conductors of Insulated Cables.
- American National Standards for Electric Power Systems and Equipment-Voltage Ratings (60Hz) (ANSI C84.1-2016).

4. Definiciones

AAAC: Conductor de Aleación de Aluminio 1350.

ACSR: Conductor con alma de Acero e hilos externos de Aluminio 1350.

Acto Inseguro: Violación de una norma de seguridad ya definida.

Aislador: Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra.

Alambre: Hilo o filamento de metal, trefilado o laminado, para conducir corriente eléctrica

Anclaje: Poste cuya función es contener ó evitar la propagación de una falla como consecuencia de la rotura de un conductor



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

Armado: Conjunto de materiales cuya función es sostener los conductores en el poste, definiendo la ubicación espacial de los mismos.

BIL: Nivel básico de aislamiento ante impulsos tipo rayo.

Cable: Conjunto de alambres sin aislamiento entre sí y entorchado por medio de capas concéntricas.

Cable Apantallado: Cable con una envoltura conductora alrededor del aislamiento que le sirve como protección electromecánica. Es lo mismo que cable blindado.

Cable de Neutro: Cable ACSR desnudo, por lo general (1/0) AWG. Se conectará directamente al sistema de Puesta a Tierra según especificaciones de este Proyecto Tipo.

Cantón: Conjunto de vanos comprendidos entre dos postes con cadenas de amarre, donde se tiende y se regula el conductor.

Carga: La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

Cargabilidad: Límite térmico dado en capacidad de corriente, para líneas de transporte de energía, transformadores, etc.

Capacidad De Corriente: Corriente máxima que puede transportar continuamente un conductor o equipo en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

Capacidad Nominal: El conjunto de características eléctricas y mecánicas asignadas a un equipo o sistema eléctrico por el diseñador, para definir su funcionamiento bajo unas condiciones específicas. En un sistema la capacidad nominal la determina la capacidad nominal del elemento limitador.

Capacidad o Potencia Instalada: También conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución.

Cimentación: Obra civil cuya función es transmitir las cargas de los postes al suelo, distribuyéndolas de manera que no superen su presión admisible.

Condición Insegura: Circunstancia potencialmente riesgosa que está presente en el ambiente de trabajo.

Conductor Mensajero: Conductor de alta resistencia mecánica utilizado en las líneas aéreas en conductor forrado como soporte de los espaciadores que se usan para sostener y separar los conductores de fase. El cable mensajero también se utiliza como conductor de neutro continuo el cual se debe conectar a tierra.

Corriente Eléctrica: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

Curvas De Plantillado: Curvas que muestran la geometría del conductor tendido. Se utilizan durante la etapa de distribución de postes a lo largo del perfil longitudinal de la línea, para comprobar los requerimientos de distancias eléctricas de seguridad e identificar los postes sometidos a tracción ascendente.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Eolovano: Distancia para determinar la carga transversal debido a la acción del viento sobre los conductores. Se calcula como la semisuma de las longitudes de los vanos anterior y posterior.

Espaciadores: Elementos suspendidos del cable mensajero cuya función principal es la de sostener y dar la separación adecuada a los conductores de fase. Estos elementos son fabricados en polietileno de alta densidad.

Flecha: Distancia vertical máxima en un vano, entre el conductor y la línea recta horizontal que une los dos puntos de sujeción.

Fusible: Componente cuya función es abrir, por la fusión de uno o varios de sus componentes, el circuito en el cual está insertado

Gravivano: Distancia para determinar la carga vertical debido al peso propio del conductor.

Hipótesis De Cálculo Mecánico: Conjunto de los casos climáticos más representativos a los que estaría expuesto el conductor de la línea. Corresponden a combinaciones de temperaturas y sobrecargas durante las cuales se espera que el conductor trabaje dentro de unos límites de tensión mecánica específicos.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc

Niveles De Contaminación: Equivale al grado de contaminación ambiental al que se encuentran expuestas las líneas de distribución. Los niveles se definen de acuerdo al grado de exposición de las líneas a la salinidad marina, contaminación industrial, polución, etc.

Proyecto Específico: Es un documento que hace parte del proyecto tipo. Establece un modelo para el diseño de una línea que regula: presentación de los cálculos eléctricos y mecánicos, presentación de planos, informe de cruzamientos y paso por zonas, presupuesto de obra, etc.

Puesta A Tierra: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

Sistema Eléctrico: Conjunto de medios y elementos útiles para la generación, transporte, distribución y uso final de la energía eléctrica.

Tabla De Cálculo Mecánico: Tabla que indica las tensiones y flechas que presenta el conductor, para distintos valores de vano regulador, en cada una de las hipótesis de cálculo mecánico.

Tabla De Regulación: Tabla que indica las tensiones con las que se deberá tender el conductor en un cantón determinado, bajo las condiciones climáticas señaladas en la Tabla de Tendido. Además, indica el valor de la flecha que se espera en cada vano que conforma el cantón.

Tabla De Tendido: Tabla que indica las tensiones y flechas que presenta el conductor, para distintos valores de vano regulador, en aquellas condiciones climáticas establecidas (temperaturas sin sobrecarga) para el tendido en un cantón de la línea.

Tense Normal: Surge de aplicar las condiciones iniciales en la tensión del conductor.

Tensión De Servicio: Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimado, esperado o medido.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

Vano: Distancia horizontal entre postes contiguos en una línea de distribución.

Vano Regulador: Vano a considerar para obtener la tensión mecánica que se debe dar al conductor en un cantón, de manera que se puedan obtener las tensiones y flechas en todos los vanos individuales, para cualquier condición climática que se presente en la línea.

5. Responsabilidades

- **Centro de Proyectos/Diseñadores propios, contratados o de terceros**
 - Realizar el diseño y cálculo de los proyectos de red aplicando los criterios establecidos en el presente documento, las normas nacionales e internacionales de referencia aplicables y la buena práctica de la ingeniería.
 - Elaborar el Proyecto Especifico, planos y presupuesto según lo establece este Proyecto Tipo.
- **Unidades Operativas de Zona, Sectores y Proyectos de Red.**
 - Supervisar que las unidades ejecutaras construyan las obras según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
- **Unidades de Ejecutoras propias, contratadas o de terceros.**
 - Ejecutar la obra según el diseño aprobado, aplicando el Reglamento de Servicio y el Pliego de Condiciones Técnicas del presente Proyecto Tipo.
 - Atender las normas de prevención de riesgos laborales y prevención medioambiental establecidas en este Proyecto Tipo así como las leyes y normas nacionales que apliquen a la actividad.
- **Unidades de Planificación, Calidad y Seguridad de Gestión del Sistema de Distribución.**
 - Responsables planificar y realizar el aseguramiento de la calidad y seguridad de los proyectos y obras que apliquen, siguiendo los criterios del presente Proyecto Tipo.
- **Unidad de Normativa**
 - Responsable de velar por el mantenimiento y actualización de este documento.

6. Memoria

6.1. Líneas Aéreas con Conductor Forrado y Tensiones Nominales de 13,2 y 34,5 kV.

Las líneas aéreas que se diseñen con cable forrado, serán para circuitos de media tensión de tres fases por circuito y hasta cuatro (4) circuitos por poste.

Las líneas se diseñarán para zonas arborizadas para reducir el número de interrupciones relativas a falta de poda o a contactos con ramas o animales al igual que en zonas de alta contaminación salina. Éstas podrán emplazarse en zonas urbanas o rurales.

Como primera opción se usarán los postes de hormigón y en las áreas de difícil acceso, se utilizarán los postes metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



El sistema de distribución con cable forrado deberá sustituir cuando sea requerido, los sistemas de media tensión con conductores aéreos desnudos, y deberá tener la capacidad de soportar el peso de ramas de moderado tamaño y la fricción de las mismas contra el conductor. El sistema deberá soportar el contacto de fase a fase, y fase a tierra por períodos cortos sin ocasionar interrupciones.

Este sistema debe ser capaz de operar usualmente a temperatura ambiente, desde 2°C hasta 40°C. El Cable debe ser suministrado para trabajar hasta a 90°C en condiciones normales, 110°C en condiciones de emergencia y hasta a 200°C bajo condiciones de cortocircuito en un tiempo de (5s).

6.1.1. Tensiones Nominales del Sistema.

Tabla 1.
Tensiones Nominales del Sistema.

Tensión Nominal del Sistema kV.	Tensión Mínima de Servicio kV	Tensión Máxima de Servicio kV.
13,2	12,54	13,86
34,5	32,78	36,23

Valores tomados de la Norma ANSI C84.1-2016: Establece las tensiones nominales del sistema.

6.2. Características Generales.

Las características generales comunes en todos los Proyectos Específicos que se realicen según el presente Proyecto Tipo serán las indicadas a continuación.

6.2.1. Conductores de Fase.

El material conductor será aluminio 1350-H19 (Configuración Tricapa). Los conductores deberán ser de trenza redonda compactada según la norma ASTM B 400. El sentido del giro para todas las capas será el derecho. El cable deberá ser clase A o AA para el conductor 1/0 AWG. El alambre central deberá llevar marcado en bajo relieve a intervalos de 300 mm el nombre del fabricante y año de fabricación. Las secciones normales están indicadas en la siguiente tabla.



Tabla 2.
Características de los Conductores Forrados.

Denominación	AAC 1350-H19 PROTEGIDO 477 kcmil		AAC 1350-H19 PROTEGIDO 266.8 kcmil		AAC 1350-H19 PROTEGIDO 1/0 AWG	
Norma de Referencia	ASTM B-400		ASTM B-400		ASTM B-400	
Clase	A		A		A-AA	
Sección del conductor	477 kcmil		266, 8 kcmil		1/0 AWG	
Sección del conductor (mm ²)	242		135		53,5	
Nivel de tensión	15 kV	35 kV	15 kV	35 kV	15 kV	35 kV
Diámetro nominal alambres (mm)	2,85 / 4,19		2,52 / 3,79		3,02	
Nº mínimo de alambres	19		19		7	
Diámetro nominal conductor (mm)	18,3		13,6		8,53	
Masa del aluminio (daN/m)	0,654		0,366		0,144	
Carga de rotura (daN)	3720		2210		885	

6.2.2. Características Eléctricas.

Las características eléctricas principales de los conductores de fase se indican en la tabla siguiente:

Tabla 3.
Características Eléctricas de los Conductores.

Sección del conductor	Resistencia (Ω /km)		Corriente Permitida A	
	DC 20°C	AC 75°C	15 kV	35 kV
477 kcmil	0,119	0,146	582	550
266,8 kcmil	0,213	0,260	408	386
1/0 AWG	0,539	0,659	232	221

- Los valores de la resistencia están basados en conductor AAC 1350-H19.
- La corriente nominal a transportar por el conductor a temperatura de 25°C, velocidad de viento de 2.18 km/h (2 pies), con sol.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



6.2.3. Conductor Mensajero.

El cable mensajero será de acero recubierto de aluminio (Alumoweld) de calibres 7N°8 y/o 7N°6 AWG según convenga al proyecto que se está desarrollando. El cable Alumoweld se ajustará a lo establecido en la norma ASTM B 416.

Tabla 4.
Características del Conductor Mensajero.

Sección del conductor	Diámetro del Alambre (mm)	Diámetro del Conductor (mm)	Alambres de Alumoweld (No x diá mm)	Sección Nominal del Cable (mm ²)	Peso (daN/m)	Fuerza de Rotura (daN)
7 N°8 AWG	3,263	9,805	7 x 3.263	58,561	0,383	7086
7 N°6 AWG	4,115	12,344	7 x 4.115	93,097	0,608	10200

6.2.4. Espaciadores.

Los espaciadores serán construidos con la suficiente resistencia mecánica como para soportar a los conductores de fase a intervalos de 9,14 metros. Sostendrán a los conductores en configuración romboidal.

Tabla 5.
Características de los Espaciadores.

Espaciador	Dimensiones (mm)		Separación entre Conductores (mm)			Distancia de fuga (mm)	Tensión de Operación kV
	Ancho del Espaciador	Altura del Espaciador	Fase - Neutro	Fase - Fase	Fase - Fase		
Espaciador es Pinzas Ajustable	419,1	596,9	215,9	203,2	203,2	273,05	15
Espaciador es Pinzas Ajustable	520,7	736,6	304,8	292,1	292,1	444,5	35

Material.

El espaciador estará moldeado en polietileno de alta densidad resistente al tracking color gris y responderá a la especificación ASTM D-1248 para el Tipo III, Clase D, Categoría 4, Grado E9 o J4. La constante dieléctrica del espaciador será igual a la de la aislación del cable.



6.2.5. Anillos Sujetadores:

Se denominan de ésta forma a los elementos para sujetar los cables de energía y el mensajero a los espaciadores. Para los sistemas de 13.2 kV. El espaciador deberá contar con un sistema de sujeción mecánico integrado al cuerpo de la pieza. Para los sistemas de 34.5 kV se utilizará el mismo método de sujeción del conductor mediante mecanismo de cierre que sostenga el conductor.

6.2.6. Aisladores

El aislamiento se realizará mediante aisladores de suspensión para ángulos fuertes, amarres y finales de línea y mediante aisladores perno rígido para los postes de alineación y pequeños ángulos. Todos ellos se definen en la correspondiente Especificación Técnica de Materiales.

Los aisladores para perno rígido deberán ser moldeados en polietileno de alta densidad, 100 % reciclables, resistente al tracking, de color gris. Los aisladores tendrán características eléctricas y mecánicas iguales o superiores a los especificados por la norma ANSI C29.5 Clase 55-7 para sistemas de 35 kV (donde la cabeza del pin es de un diámetro de 1.375" (34.92 mm)) y ANSI C29.5 Clase 55-3 o 55-4 para sistemas de 13,8 kV (donde la cabeza del pin es de un diámetro de 1" (25.4 mm)).

Los distintos herrajes adecuados al conductor y al tipo de elemento aislador que se utilice, también quedarán definidos por las correspondientes Especificaciones Técnicas.

Las características principales de aisladores y herrajes se indican en el apartado 6.6 "Aislamiento" del presente documento y su colocación y uso se muestra en los planos de montaje del Apartado N° 8 "Planos".

6.2.7. Postes.

Los postes serán mayormente de hormigón; en casos específicos y sujetos a previa aprobación se utilizarán postes de chapa metálica o de poliéster reforzado con fibra de vidrio por su versatilidad en el armado.

Los postes a utilizar, deberán poseer la resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar y estarán descritos en las respectivas Especificaciones Técnicas.

6.2.8. Cimentaciones.

Según los esfuerzos mecánicos que deban soportar el poste y el tipo de terreno en el cual se va a instalar, se deberá hincar el poste, de la siguiente manera:

- **Cimentación básica:** se realizará introduciendo el poste directamente en el terreno en un hoyo realizado para tal fin y, posteriormente, rellenando el hueco restante mediante capas alternas de grava y tierra, que será apisonadas (compactadas) para darle consistencia a la cimentación. Esta cimentación sera de uso prioritario si el terreno ofrece las características para soportar los esfuerzos a los que será sometido el poste.



- **Cimentación con hormigón:** cuando las características del terreno y los esfuerzos mecánicos que deba soportar el poste así lo aconsejen, se utilizará mediante un macizo de hormigón de forma prismática. Para realizar este tipo de cimentación también se introducirá el poste en un hueco excavado para tal fin, pero dicho hueco se rellenará con hormigón, para conseguir una cimentación más firme del poste. En el caso de postes metálicos, el poste irá atornillado en pernos firmemente unidos a la cimentación, o puede ser empotrado en el terreno como los postes de otros materiales.

El procedimiento de cálculo y las características de las cimentaciones se indican en el apartado 6.9 “cimentaciones” del presente documento y en los planos de cimentaciones incluidos en el Apartado N° 8 “Planos”.

Los resultados de dichos cálculos particularizados para el rango de postes a utilizar se indican en el Anexo IT-09318-AX-05 “Tabla de Cimentaciones”.

6.2.9. Retenidas.

Será prioritario el uso de los postes con retenidas en este proyecto tipo, permitiéndose solo estructuras o postes auto soportados en aquellos casos justificados y en los que no sea posible la utilización de postes con retenidas, previa autorización de Naturgy Panamá..

Las retenidas se usarán en los casos donde los esfuerzos sean superiores a los definidos en los postes normalizados, y deberán estar protegidas para evitar el escalamiento de animales a través de ellas, manteniendo protección contra la vida silvestre.

El cálculo y las características de las retenidas se indican en el apartado 6.10 “Retenidas” del presente documento y en los planos de cimentaciones incluidos en el Apartado N° 8 “Planos”.

6.2.10. Puesta a Tierra.

Los elementos metálicos instalados en el poste, equipos y demás partes que puedan energizarse; deberán de estar efectivamente conectados al sistema de puesta a tierra.

La puesta a tierra de los postes se realizará con electrodos de difusión vertical. El método del anillo cerrado alrededor del poste se utilizará en los Centros de Transformación y en los postes donde se tengan instalados equipos de maniobra y/o comunicación.

Se recomienda la instalación de conectores con estribos a ambos lados de los postes de anclaje y ángulo de manera que se puedan utilizar para aterrizar la línea en caso de operaciones o descargos para mantenimiento. Los estribos de cada fase deben estar espaciados al menos 300mm de cualquier estructura a tierra, separadores, herrajes, empalmes etc. En caso de utilizarse conectores cuña con estribo, se debe restituir el aislamiento una vez instalados.



Las características principales de las diferentes puesta a tierra de los postes se indican en el Apartado 6.11 “Puesta a tierra” del presente documento y en los planos adecuados del Apartado N° 8 “Planos”.

6.2.11. Descargadores de Sobretensión (DPS).

Cuando se tengan: transiciones aéreas / subterráneas, instalados equipos de comunicación, transformadores, equipos de maniobra o medida deberán estar protegidos por descargadores de sobretensión utilizados conjuntamente con elementos fusibles. En condiciones severas se puede requerir el uso de dispositivos adicionales tales como descargadores auxiliares, bobinas de drenaje, etc.

El conductor bajante a tierra de los descargadores de sobretensión podrá conectarse al conductor mensajero multiaterrizado.

Las características principales de los DPS Polimérico Óxido de Zinc para la tensión nominal de 13,2 y 34,5 kV se encuentran en las Especificaciones Técnicas correspondientes

6.2.12. Dispositivos de Maniobra y Protección.

Los dispositivos de maniobra son aquellos elementos que se emplean para conectar o desconectar partes de la red. A su vez, los dispositivos de protección ante condiciones indeseadas tales como sobrecargas, cortocircuitos, etc. desconectan automáticamente la menor parte posible de la red, evitando daños a las instalaciones “aguas arriba” de la falla o situación anormal además de evitar, en la medida de lo posible, interrupciones del servicio. Serán los siguientes:

- Seccionador fusible de expulsión (cut out).
- Fusible.
- Seccionador unipolar.
- Autoseccionador (seccionalizador).
- Reconectador (recloser).
- Interruptor / Interruptor telecontrolado.
- Pararrayos.

6.2.12.1. Dispositivos de Maniobra.

Las partes en tensión de estos dispositivos de intemperie estarán siempre situados a una altura del suelo superior a cinco metros, que los haga inaccesibles en condiciones normales, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad. Sus características serán las adecuadas a las del punto de la red donde hayan de instalarse.

- a. Interruptor: Permite la apertura o cierre de la intensidad nominal.
- b. Seccionador: Son capaces de abrir o cerrar un circuito por el que circulan corrientes despreciables.



6.2.12.2. Dispositivos de Protección.

Además de las protecciones existentes en cabecera de línea, cuyas características y disposición se recogerán en el proyecto de la subestación suministradora, se dispondrán las protecciones necesarias de acuerdo con lo definido en el documento “Criterios de arquitectura de red MT Panamá”. Estas serán:

a. Reconectador (recloser).

Adjunto a esta memoria se encuentra EETT Reconectador trifásico y monofásicos para niveles de tensión 13,2 y 34,5 kV y corriente nominal de 600 y 400 A

b. Autoseccionador (seccionalizadores).

c. Seccionador fusible de expulsión (cut out).

d. Fusible.

e. Pararrayos.

Las características principales de los sistemas de protección y de los dispositivos de maniobra se indican en las correspondientes Especificaciones Técnicas.

En el documento “Criterios de Arquitectura de Red MT Panamá.” se señala en qué situaciones se instalarán los dispositivos descritos en este apartado, mientras que en los planos adecuados del Apartado N° 8 Planos se muestra su montaje.

6.2.13. Derivaciones.

Todas las derivaciones se realizarán utilizando el poste más cercano al lugar donde se quiera situar dicha derivación, empleando para las conexiones los conectores de cuña a presión adecuados y colocando los elementos de protección y maniobra indicados en el documento “Criterios de Arquitectura de Red MT Panamá”

Los ramales y/o derivaciones que se hagan a partir del circuito principal, se deberán construir en un calibre igual o menor al que se encuentra instalado en el circuito principal. En caso contrario, se estudiará y aprobará la utilización de conductores con un calibre diferente al instalado en el circuito principal.

Los conectores de derivación deben ser adecuados para cable forrado o en caso de utilizar conectores cuña, se debe retirar el forro o protección sólo de la sección del cable en donde se va a instalar el conector y posterior a su instalación se debe restituir el aislamiento.

La descripción del montaje de los distintos elementos utilizados en las derivaciones se indica en los planos de montaje correspondientes del Apartado N° 8 “Planos”.



6.2.14. Numeración y Avisos de Peligro.

En cada poste se marcará el número de orden que le corresponda, comenzando por el origen de la línea que normalmente será la subestación.

La etiqueta de marcación del poste se instalarán a una altura no menor de 2,5 m ni mayor de 5 m, así se facilita la visualización por parte del personal operativo desde el vehículo. Adicional a la etiqueta del poste deberá en caso de tener instalado un equipo o elemento instalado en el mismo poste la etiqueta de este.

El tipo y ubicación de las etiquetas para cada equipo estará definido en la Instrucción Técnica de Matriculación de Estructuras y Equipos correspondiente.

6.3. Características Particulares.

Cada Proyecto Específico, diseñado basándose en el presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos característicos del mismo:

6.3.1. Memoria.

El formato de la Memoria del Proyecto Específico se ajustará al establecido en el Anexo 04 "Proyecto Específico". En ella se justificará la finalidad de la instalación, razonando su necesidad o conveniencia.

A continuación se describirá el trazado de la línea, indicando las provincias, distritos y corregimientos afectados.

Se pondrán de manifiesto las características particulares y la descripción de la instalación indicando la siguiente información:

- Tensión nominal.
- Frecuencia.
- Potencia máxima de transporte.
- Tipos de conductores y configuraciones.
- Nº de circuitos.
- Tipo de aisladores empleados.
- Zona climática de la línea.
- Tipos de postes utilizados.

Así mismo se adjuntarán una serie de cuadros que indicarán los resultados de los cálculos eléctricos y cálculos mecánicos, indicando la siguiente información técnica:

- Resistencia y reactancia por unidad de longitud.
- Corrientes de cortocircuito.
- Caídas de tensión.
- Pérdidas de potencia.



- Nivel de aislamiento.
- Distancias de los conductores al terreno.
- Distancia entre conductores.
- Resumen de postes.
- Resumen de vanos ideales de regulación.
- Tablas de regulación.
- Cálculo de eolovanos y gravivanos.
- Solicitaciones combinadas en poste.
- Cimentaciones y retenidas.
- Relación de postes con coeficientes de seguridad mecánico de poste, crucetas y aislamiento.

Se incluirá una relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones con los datos necesarios para su localización e identificación del propietario, entidad u organismo afectado.

6.3.2. Planos.

6.3.2.1. Plano de Situación y Emplazamiento.

El plano de situación representará el trazado de la línea en un plano a escala 1:50.000, 1:25.000 ó 1:10.000 en donde sea perfectamente identificable la situación y emplazamiento de la línea.

En caso necesario se podrán utilizar otras escalas equivalentes a las indicadas en función de la cartografía disponible en el país.

6.3.2.2. Plano de Perfil.

Todos los Proyectos Específicos que describan una línea rural incluirán, en el plano de perfil, la planta de la línea utilizando una escala 1:2.000 y el alzado utilizando una escala horizontal 1:2.000 y una escala vertical 1:500. Cuando el Proyecto Específico represente una línea urbana bastará con incluir el plano de planta de la línea.

El plano estará estructurado en hojas de formato normalizado para facilitar su manejo.

Se situarán en la planta todos los servicios que existan en una franja de terreno de 25 m de anchura (50 m para autopistas) a cada lado del eje de la línea, tales como calles, avenidas, carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas, de telecomunicación, teleféricos y edificios.

El plano de planta también incorporará los detalles de cruzamientos, paralelismos, pasos y demás situaciones, numerándose cada uno de ellos correlativamente y señalándose en cada uno de ellos el cumplimiento de las separaciones mínimas reglamentarias, empleándose las hojas del plano en



donde aparezcan estas situaciones en la elaboración de separatas de diversos organismos afectados.

Debajo del alzado de la línea se incluirá una tabla en la cual se indicará debajo de cada poste de la línea la numeración del, el perfil longitudinal, la longitud del vano, ángulo del trazado (si es aplicable al poste en cuestión), la distancia al origen y la altura del punto de aplicación tomando como referencia la cota + 0,00 m sobre el nivel del mar.

En cuanto a los postes, la nomenclatura a emplear para designarlos en los perfiles de las líneas se compone de tres grupos de signos, indicando cada uno de ellos los siguientes conceptos:

1° Grupo.

En este grupo se indicará en primer lugar la naturaleza del poste:

- H: Hormigón.
- C: Chapa Metálica.
- F: Fibra de Vidrio

A continuación se indicará la función del poste, de acuerdo con las siguientes nomenclaturas:

- AL: Poste de alineación.
- AG: Poste de ángulo.
- AC: Poste de anclaje.
- FL: Poste de final de línea.
- AE: Poste especial (se definirá expresamente en el proyecto).

2° Grupo.

En este grupo se indicará la altura del poste y su carga nominal, separados mediante una barra (XX/YYYY), y entendiendo el poste con coeficiente de seguridad reglamentario.

3° Grupo.

En este grupo se indicará el tipo de cruceta a disponer en el poste, el sistema de sujeción de los conductores así como el tipo de aislamiento de acuerdo con la siguiente nomenclatura.

- PC: Aisladores tipo poste instalados en cruceta.
- PD: Aisladores tipo poste instalados en cruceta doble.
- PS: Aisladores tipo poste instalados en soporte.
- CS: Aislador tipo cadena de suspensión
- Nivel de aislamiento.
- I: Nivel de aislamiento I (13,2 kV).
- II: Nivel de aislamiento II (34,5 kV).

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



- N: Aislamiento normal.
- R: Aislamiento reforzado.

Nota: En el Apartado 6.6 “Aislamiento” se expone la tabla con el nivel de contaminación en Panamá.

Ejemplo:

H AL – 12/1000 – PS I N.

Este código indicará un poste de hormigón de alineación de 12 m de altura y 1000 daN de esfuerzo útil con aisladores tipo poste, instalados en soportes y nivel de aislamiento de 13,2 kV aislamiento normal.

6.3.2.3. Otros Planos.

No será necesario incluir planos de ningún elemento constructivo: postes, aisladores, cimentaciones, puesta a tierra, etc., por ser los correspondientes al presente Proyecto Tipo, a no ser que se trate de postes o aplicaciones especiales que no estén reflejadas en este documento y sea necesaria su definición.

6.3.3. Presupuesto.

El Presupuesto del Proyecto Específico de la instalación se realizará siguiendo la estructura establecida en el Apartado N°7 “Presupuesto”, siendo el formato del mismo el establecido en el Anexo 04 Proyecto Específico.

6.4. Conductores.

6.4.1. Cálculo Eléctrico.

En el presente capítulo se indican los cálculos eléctricos a realizar en cualquier Proyecto Específico realizado según el presente Proyecto Tipo.

6.4.1.1. Resistencia.

El valor de la resistencia por unidad de longitud, en corriente continua y a la temperatura θ , vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R'_{\theta} = R'_{20} [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)] \dots (\Omega/\text{km})$$

Donde:

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω/km).

R'_{20} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C (Ω/km).

α_{20} : Coeficiente de variación de la resistividad a 20 °C en función de la temperatura ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

θ : Temperatura de servicio del conductor (°C).

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



La resistencia del conductor, por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura θ , vendrá dada por la siguiente expresión:

$$R_{\theta} = R'_{\theta} \cdot (1 + y_s) \dots (\Omega/\text{km})$$

Donde:

R_{θ} : Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura θ °C (Ω/km).

R'_{θ} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura θ °C (Ω/km).

y_s : Factor de efecto pelicular.

Los valores de R_{20} , R'_{20} , α_{20} e y_s para los distintos conductores normalizados serán los siguientes:

Tabla 6.
Resistencia de los Conductores Normalizados.

Conductor	477 kcmil	266,8 kcmil	1/0 AWG
R'_{20} (Ω/km)	0.1190	0.2130	0.5390
α_{20} ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)	0.0035	0.0035	0.0035
R'_{25} (Ω/km)	0.1211	0.2167	0.5484
R'_{50} (Ω/km)	0.1314	0.2352	0.5951
R'_{75} (Ω/km)	0.1417	0.2537	0.6419
y_s	0.0094	0.0094	0.0094
R_{75} (Ω/km)	0.146	0.260	0.659
R_{50} (Ω/km)	0.1326	0.2374	0.6007
R_{25} (Ω/km)	0.1222	0.2187	0.5535
R_{20} (Ω/km)	0.1201	0.2150	0.5441

Se tendrá en cuenta la configuración del poste en simple o doble circuito, de forma que en un doble circuito la resistencia del doble circuito será la mitad de la resistencia del simple circuito.

6.4.1.2. Reactancia Inductiva.

La reactancia de una línea trifásica, por unidad de longitud y por fase, para líneas equilibradas, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$X = 2\pi fL \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right)$$

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Donde:

X: Reactancia Inductiva en Ohmios por kilómetro.

f: Frecuencia de la red en Hercios.

L: Coeficiente de inducción mutua por unidad de longitud (H/km).

Además, el coeficiente de inducción mutua por unidad de longitud (L) vendrá dado por la expresión:

$$L = \left(k + 4,605 \log \frac{D_m}{r} \right) \cdot 10^{-4} \left(\frac{H}{km} \right)$$

D_m : Separación Media Geométrica entre conductores (mm).

r : Radio del conductor (mm).

K: Constante que, para conductores masivos es igual a 0,5 y para conductores cableados compuestos por 37 alambres toma el valor de 0,53.

Nota: El valor de D_m lo determinaremos a partir de la distancia que proporciona el espaciador elegido en cada caso.

Teniendo en cuenta las separaciones medias geométricas correspondientes y los valores de los diámetros de los conductores, las reactancias expresadas en ohmios por kilómetro serán:

Tabla 7.

Reactancia Inductiva Según Espaciadores Utilizados.

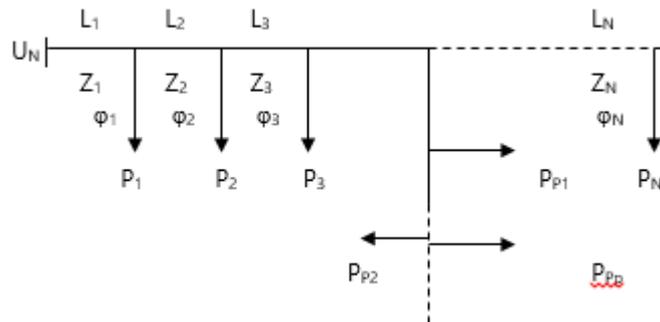
Sección del conductor	Reactancia Inductiva 25°C (Ω/km)	
	15 kV	35 kV
477 kcmil	0,2516	0,2789
266,8 kcmil	0,275	0,2924
1/0 AWG	0,3109	0,3385

6.4.1.3. Caída de Tensión.

Dadas las características particulares de distribución será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea, debido a las cargas que estén conectadas a lo largo de esta

Los cálculos serán aplicables a un tramo de línea, siendo la caída total de tensión la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



La aplicación de este método permite llegar a resultados aproximados muy útiles cuando se quieren tantear diferentes soluciones con distintas configuraciones de línea. Se supone que la carga está concentrada en el punto final de la línea.

Podemos expresar la caída de tensión en una línea trifásica como:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot Z \cdot L \quad (\text{V})$$

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \cdot L$$

Donde:

ΔU : Caída de tensión compuesta, expresada en voltios.

I : Intensidad de la línea en Amperios.

X : Reactancia por fase en Ohmios por kilómetro.

φ : Ángulo de fase.

L : Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta qué:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cos \varphi}$$

Donde:

P : Potencia transportada en kilovatios.

U : Tensión de la Línea en kilovoltios.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta será:

$$\Delta U\% = P \frac{L}{10 \cdot U^2 \cos \varphi} (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Simplificando la expresión:

$$\Delta U\% = P \frac{L}{10 \cdot U^2} (R + X \tan \varphi)$$

Se simplifica la expresión definiendo la siguiente variable:

$$\psi = R + X \tan \varphi$$

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Finalmente se calcula la caída de tensión en porcentaje:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot L \cdot \psi}{10 \cdot U^2}$$

Donde:

P: Potencia activa total consumida por la/s carga/s conectada/s a la línea (kW).

L: Longitud del tramo de línea (km).

Ψ : Impedancia del conductor entre el cos ϕ de la línea (Ω /km).

U: Tensión compuesta de línea (kV).

En la siguiente tabla se muestran los valores de caída de tensión para los diferentes conductores y tensiones, en función de la potencia consumida por las cargas y de la longitud del tramo de línea. Se ha supuesto que la impedancia de cada tramo de línea sólo depende de la longitud de dicho tramo.

Tabla 8.
Caída de Tensión Línea Trifásica.

Caída de Tensión en La Línea trifásica en (Δ %)				
Conductor	Tensión (kV)	cos $\phi=0.8$	cos $\phi=0.9$	cos $\phi=1$
477 kcmil	13,2	1,92X10 ⁻⁴ PL	1,54X10 ⁻⁴ PL	8,40X10 ⁻⁵ PL
	34,5	2,82X10 ⁻⁵ PL	2,25X10 ⁻⁵ PL	1,23X10 ⁻⁵ PL
266,8 kcmil	13,2	2,68X10 ⁻⁴ PL	2,26X10 ⁻⁴ PL	1,49X10 ⁻⁴ PL
	34,5	3,92X10 ⁻⁵ PL	2,30X10 ⁻⁵ PL	2,18X10 ⁻⁵ PL
1/0 AWG	13,2	5,12X10 ⁻⁴ PL	4,65X10 ⁻⁴ PL	3,78X10 ⁻⁴ PL
	34,5	7,50X10 ⁻⁵ PL	6,80X10 ⁻⁵ PL	5,54X10 ⁻⁵ PL

1. Los valores de la impedancia de la línea (Z) utilizados en la realización de esta tabla se han calculado utilizando el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75 °C (R₇₅) y la reactancia inductiva (X) separador de 203,200 mm,

6.4.1.4. Potencia a Transportar.

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor y por la caída de tensión máxima que se fija en el documento "Criterios de Arquitectura de Red MT Panamá".

La máxima potencia de transporte de una línea trifásica, limitada por la intensidad máxima admisible, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{max} = m \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos \phi \quad (\text{kW})$$

Donde:



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

P_{max} : Potencia máxima que puede transportar la línea (kW).

m : N° de circuitos (1 o 2)

U : Tensión nominal compuesta de la línea.

I_{max} : Intensidad máxima admisible del conductor. (A)

$\cos \varphi$: Factor de potencia medio de las cargas receptoras.

Hay que tener en cuenta que el punto crítico de la línea es el tramo situado antes de la primera carga, ya que después de esta la intensidad que circulará por la línea siempre será menor. En el caso de ramificaciones sucederá lo mismo, el punto más crítico estará al inicio de la ramificación.

En las siguientes tablas aparecen los valores de potencia máxima para simple y doble circuito, limitada únicamente por la intensidad máxima admisible del conductor, para los distintos niveles de tensión y para factores de potencia de 0,8, 0,9 y 1. Se tendrá en cuenta que la intensidad máxima admisible por el conductor dependen de diversos factores (temperatura ambiental, dirección y velocidad del viento, etc...). Los cálculos de esta tabla toman las intensidades máximas de los conductores indicadas en el Apartado 6.4.1.6 de la presente Memoria, para la temperatura ambiente definida.

Tabla 9.
Potencia Máxima de Transporte.

Tensión (kV)	$\cos \phi$	Potencia Máxima a Transportar Circuito Simple (MW)			Potencia Máxima a Transportar Doble Circuito (MW)		
		477 kcmil	266,8 kcmil	1/0 AWG	477 kcmil	266,8 kcmil	1/0 AWG
13,2 kV	0,8	10,645	7,463	4,243	21,290	14,925	8,487
	0,9	11,976	8,395	4,774	23,951	16,791	9,548
	1	13,306	9,328	5,304	26,613	18,656	10,608
34,5 kV	0,8	26,293	18,453	10,565	52,585	36,905	21,130
	0,9	29,579	20,759	11,885	59,158	41,518	23,771
	1	32,866	23,066	13,206	65,731	46,131	26,412

La potencia máxima a transportar en una línea con carga uniformemente repartida a lo largo de la misma en función de la longitud de la línea y de la caída de tensión máxima admisible será:

$$P = \frac{10 \cdot U^2}{(R + X \tan \varphi)} \cdot \frac{\Delta U\%}{L} \quad (kW)$$

Donde:

P : Potencia máxima de transporte, en (kW).

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



U^2 : Tensión línea a línea, en (kV).

$\Delta U\%$: Caída de tensión máxima permitida, en (%)

R : Resistencia longitudinal a temperatura de trabajo, en (Ω/km).

X : Reactancia de la línea, en (Ω/km).

$\tan\phi$: Factor de potencia de la carga receptora.

L : Longitud de la línea, en (km)

Operando para los distintos niveles de tensión y conductores obtenemos las siguientes tablas:

Tabla 10.

Potencia a Transportar Limitada por la Caída de Tensión.

Potencia a Transportar por Línea Trifásica Según la Caída de Tensión (kW)				
Conductor	Tensión (kV)	$\cos \phi=0.8$	$\cos \phi=0.9$	$\cos \phi=1$
477 kcmil	13,2	5199,407($\Delta U\%/L$)	6495,223($\Delta U\%/L$)	11903,137($\Delta U\%/L$)
	34,5	35517,644($\Delta U\%/L$)	44369,485($\Delta U\%/L$)	81311,46($\Delta U\%/L$)
266,8 kcmil	13,2	3737,05($\Delta U\%/L$)	4431,46($\Delta U\%/L$)	6701,54($\Delta U\%/L$)
	34,5	25528,15($\Delta U\%/L$)	30271,74($\Delta U\%/L$)	45778,85($\Delta U\%/L$)
1/0 AWG ²	13,2	1952,592($\Delta U\%/L$)	2151,736($\Delta U\%/L$)	2643,161($\Delta U\%/L$)
	34,5	13338,346($\Delta U\%/L$)	14698,716($\Delta U\%/L$)	18055,688($\Delta U\%/L$)

Los valores de la impedancia de la línea (Z) utilizados en la realización de esta tabla se han calculado utilizando el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75 °C (R_{75}) y la reactancia inductiva (X) separador de 203.200 mm.

Si se supone que todas las cargas son iguales y están colocadas equidistantes, a la menor de las distancias reales entre las cargas, la potencia obtenida mediante este método es la potencia máxima de transporte por carga. Cuando alguna de las distancias sea mayor, la potencia a transportar tendrá que ser menor. Se tiene, por tanto, una cota superior.

Si se toma el valor de la mayor distancia entre cargas, se obtendrá un valor de potencia por carga que es una cota inferior. Para cualquier valor de distancia entre cargas menores que éste se podrá transportar una potencia mayor.



6.4.1.5. Pérdidas de Potencia.

Las pérdidas de potencia en una línea serán las debidas al efecto Joule causado por la resistencia de la misma. Para una línea trifásica vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$p = 3.R.L.I^2 \quad (W)$$

Donde:

P: Potencia pérdida en (W)

R: Resistencia de la línea (Ω/km)

L: Longitud de la línea (km)

I: Intensidad de la línea.

El porcentaje de potencia pérdida depende de la potencia transportada por la línea, que para el caso de una línea trifásica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3}.U.I.\cos\varphi \quad (kW)$$

U: Tensión de la línea en (kV)

I: Intensidad de la línea en (A)

$\cos\varphi$: Factor de potencia de la línea.

El porcentaje de potencia pérdida en la línea vendrá dado por el cociente entre la potencia pérdida y la potencia transportada. Ajustando unidades se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta P(\%) = \frac{P.R.L}{10.U^2.\cos^2\varphi} \quad (\%)$$

Donde:

U: Tensión de la línea en (kV).

R: Resistencia de la línea por kilómetro (Ω/km)

L: Longitud de la línea (km)

$\cos\varphi$: Factor de potencia de la línea.

P: Potencia consumida (kW)

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de pérdida de potencia en función de la potencia y de la distancia, para las dos tensiones objeto de este proyecto y para varios valores del factor de potencia.

Tabla 11. Pérdidas de Potencia en Porcentaje.

Sección del conductor	Tensión (kV)	Pérdidas de Potencia Línea Trifásica (%)		
		$\cos\varphi=0.8$	$\cos\varphi=0.9$	$\cos\varphi=1$
477 kcmil	13,2	1,31x10-4PL	1,04x10-4PL	8,40x10-5PL

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



	34,5	1,92x10-5PL	1,52x10-5PL	1,23x10-5PL
266,8 kcmil	13,2	2,33x10-4PL	1,84x10-4PL	1,49x10-4PL
	34,5	3,41x10-5PL	2,70x10-5PL	2,18x10-5PL
1/0 AWG	13,2	5,91x10-4PL	4,67x10-4PL	3,78x10-4PL
	34,5	8,65x10-5PL	6,84x10-5PL	5,54x10-5PL

1. En la realización de esta tabla se ha utilizado el valor de la resistencia del conductor en corriente alterna a 75 °C (R_{75}).

Cuando se tiene una serie de cargas diferentes conectadas a diferentes intervalos, las pérdidas totales se obtendrán por la suma de las pérdidas en cada tramo, desde el origen hasta el punto considerado, teniendo en cuenta en el cálculo para cada tramo la carga en el mismo.

6.4.1.6. Intensidad Máxima Admisible.

En la tabla adjunta se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los diferentes tipos de cables en las condiciones de instalación (temperatura de conductor 75 °C y temperatura ambiente 25°C; viento de 2.19 (km/h).

Tabla 12.

Intensidad Máxima Admisible.

Sección del conductor	Corriente Permitida (A)	
	15 kV	35 kV
477 kcmil	582	550
266,8 kcmil	408	386
1/0 AWG	232	221

Para otras condiciones ambientales las intensidades máximas admisibles se calculan por la expresión:

$$\frac{I_{T_2}}{I_{T_1}} = \frac{I_{70}}{20} \cdot \frac{\sqrt{T_2 - T_1}}{\sqrt{70 - 20}}$$

Donde:

I : Intensidad máxima admisible para condiciones de temperatura distintas a las dadas.

T_2 : Temperatura del cable.

T_1 : Temperatura ambiente.



6.4.1.7. Intensidades de Cortocircuito Admisibles en los Conductores.

Las pérdidas producidas por efecto Joule en los conductores sometidos a un cortocircuito, elevan su temperatura hasta valores dependientes de la intensidad y duración de la falta, que pueden provocar una disminución en las características mecánicas de los mismos, o un deterioro de la cubierta aislante.

Tabla 13. Temperatura de Operación de los Cables Protegidos.

Tipo de Cubierta/ Chaqueta	Temperatura de Operación °C		
	Normal	Emergencia	Cortocircuito (5s)
XLPE / HDPE	90	110	200

La temperatura límite que puede alcanzar un conductor de aleación de aluminio, sin provocar una disminución de sus características mecánicas, aún después de gran número de cortocircuitos, no debe sobrepasar los 130°C (inferior a la máxima admisible en cortocircuito en un tiempo de (5s) que es de 200°C).

Partiendo de una temperatura emergencia de 110°C, temperatura normal de operación de 90°C (temperatura ambiente 25°C) y suponiendo un calentamiento adiabático durante el cortocircuito se obtiene:

$$I_{cc} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

Donde:

K: Intensidad de cortocircuito admisible durante un (1) segundo y que tiene por valor:

$$\sqrt{10^{-3} \frac{S \cdot C}{\alpha \cdot R_{20}} \ln \frac{1 + \alpha(\theta_2 - 20)}{1 + \alpha(\theta_1 - 20)}}$$

Donde:

S: Sección de conductor en mm²

C: Calor específico del conductor por unidad de volumen = 2,60 J/cm³°C.

α = Coeficiente de variación de la resistencia = 0,0036.

R_{20} : Resistencia del conductor a 20°C

θ_2 : Temperatura final después del cortocircuito = 130°C.

θ_1 : Temperatura máxima previa al cortocircuito = 90°C.

La tabla adjunta recoge los valores de la intensidad de cortocircuito admisible para distintas duraciones del mismo:



Tabla 14.
Intensidades de Cortocircuito Admisible.

Sección del conductor	Tiempo de Duración del Cortocircuito (s)							
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	3
477 kcmil	39,51	27,94	19,75	16,13	13,97	12,49	8,83	7,21
266,8 kcmil	22,24	15,72	11,12	9,08	7,86	7,03	4,97	4,06
1/0 AWG	8,50	6,01	4,25	3,47	3,00	2,69	1,90	1,55

6.5. Cálculo Mecánico.

En este apartado se indican los cálculos mecánicos de conductores a realizar en cualquier Proyecto Específico realizado según el presente Proyecto Tipo.

Los cálculos mecánicos de conductores dependerán de:

- Las características meteorológicas y geográficas de la zona en la que se instalen las líneas.
- La flecha que tomarán los conductores en los diferentes vanos y para las distintas hipótesis.
- Las características mecánicas de postes y crucetas utilizados en el presente Proyecto Tipo.
- La tensión mecánica a la que se verán sometidos los conductores al variar las condiciones ambientales en las distintas hipótesis.
- Su comportamiento frente a la posible aparición de fenómenos vibratorios. Para estas condiciones, a la hora de establecer las condiciones del EDS y del CHS, el presente Proyecto Tipo se guiará de las recomendaciones establecidas por la IEEE en el campo de las vibraciones eólicas.

Teniendo en cuenta las características meteorológicas y geográficas del país, se han definido las distintas hipótesis de diseño en las cuales se evaluará el comportamiento mecánico del conductor al someterse a cada una de éstas.

Las distintas hipótesis serán las siguientes:

- Área A – Zona 1: será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 115 km/h con altitudes hasta los 1000 m.
- Área A – Zona 2: será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 115 km/h con altitudes superiores a los 1000 m.
- Área B – Zona 1: será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 140 km/h con altitudes hasta los 1000 m.
- Área B – Zona 2: será de aplicación en las zonas con velocidades del viento de 140 km/h con altitudes superiores a los 1000 m.

Una vez definidas las zonas, se precisarán las características de las hipótesis de cálculo mecánico que serán de aplicación en cada una de ellas.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



En la siguiente tabla se resumen estas hipótesis con las correspondientes sobrecargas a considerar:

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Tabla 15.
Hipótesis de Diseño.

Condición		Área A				Área B			
		Velocidad de viento 115 km/h				Velocidad de viento 140 km/h			
		Zona 1		Zona 2		Zona 1		Zona 2	
		Altitud menor de 1000 m		Altitud mayor de 1000 m		Altitud menor de 1000 m		Altitud mayor de 1000 m	
		Temperatura	Sobrecarga	Temperatura (3)	Sobrecarga	Temperatura	Sobrecarga	Temperatura (3)	Sobrecarga
Tracción máxima	Hipótesis viento	20 °C	Presión de viento de 62,38 daN/m ² (1)	10 °C	Presión de viento de 62,38 daN/m ² (1)	20 °C	Presión de viento de 92,45 daN/m ² (2)	10 °C	Presión de viento de 92,45 daN/m ² (2)
	Hipótesis temperatura	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna
Flecha máxima	Hipótesis temperatura máxima	50 °C	Ninguna	25 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	25 °C	Ninguna
	Hipótesis temperatura máxima Excepcional.	75 °C	Ninguna	35 °C	Ninguna	75 °C	Ninguna	35 °C	Ninguna
Flecha mínima	Hipótesis temperatura	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna	15 °C	Ninguna	2 °C	Ninguna
CHS		18 °C	Ninguna	5 °C	Ninguna	18 °C	Ninguna	5 °C	Ninguna
EDS		28 °C	Ninguna	14 °C	Ninguna	28 °C	Ninguna	14 °C	Ninguna

(1) Sobrecarga por viento de 62,38 (daN/m²) para una velocidad de viento de 115 km/h.

(2) Sobrecarga por viento de 92,45 (daN/m²) para una velocidad de viento de 140 km/h.

(3) Temperaturas para zonas a altitud > a 1000 msnm.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Se calcularán las tensiones máximas de los conductores para las hipótesis de tracción máxima (hipótesis de viento y de temperatura), CHS (Cold Hours Stress), EDS (Everyday Stress), flecha máxima y flecha mínima.

6.5.1. Curva de Equilibrio de un Hilo.

Se define la catenaria como la línea de equilibrio de un hilo pesado homogéneo, totalmente flexible, imaginado suspendido entre dos puntos y sometido a una fuerza constante por unidad de longitud (p).

La curva de equilibrio de este hilo vendrá dada por la ecuación de la catenaria:

$$y = H \cdot \cosh\left(\frac{x}{H}\right)$$

Donde:

$$H = \frac{T_o}{p}$$

H: es el parámetro de la catenaria, siendo:

y: Coordenada en el eje y del cable (m).

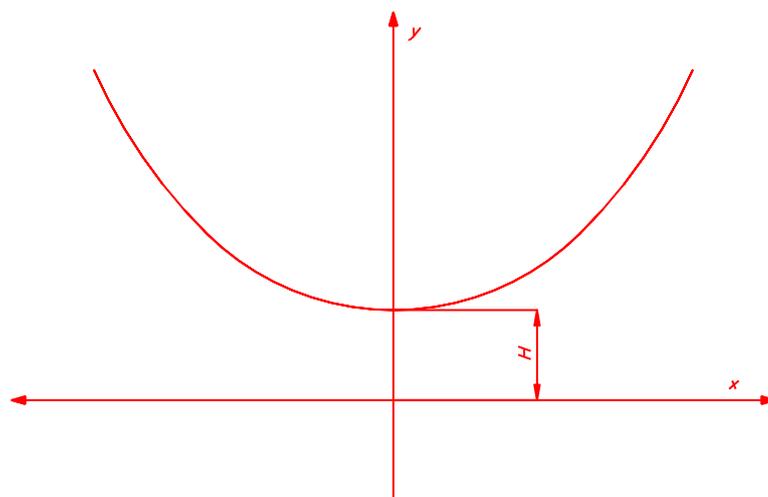
x: Coordenada en el eje x del cable (m).

T_o : Tensión en el punto tangencial a la catenaria (daN).

p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente del cable (daN/m).

La catenaria se encontrará contenida en un plano paralelo a la fuerza por unidad de longitud.

La ecuación de la catenaria está referida a un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal donde el eje "y" es paralelo a la dirección de la fuerza por unidad de longitud (p).





6.5.2. Características de la Catenaria.

6.5.2.1. Componente Horizontal de la Tensión.

La proyección horizontal de la tensión T_h en cualquier punto de la curva es constante e igual a la tensión del punto de tangencia horizontal T_o que denominamos vértice de la catenaria.

$$T \cdot \cos \alpha = cte = T_o \quad (\text{daN})$$

Donde:

α : Ángulo formado por la tensión del conductor T y su componente horizontal T_h .

6.5.2.2. Tensión del Cable.

La tensión a que se ve sometido un cable en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

$$T = T_o \cdot \cosh \left(\frac{x}{H} \right)$$

Donde:

T: Tensión del cable (daN).

T_o : Componente horizontal de la tensión del cable (daN).

H: Parámetro de la catenaria (m).

x: Coordenada en el eje x del cable (m).

La dirección de esta tensión en cualquier punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

$$T = T_o \cdot \cosh \left(\frac{x_m}{H} \right)$$

Donde:

$$x_m = H \cdot \sin^{-1} h \cdot \left(\frac{\frac{b}{2 \cdot H}}{\sin h \frac{a}{2 \cdot H}} \right)$$

Donde:

T_m : Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).

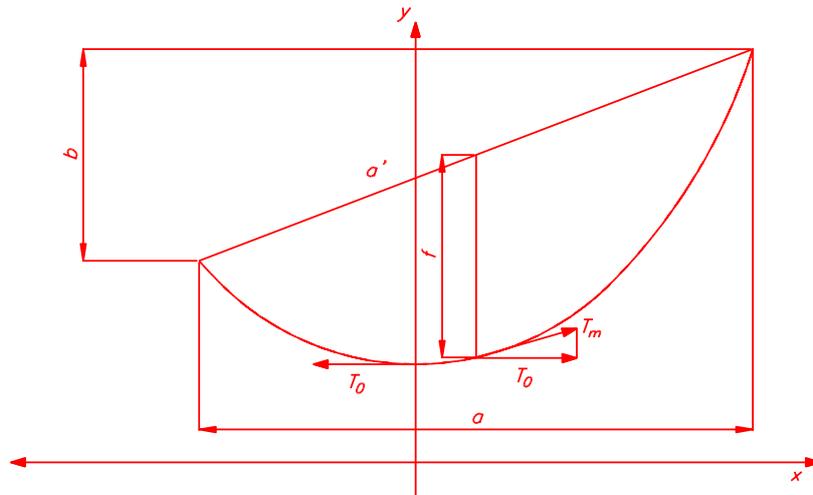
T_o : Componente horizontal de la tensión del cable (daN).

H: Parámetro de la catenaria (m).

x_m : Coordenada en el eje x del punto medio del vano (m).

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

b: Desnivel del vano medido en la dirección vertical (m).



6.5.2.3. Flecha.

La flecha máxima para un vano no nivelado vendrá dada por la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_m}{p} \left[\cosh \left(\frac{a}{2 \cdot H} \right) - 1 \right]$$

Donde:

f: Flecha (m).

T_m : Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).

p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente del cable (daN/m).

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

H: Parámetro de la catenaria (m).

6.5.3. Tablas de Cálculo Mecánico.

La ecuación del cambio de condiciones permite calcular la tensión a que estará sometido un cable en unas condiciones determinadas de temperatura y sobrecarga, partiendo de una tensión hallada previamente para unas condiciones iniciales. Estas serán las condiciones de partida.

Estas condiciones de partida se fijarán teniendo en cuenta conjuntamente los límites estáticos y dinámicos, definidos seguidamente en este apartado, de forma que la situación inicial será la que establezca las condiciones más desfavorables.

Las tablas de cálculo mecánico de conductores se determinarán mediante la ecuación de cambio de condiciones para vano nivelado:

$$T_{02}^3 + T_{02}^2 \left[\alpha(\theta_2 - \theta_1) \cdot S \cdot E + \frac{a^2 \cdot p_1^2 \cdot S \cdot E}{24 T_{01}^2} - T_{01} \right] = \frac{a^2 \cdot p_2^2 \cdot S \cdot E}{24}$$

El cálculo de la flecha para vanos nivelados se determinará mediante la siguiente expresión:

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



$$f_2 = \frac{T_{02}}{T_{01}} \cdot \left[\cos h \cdot \left(\frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_{02}} \right) - 1 \right]$$

Donde:

T_{02} : Componente horizontal de la tensión del cable en las condiciones finales (daN).

T_{01} : Componente horizontal de la tensión del cable en las condiciones iniciales (daN).

α : Coeficiente de dilatación del cable ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

θ_2 : Temperatura del cable en las condiciones finales ($^{\circ}\text{C}$).

θ_1 : Temperatura del cable en las condiciones iniciales ($^{\circ}\text{C}$).

S : Sección total del cable (mm^2).

E : Módulo de elasticidad del cable (daN/ mm^2).

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

p_2 : Peso aparente del cable en las condiciones finales (daN/m).

f_2 : Flecha del cable (m).

Al referirnos al peso aparente del cable hay que tener en cuenta las sobrecargas que están actuando sobre él en ese momento. Para eso se utilizará la siguiente formula:

$$P_v = 0.613 \cdot v^2$$

Donde:

v : Velocidad del viento en (m/sg)

$$P_c = p_v \cdot d \left(\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right)$$

Donde:

P_c : Fuerza por unidad de longitud del viento sobre el conductor en (daN/m).

p_v : Presión del viento a la velocidad de diseño (daN/ m^2).

d : Diámetro del conductor, en (m)

$$p_a = \sqrt{P^2 + P_c^2} \left(\frac{\text{daN}}{\text{m}} \right)$$

Donde:

P : Peso por unidad de longitud del cable (da/m).

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

P_a : Fuerza por unidad de longitud o peso aparente del cable con condiciones de sobrecarga (daN/m).

Sustituyendo los valores en las condiciones iniciales se llega a una ecuación de tercer grado en función de T_2 , θ_2 y p_2 . De esta forma, para cada temperatura final



θ_2 y peso aparente final p_2 predeterminados, se obtienen los valores de tensión final T_2 y flecha final f_2 .

6.5.3.1. Cargas en el Conductor.

Componente Vertical: La carga vertical en un alambre, conductor o cable portador (mensajero) deberá ser su propio peso más el peso de los conductores espaciadores o equipos de soporte.

Componente Horizontal: La carga horizontal deberá ser la presión de viento horizontal determinada, aplicada en ángulo recto hacia la dirección de la línea que utiliza el área proyectada del cable o conductor mensajero y conductores espaciadores o equipo que soporte.

Carga Total: La carga total en cada alambre, conductor o cable mensajero deberá ser la resultante de los componentes de la carga vertical y horizontal antes mencionados. En todos los casos la tensión del conductor o cable mensajero deberá ser calculada a partir de esta carga total.

6.5.3.2. Límite Estático en los Conductores.

La tensión máxima de los conductores en (daN). En función de las distintas hipótesis de diseño serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 16.

Características Mecánicas de los Conductores.

Características Mecánicas de los Conductores			
Conductor	Carga Rotura (daN)	Coef. Seguridad (C_c)	Tensión Máxima (daN)
477 kcmil	3720	3	1240
266, 8 kcmil	2210	3	737
1/0 AWG	885	3	295

6.5.3.3. Límites Dinámicos.

Los fenómenos vibratorios se tendrán presente en las siguientes hipótesis de carga:

6.5.3.3.1. Hipótesis CHS (Cold Hours Stress).

La hipótesis de carga CHS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en las condiciones de tensión más elevada que es probable que ocurra periódicamente (18 °C en la zona 1 y 5°C en la zona 2) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un porcentaje de la carga de rotura.



Tabla 17.
Valores Máximos CHS.

Hipótesis CHS – Porcentajes de la Carga de Rotura		
CONDUCTOR	ZONA 1	ZONA 2
4777 kcmil	14%	
266,8 kcmil	15%	
1/0 AWG	17%	

En los casos donde sea necesario se estudiará la colocación de amortiguadores adecuados para la reducción de los fenómenos vibratorios de los conductores con el consiguiente aumento de la seguridad mecánica.

6.5.3.3.2. Hipótesis EDS (Everyday Stress).

La hipótesis de carga EDS tiene en cuenta el fenómeno de vibración eólica del cable en condiciones de temperatura normal (28 °C en zona 1 y 14 °C en zona 2) sin sobrecarga, de modo que la tensión del cable nunca supere un porcentaje de la carga de rotura.

Los porcentajes de la carga de rotura que no se pueden superar en las condiciones anteriormente citadas serán los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Porcentajes de la Carga de Rotura Hipótesis EDS – Porcentajes de la Carga de Rotura		
CONDUCTOR	ZONA 1	ZONA 2
477 kcmil	12 %	
266,8 kcmil	13%	
1/0 AWG	15%	

6.5.4. Vanos Ideales de Regulación.

El comportamiento de la componente horizontal de la tensión del cable en un cantón, o conjunto de vanos comprendidos entre dos postes de anclaje, de la línea se puede asemejar al comportamiento del mismo cable en un único vano tipo llamado vano ideal de regulación.

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

Donde:

a: Longitud de cada vano en el tramo considerado (m).



6.5.5. Tablas de Regulación.

Las tablas de regulación indican las flechas y tensiones con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura ambiente y sin actuar sobrecarga alguna.

A diferencia de la tabla de tendido, se tendrá en cuenta el desnivel existente entre los postes que constituyen cada vano.

La componente horizontal de la tensión de cada cantón se calculará mediante la ecuación de cambio de condiciones establecida en el apartado 5.5.3, para el vano ideal de regulación correspondiente.

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_{mi}}{p} \cdot \left[\cosh \left(\frac{a_i}{2.H} \right) - 1 \right] \text{ (m)}$$

Donde:

f: Flecha (m).

T_{mi} : Tensión del cable en el punto medio del vano (daN).

p: Fuerza por unidad de longitud o peso aparente (daN/m).

a_i : Longitud del vano i medido en la dirección longitudinal (m).

H: Parámetro de la catenaria (m).

Operando de esta forma, se obtiene un cuadro de valores en el formato que se adjunta en las correspondientes tablas del Anexo D Proyecto Específico.

6.5.6. Curvas de Replanteo.

El valor de la flecha en vanos nivelados vendrá dado por la siguiente expresión:

$$f = \frac{T_o}{p_a} \cdot \left[\cosh \left(\frac{a \cdot p_a}{2.T_o} \right) - 1 \right]$$

Donde:

T_o : Componente horizontal de la tensión del cable correspondiente al vano de regulación obtenido (daN).

p_a : Peso aparente del cable (daN/m).

a: Longitud del vano (m).

Con los valores de p_a y T_o de cada vano de regulación obtenidos en las siguientes hipótesis:

a) Flecha máxima.

b) Flecha Mínima.

Las hipótesis de diseño se encuentran expuestas en el Apartado N°6.5 Tabla 15 de este documento.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Se obtendrán los parámetros de la catenaria de las curvas de replanteo correspondientes a la flecha máxima y mínima respectivamente.

6.6. Aislamiento.

En el presente capítulo se indican los niveles de aislamiento correspondientes a cada nivel de tensión. Se indican las constantes para el cálculo de distancia de fuga para aisladores de acuerdo al nivel de contaminación.

Tabla 19.
Nivel de Contaminación.

Nivel de tensión (kV)	Nivel de contaminación			
	Ligero (I) (mm/kV)	Medio (II) (mm/kV)	Alto (III) (mm/kV)	Muy alto (IV) (mm/kV)
13,2	27,8	34,7	43,3	53,7
34,5	27,8	34,7	43,3	53,7

Según Norma IEC 60815-2018 (Voltaje fase a tierra)

Las características constructivas, mecánicas y eléctricas de los aisladores están definidas en las Especificaciones Técnicas correspondientes.

Para el diseño del aislamiento de las líneas eléctricas aéreas se han seleccionado aisladores que garanticen que no existan saltos de arcos eléctricos en condiciones de operación, sobretensiones transitorias, humedad, temperatura, lluvia o acumulaciones de suciedad, sal y otros contaminantes que no son desprendidos de una manera natural.

En las siguientes tablas se indican las características de los Aisladores Poliméricos y Polietileno de Alta Densidad (HDPE) utilizados en el presente Proyecto Tipo.

6.6.1. Aisladores Poliméricos de Suspensión.

Tabla 21.
Características de Aisladores de Suspensión Poliméricos.

Aisladores tipo Suspensión "POLIMÉRICOS"		
Características (kV)	13,2	34,5
Tensión Máxima de Operación (kV)	13,86	36,23
Especificación	ANSI C29.13	ANSI C29.13
Distancias Críticas		
Distancia de Arco (mm)	≥315	≥390
Distancia de Fuga (mm) *	≥355	≥730
Características Mecánicas		
Carga mecánica especificada SML (daN)	≥7000	≥7000
Carga de Torsión (daN.m)	≥4,8	≥4,8
Carga de Rutina a Tracción CMI (daN)	≥3500	≥3500



Características Eléctricas		
Tensión típica de Aplicación (kV)	15	35
Tensión soportada Asignada a Frecuencia Industrial Bajo Lluvia (kV)	≥65	≥130
Tensión Soportada al Impulso Tipo Rayo (kV)	≥140	≥250
Características Radioeléctricas		
Tensión de Prueba RMS a Tierra (kV)	15	30
Nivel de Perturbación Radioeléctrica a 1MHz (μV)	<10	<10

6.6.2. Aisladores HDPE

Tabla 22. Características de los Aisladores de Polietileno de alta densidad.

Aisladores HDPE		
Características	13,2	34,5
Tensión Máxima de Operación	13,86	36,23
Especificación de referencia	ANSI C29.5 (55-4)	ANSI C29.5 (55-7)
Distancias Críticas		
Distancia de Arco (mm)	205.7	282
Distancia de Fuga (mm)	401	564
Características Mecánicas		
SCL "Carga de Flexión Especificada" (daN)	>3000	>3000
Características Eléctricas		
Tensión típica de Aplicación (kV)	15	35
Tensión de baja frecuencia en seco (kV)	94	112
Tensión de baja frecuencia en húmedo (kV)	46	59
Tensión crítica al impulso positivo (kV)	141	172
Tensión crítica al impulso negativo (kV)	175	215
Características Radioeléctricas		
Nivel de Perturbación Radioeléctrica a 1MHz (μV)	≤10	≤10
Características Constructivas		
Diámetro Nominal de la Rosca (mm)	25,4*	34,9**3

- Nota::
- * Espiga galvanizada fijación a metal 15 kV
- ** Espiga galvanizada fijación a metal 35 kV



6.7. Distancias de Seguridad.

Conductores Forrados:

Los conductores forrados se consideran conductores desnudos para las condiciones de distancias de seguridad.

Se reducirán los requisitos comparados con los conductores desnudos cuando la cubierta del conductor proporcione la seguridad dieléctrica para limitar la probabilidad de un cortocircuito en caso de un contacto momentáneo entre conductores o entre conductores y el conductor de tierra.

Los espaciadores son permitidos y usados para proporcionar seguridad y garantizar la separación de los conductores.

Las distancias mínimas de seguridad cumplen una doble función:

- Limitar la posibilidad de contacto entre personas y circuitos o equipos.
- Impedir que las instalaciones de un distribuidor entren en contacto con las instalaciones de otro o con la propiedad pública o privada.

Todas las distancias de seguridad se deben medir de superficie a superficie.

Cuando los conductores se encuentren en distinto plano vertical se mantendrá la separación indicada como distancia de seguridad vertical, para ángulos mayores o iguales de 45°. Para ángulos inferiores su separación mínima será la considerada como distancia de seguridad horizontal.

En la medición de distancias, los herrajes y accesorios que están energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea se deben considerar como parte integral de los mismos conductores. Además, las partes metálicas de los pararrayos y equipos similares deben considerarse como parte de la estructura de soporte.

Las distintas distancias de seguridad a tener en cuenta en el presente Proyecto Tipo, serán las siguientes:

6.7.1. Distancias De Seguridad Verticales De Alambres, Conductores, Cables Y Equipo Sobre El Nivel Del Piso, Calzada, Riel O Superficies De Agua.

6.7.1.1. Distancias Verticales de Seguridad de Alambres, Conductores y Cables Sobre el Nivel del Piso, Caminos, Riel o Superficie de Agua.



Tabla 20.
Distancias de Seguridad Verticales sobre Superficies.

Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficies de agua		
Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de Comunicación aislados, cables mensajeros, cables de guarda, retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 22 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 22 kV. (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen.		
1. Vías férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos)	7.2	8.1
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones.	4.7	5.6
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones.	4.7	5.6
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	4.7	5.6
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	4.7	5.6
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	2.9	4.4
5.b. Calles y caminos en zonas rurales	2.9	4.4
6. Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida	4.0	5.2
7. Áreas de agua para Barcos de vela incluyendo lagos, charcas, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con área superficial no obstruida de.	11.4	12.3
a. Menos de 8 hectáreas	5.3	6.2
b. Más de 8 a 80 hectáreas	7.8	8.7
c. Más de 80 a 800 hectáreas	9.6	10.5
d. Más de 800 hectáreas	11.4	12.3

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficies de agua		
Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de Comunicación aislados, cables mensajeros, cables de guarda, retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 22 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 22 kV. (m)
Caminos calles o callejones	4.7	5.6
8. Terrenos y áreas de aguas públicas y privadas destinadas para aparejar o botar barcos de vela	La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1.5 m mayor que en el numeral 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura.	
Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino		
9. Carreteras calles y caminos	4.7	5.6
10. Calles y caminos en zonas rurales	4.1	5.00

- Tabla 232-1 del NESC 2017
- Las distancias mínimas de seguridad para tensiones que excedan los 22 kV se debe incrementar su valor en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

6.7.1.2. Distancia Vertical de las Cajas de Equipos y Partes no Protegidas Rígidas Bajo Tensión Sobre el Nivel del Piso, Carreteras o Superficies de Agua.

Tabla 21.

Distancias de Seguridad verticales de Alambres y Equipos sobre Superficies.

Distancias Vertical de las cajas de los equipos y partes no protegidas rígidas bajo tensión sobre el nivel del piso, carreteras o superficies de agua.		
Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables.	Cajas de equipos puestos a tierra de manera efectiva (m)	Partes no protegidas bajo tensión no puestas a tierra de más de 750 V a 22 kV y cajas no puestas a tierra que contienen el equipo conectado a circuitos de más de 750 V a 22 kV. (m)
1. Donde las partes rígidas sobresalgan		
a. Caminos, calles u otras áreas sujetas a l tránsito de camiones	4.6	5.5
b. Calzadas, estacionamientos y callejones	4.6	5.5

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



c. Otros terrenos transitados por vehículos tales como terrenos cultivados, terrenos de pastizales, bosques, huertos, etc.	4.6	5.5
d. Espacios y caminos sujetos solo a tráfico peatonal	2.8	4.3
2. Donde las partes rígidas se encuentran a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras servidumbres de paso de caminos pero que no sobresalgan de la calzada.		
a. Caminos calles y callejones	4.6	5.5
b. Las carreteras en los distritos rurales donde no existe la posibilidad de que los vehículos crucen por debajo de una línea	4.0	4.9
3. Zonas de agua no aptas para la navegación	4.1	5.0
4. Zonas de agua aptas para la navegación	11.3	12.2

- Tabla 232-2 del NESC 2017.
- Las distancias mínimas de seguridad para tensiones que excedan los 22 kV se debe incrementar su valor en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

6.7.2. Distancias de Seguridad Entre los Alambres, Conductores y Cables Tendidos en Diferentes Estructuras de Soporte.

6.7.2.1. Distancias de Seguridad Vertical Entre los Alambres, Conductores y Cables Tendidos en Diferentes Estructuras de Soporte.

Tabla 22.

Distancias Verticales Entre Conductores Soportados por Diferente Estructura.

Distancia mínima de seguridad vertical entre los alambres, conductores y cables tendidos en diferentes estructuras de soporte.		
Nivel Inferior	Nivel Superior	
	Comunicaciones, retenidas y cables mensajeros (m)	Conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 22 kV
1. Retenidas, cables de guarda, conductores de Neutro que están conectados a tierra a lo largo de su longitud	0.60	0.60

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



2. Comunicaciones: Retenidas, conductores y cables de comunicaciones y cables mensajeros	0.60	1.50
3. Conductores soportados por cable mensajero o neutro concéntrico desnudo	0.60	0.60
4. Cables cubiertos con pantalla semiconductor con cable de mensajero desnudo. Conductores de suministro expuestos hasta 750 V.	1.20	0.60
5. Conductores desnudos de 750 V a 22 kV.	1.50	0.60
6. Conductores eléctricos de Ferrocarril.	1.20	1.80

- Tabla 233-1 del NESC 2017.
- Las distancias mínimas de seguridad para tensiones que excedan los 22 kV se debe incrementar su valor en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

6.7.2.2. Distancias Horizontales.

La distancia de seguridad horizontal entre conductores soportados por diferente estructura, no podrá ser inferior a (1.50 m). Para conductores que excedan los 22 kV se tendrá una distancia horizontal de:

(0,01 m por cada kV que exceda de 22 kV).

6.7.3. Distancia de Seguridad de Alambres, Conductores, Cables y Equipos a Edificaciones, Puentes, Vagones, y Otras Instalaciones.

6.7.3.1. Distancia de Seguridad de los Alambres, Conductores, Cables y Partes Rígidas con Tensión no Protegidas Adyacentes pero no fijadas a Edificios y Otras Instalaciones a Excepción de Puentes.



Tabla 23.

Distancias de Seguridad de Conductores a Edificios y Otras Instalaciones, Excepto Puentes.

Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.						
Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1. Edificios						
a. Horizontal						
(1). A las paredes, proyecciones, balcones, ventanas y áreas fácilmente accesibles	1.40	1.50	1.50	1.70	2.00	2.30
(2). Ventanas	1.40	1.50	1.50	1.70	2.00	2.30

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.

Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
(3). Balcones y áreas accesibles a las personas	1.40	1.50	1.50	1.70	2.00	2.30
b. Vertical						
(1). Sobre o bajo techo o proyecciones no accesible a las personas	0.90	1.07	3.00	3.20	3.60	3.80
(2). Sobre o bajo techo o proyecciones fácilmente	3.20	3.40	3.40	3.50	4.00	4.10

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.

Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
accesible a las personas						
(3). Sobre techos, rampas, cubiertas y muelles accesible a vehículos pero no al tránsito de camiones.	3.20	3.40	3.40	3.50	4.00	4.10

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.

Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes						
a. Horizontal						
(1). Áreas o Partes fácilmente accesibles	1.40	1.50	1.50	1.70	2.00	2.30

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.

Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
por las personas.						
(2). Áreas o partes, proyecciones no accesible a las personas	0.90	1.07	1.50	1.70	2.00	2.30
b. Vertical						
(1). Pasarelas o superficies transitables por peatones.	3.20	3.40	3.40	3.50	4.00	4.10

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes.

Distancia de Seguridad	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V; cable instalados junto con cable mensajero desnudo.	Cables autoportantes de suministro hasta 750 V (cables cubiertos, con pantalla semiconductor a)	partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestos tierra, hasta 750 V, y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V. (cables cubiertos con pantalla semiconductor, con cable mensajero desnudo) Conductores desnudos hasta 750 V	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV, cajas de equipos no puestos a tierra, 750 V a 22 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 22 kV	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV
(2). Áreas u otras porciones de instalaciones transitables por peatones	0.90	1.07	1.70	1.80	2.30	2.45

- Tabla 234-1 del NESC 2017
- Las distancias mínimas de seguridad para tensiones que excedan los 22 kV se debe incrementar su valor en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

6.7.3.2. Distancias de Seguridad de Alambres, Conductores, Cables y Partes Rígidas Bajo Tensión no Protegidos desde Puentes.



Tabla 24.

Distancias de Seguridad de Conductores a Partes Vivas no Protegidas Adyacentes a Puentes.

Distancias de seguridad de alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión no protegidas desde puentes.				
Distancia de Seguridad	Partes rígidas bajo tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V; (cables cubiertos, con pantalla semiconductor); cajas de equipos no puestos a tierra; hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra; conductores desnudos de más de 300 V hasta 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V; (cables cubiertos, con pantalla semiconductor); conductores desnudos hasta 750 V.	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV	Partes rígidas bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV; cajas de equipos puestos a tierra de 750 V a 22 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 22 kV.
1. Distancia de seguridad adyacente a puentes.				
a. Soporte Fijo	0.90	1.07	1.70	1.50
b. Soporte no fijo	3.0	3.2	3.80	3.6
2. Espacio Libre en el puente				
a. Partes fácilmente accesibles del puente; incluyendo ala, paredes y puentes adjuntos.				
a. Soporte Fijo	0.90	1.07	1.70	1.50
b. Soporte no fijo	1.50	1.70	2.30	2.00



Distancias de seguridad de alambres, conductores, cables y partes rígidas bajo tensión no protegidas desde puentes.				
Distancia de Seguridad	Partes rígidas bajo tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V; (cables cubiertos, con pantalla semiconductor); cajas de equipos no puestos a tierra; hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra; conductores desnudos de más de 300 V hasta 750 V.	Cables de suministro de más de 750 V; (cables cubiertos, con pantalla semiconductor); conductores desnudos hasta 750 V.	Conductores de fase Desnudo de más de 750 V a 22 kV	Partes rígidas bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 22 kV; cajas de equipos puestos a tierra de 750 V a 22 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 22 kV.
b. Partes inaccesibles del puente; (excepto ladrillos, mampostería y contrafuertes)				
a. Soporte Fijo	0.90	1.07	1.70	1.50
b. Soporte no fijo	1.20	1.40	2.0	1.80

- Tabla 234-2 del NESC 2017
- Las distancias mínimas de seguridad para tensiones que excedan los 22 kV se debe incrementar su valor en 0.01 m por cada kV en exceso de 22 kV.

6.7.4. Distancias de Seguridad entre Alambres, Conductores o Cables Instalados en la Misma Estructura de Soporte.

6.7.4.1. Distancia de Seguridad Horizontal Entre los Alambres, Conductores o Cables en los Soportes.



Tabla 25.
Distancias Horizontales Entre Conductores Soportados en la Misma Estructura.

Distancia Mínima Horizontal entre conductores en el mismo Soporte		
Clase de Circuito	Distancia (m)	Tensión (kV)
Conductores del mismo circuito	0.35	13.2
	0.56	34.5
Conductores de Distinto Circuito	0.35	13.2
	0.56	34.5

- Tabla 235-1 del NESC 2017.

6.7.4.2. Distancias Verticales Entre Conductores Soportados en la Misma Estructura.

Tabla 26.
Distancias Verticales entre Conductores Soportados en la Misma Estructura.

Distancias de seguridad verticales entre los conductores en los soportes			
Conductor más bajo	Conductores y cables por lo general en niveles más bajos		
	Conductor Mensajero (m)	Conductores de suministro expuestos superiores a 8.7 kV e inferiores a 50 kV.	
		Misma empresa de servicio público. (m)	Tensión (kV)
1. Conductor de Comunicaciones			
a. Ubicados en el espacio de comunicación	0.41	1	
2. Conductores de suministro			
C. Conductor Desnudo de 8.7 kV a 22 kV			
(1) Si es que se trabaja bajo tensión con línea viva y las herramientas y [los circuitos adyacentes (inferiores)]no se desenergizados, no se encuentran cubiertos o protegidos)		0.46	13.2
		0.67	34.5
(2) No se trabaja bajo tensión a excepción de cuando los circuitos (ya sea superiores o inferiores) adyacentes están		0.46	13.2

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



desenergizados o cubiertos con pantallas o protectores, o durante el uso de herramientas para líneas energizadas (trabajo en caliente) que no requieren que los linieros se ubiquen entre los alambres energizados.		0.67	34.5
d. Conductores desnudos que exceden los 22 kV pero no exceden los 50 kV		0.67	34.5

- Tabla 235-5 del NESC 2017

6.7.4.3. Distancias de Seguridad en Cualquier Dirección Desde los Conductores de Línea Hacia los Soportes y Hacia los Conductores Verticales o Laterales, Alambre de Suspensión o Retenida Unidos al Mismo Soporte.

Tabla 27.

Distancias de Seguridad en Cualquier Dirección en Conductores Sobre el Mismo Poste.

Distancia en cualquier dirección desde conductores eléctricos hacia los conductores verticales: retenidas, cables de comunicación y antenas instaladas en el mismo soporte					
Distancias de seguridad de los conductores de línea desde	Líneas de comunicación		Líneas de Suministro. Tensión de circuito fase a fase		
	En general (mm)	En estructuras utilizadas de manera conjunta (mm)	Conductor Mensajero (m)	Conductor de fase (mm)	Tensión (kV)
1. Conductores laterales-verticales en el mismo poste o estructura.					
a. Del mismo circuito	75	75	75	104.25 242.7	13.2 34.5
b. De otros circuitos	75	75	75	195 408	13.2 34.5
c. Antenas de Comunicación	75	75	75	195 408	13.2 34.5
2. Cables de retenidas, cables mensajeros instalados en el mismo poste o estructura.					



Distancia en cualquier dirección desde conductores eléctricos hacia los conductores verticales: retenidas, cables de comunicación y antenas instaladas en el mismo soporte					
Distancias de seguridad de los conductores de línea desde	Líneas de comunicación		Líneas de Suministro. Tensión de circuito fase a fase		
	En general (mm)	En estructuras utilizadas de manera conjunta (mm)	Conductor Mensajero (m)	Conductor de fase (mm)	Tensión (kV)
a. Cuando estén paralelos a la línea	75	150	150	345	13.2
				558	34.5
b. Retenidas de anclaje	75	150	150	179.25	13.2
				317.7	34.5
c. Los demás	75	150	150	195	13.2
				408	34.5
3. Superficies de los brazos de soporte	75	75	75	132.3	13.2
				238.8	34.5
4. Superficies de estructuras					
a. En estructuras utilizadas de manera conjunta		125	125	147.5	13.2
				254	34.5
b. Todos los demás.	75			457.5	13.2
				2268	34.5

- Tabla 235-6 del NESC 2017

6.7.5. Espacios Para Escalar.

La distancia libre entre conductores tendrá un espacio libre de (600 mm) (23.62pulg) libre de obstáculos, cuando los conductores que limitan dicho espacio tienen cubierta apropiada para la tensión existente.

El espacio de escalada se proporcionará a lo largo de la línea y se proyectarán verticalmente a no menos de 1,0 m (39.3 in) por encima y por debajo de los conductores.

Donde los conductores de comunicaciones estén sobre los conductores de suministro de energía a 15 kV línea-línea, el espacio para escalar debe estar protegido verticalmente al menos a 1,5 m sobre el conductor más alto del suministro de energía.



Tabla 28.
Distancias de Seguridad Espacio para Escalar.

Distancia de seguridad entre conductores que lindan con el espacio de escalamiento					
Carácter de los conductores adyacentes al espacio de escalamiento	Tensión de los conductores	En estructuras utilizadas únicamente por		En estructuras utilizadas de Manera conjunta	
		Conductores de comunicación	Conductores de suministro	Conductores de suministro sobre conductores de comunicación	Conductores de comunicación sobre conductores de suministro
		(m)	(m)	(m)	(m)
1. Conductores de Comunicación	0 a 150 V	No requiere			
	Excede los 150 V	0.6			0.6
2. Cables de suministro instalados con cable mensajero desnudo, cable con neutro concéntrico (cables tipo 230C1)	Todas las tensiones				No requiere
3. Cables cubiertos con pantalla semiconductor con cable mensajero desnudo (cable tipo 230C2 o 3)	Todas las tensiones		0.60	0.60	0.75
4. Conductores de línea de suministro expuestos y cables de suministro que cumplen con la regla 230. D.	0 a 750 V		0.60	0.60	0.75
	750 V a 15 kV		0.75	0.75	0.75
	15 kV a 28 kV		0.90	0.90	0.90
	28 kV a 38 kV		1.00	1.00	
	38 kV a 50 kV		1.17	1.17	
	50 kV a 73 kV		1.40	1.40	
Sobre 73 kV		>1.40			

- Tabla 236-1 del NESC 2017

6.7.6. Espacio para Trabajar.

Deben dejarse espacios para trabajar a ambos lados del espacio para escalar.



A lo largo de la cruceta el espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para escalar hasta el más alejado de los conductores en la cruceta. Perpendicularmente a la cruceta el espacio será el mismo que para escalar, y verticalmente no será menor que el espacio dejado entre conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura.

Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores verticales o derivados, siendo colocados preferiblemente en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para escalar; de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para escalar, siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no menor que el ancho del espacio para escalar requerido para los conductores de mayor tensión.

Las crucetas transversales pueden usarse siempre y cuando se mantenga el espacio para escalar y, además:

- En 34,5 kV: Se dejará el espacio lateral para trabajar conforme a la distancia vertical entre los conductores derivados, sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea.
- En 13,2 kV: Los conductores soportados en la cruceta transversal puedan colocarse entre líneas adyacentes que tienen una distancia vertical normal, aún cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor de 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Este espacio puede ser reducido siempre que no existan más de dos crucetas de línea y de crucetas transversales y que la seguridad en las condiciones de trabajo sea sustituida mediante la utilización de equipo de protección y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se está trabajando.

6.8. Postes.

6.8.1. Clasificación de los Postes.

En este apartado se definen los diferentes tipos de postes a utilizar en el diseño de líneas eléctricas aéreas realizados según el presente Proyecto Tipo.

Los apoyos se clasificarán según sus funciones en:

- AL: Postes de alineación.
- AG: Postes de ángulo.
- AC: Postes de anclaje.
- FL: Postes de fin de línea.
- AE: Postes especiales.

Estos últimos, se definen como "aquellos que tienen una función diferente a las definidas para los anteriores". Ya que las situaciones en que resultan necesarios son poco frecuentes, y dado el carácter de Proyecto Tipo del presente documento, se prescindirá de su consideración, debiendo justificarse su utilización en cada Proyecto



Específico de línea en que hayan de utilizarse. Tal será el caso de postes de altura superior a las normalizadas, formación de pórticos con diferentes armados para salvar grandes vanos, crucetas especiales que puedan ser necesarias por concurrir alguna determinada circunstancia, etc.

Será prioritario el uso de postes de hormigón, permitiéndose la utilización de postes metálicos cuando las características de la línea así lo requieran.

Tanto las características resistentes como las dimensiones de los diferentes postes quedarán definidos por las correspondientes Especificaciones de Materiales.

6.8.1.1. Postes de Hormigón.

Los postes de hormigón a utilizar en el diseño y construcción de líneas aéreas de media tensión tendrán las siguientes características geométricas:

Tabla 29.

Características de Postes de Hormigón.

Longitud Total del Poste (m)	Esfuerzo Nominal mín. (daN)	Carga de trabajo (daN)
10,5	300	240
12	500	400
14	500	400
14	800	640
14	1250	1000
16	800	640
16	1250	1000

La carga de trabajo es la carga máxima real que podrá ser aplicada al poste, en sentido normal a la línea y a 20 cm de la cima, sin que represente deformación permanente mayor del 5 % de la deflexión máxima permitida.

Esta carga de trabajo se aplicará sólo en los casos que la línea se diseñe como “autosoportada”, es decir, sin retenidas. El diseñador deberá presentar en el Proyecto Específico los resultados de los cálculos de carga de los postes.

Nota: El uso de los postes normalizados se ajustarán a las siguientes condiciones:

- Los postes de 9 m se limitan al uso en redes de baja tensión y Alumbrado Público. No se usarán en redes de media tensión con el fin de evitar incumplimientos a las distancias mínimas de seguridad.
- **Conexión al Sistema de Puesta a Tierra de postes nuevos:** Los postes de hormigón llevarán el conductor de bajante al sistema de puesta a tierra, empotrado dentro del hormigón o podrá llevar una varilla

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



equivalente al conductor de cobre. La alternativa seleccionada, debe garantizar una resistencia a tierra menor a 25 Ω .

- Los postes de 12 metros 500 daN se usarán para 1 y 2 circuitos.
- Los postes de 14 y 16 metros para más de dos circuitos.

6.8.1.2. Postes de Chapa Metálicas.

Los postes metálicos a utilizar en el diseño y construcción de líneas aéreas de media tensión tendrán las siguientes características geométricas:

Tabla 30.

Características de Postes Metálicos.

Longitud Total del Poste (m)	Esfuerzo Nominal mín. (daN)	Carga de Trabajo (daN)	Número de Secciones
10,5	300	240	≥ 2
12	500	400	≥ 2
14	500	400	≥ 2
14	800	640	≥ 2
14	1250	1000	≥ 3
16	800	640	≥ 2
16	1250	1000	≥ 3

6.8.1.3. Postes de Fibra de Vidrio.

Los postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio a utilizar en el diseño y construcción de líneas aéreas de media tensión tendrán las siguientes características geométricas:

Tabla 31. Características de Postes PRFV.

Longitud Total del Poste (m)	Esfuerzo Nominal mín. (daN)	Carga de Trabajo (daN)	Número de Secciones
10,5	300	240	≥ 2
12	500	400	≥ 2
14	500	400	≥ 2
14	800	640	≥ 2
14	1250	1000	≥ 3
16	800	640	≥ 2
16	1250	1000	≥ 3

6.8.2. Longitud de Empotramiento del poste.

A continuación se presenta el procedimiento para realizar el cálculo aproximado de la longitud de empotramiento del poste al terreno:



$$H_1 = 0.1xH + 0.60...(m)$$

Donde:

H_1 : Longitud de empotramiento del poste en (m).

H : Longitud total del poste en (m).

6.8.3. Brazos y Soportes.

Los brazos y soportes son utilizados para instalar los aisladores y dar forma a las distintas configuraciones de las líneas aéreas con conductor forrado, el tipo de soporte a ser instalado estará sujeto al tipo de trazado de la línea. Los soportes más utilizados son:

- Soportes tangentes: para ángulos no mayores a 6° .
- Soporte angular: para ángulos mayores a 7° e inferiores a 60° .
- Soporte doble remate: para ángulos mayores a 61° e inferiores a 90° .

6.9. Cimentaciones.

La elección de un tipo de cimentación u otro dependerá del tipo de terreno y de la maquinaria disponible. Cuando las condiciones de la línea o del suelo así lo requieran, se realizará una cimentación con aporte de hormigón.

Una vez colocado el apoyo, cuando vaya directamente enterrado, se apisonará el terreno utilizando como relleno capas alternas de grava y tierra.

En terrenos normales o flojos las cimentaciones llevarán hormigón, ya que las fundaciones con el poste directamente enterrado obligan a perforaciones mayores, reduciéndose significativamente la altura útil del poste.

Las características dimensionales y técnicas de las cimentaciones se adjuntan en el anexo IT-09318-AX-05 "Tabla de Cimentaciones".

Los cálculos de la cimentación se realizarán con el método de Sulzberger, un método experimental verificado en el que, para inclinaciones inferiores a $\text{tg}\alpha < 0,01$, el terreno se comporta como un cuerpo más o menos plástico elástico y su resistencia crece proporcionalmente a la profundidad de excavación.

Por lo tanto las hipótesis de cálculo se resumen en:

- El ángulo máximo que puede girar el macizo de hormigón es $\text{tg}\alpha = 0,01$.
- El terreno se comporta como un cuerpo plástico y elástico y por ello los desplazamientos del macizo dan origen a reacciones que le son sensiblemente proporcionales.
- Se considera que la resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente a la profundidad de excavación.
- El macizo gira sobre un eje situado a $2/3$ de profundidad y a $1/4$ de su anchura.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



- Por criterio establecido en la literatura se adoptará además un coeficiente de seguridad de 1,5 o superior en la relación entre el momento de vuelco y el momento resistente.
- El hormigón empleado en la cimentación deberá cumplir con una resistencia mecánica no inferior a 3000 psi (210 kg/cm²); (20 MPa).

Para calcular las dimensiones de la cimentación del poste lo primero es determinar el momento al vuelco (M_v) que se contrarrestará con el momento estabilizador del terreno o momento Resistente (M_e), que a su vez se compone del momento estabilizador de reacciones horizontales (M_1) y el momento estabilizador de reacciones verticales (M_2) de acuerdo al esquema mostrado en la siguiente imagen.

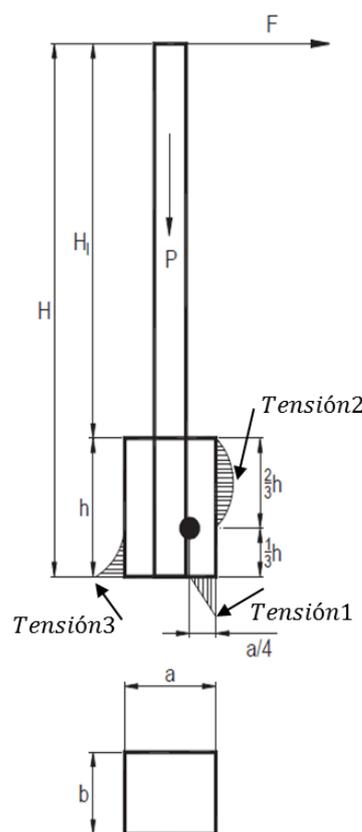


Ilustración 1.

Parámetros Según Método de Sulzberger.

Con las hipótesis de cálculo planteadas la zapata se dará como válida si se cumple que $M_e \geq 1.5 M_v$. Las dimensiones de la zapata así obtenidas son las mínimas que cumplen con ese requisito.

Momento Resistente.

$$M_e = M_1 + M_2 \text{ (daN.m)}$$



Momento de Vuelco.

$$M_v = F \left(H - \frac{1}{3}h \right) (daN.m)$$

Donde:

M_e : Momento resistente (daN.m).

M_1 : Momento estabilizador de reacciones Horizontales. (daN.m).

M_2 : Momento estabilizador de reacciones Verticales. (daN.m)

M_v : Momento al Vuelco (daN.m).

F : Fuerza flectora en punta del mástil (daN).

H : Altura del conjunto (m).

h : Altura del macizo (m).

6.9.1. Cimentaciones Monobloque.

La cimentación de los postes de hormigón y metálicos, se realiza mediante un macizo de hormigón de forma prismática y sección cuadrada.

Momento estabilizador para cargas horizontales.

$$M_1 = \frac{b \cdot h^3}{36} C_t \cdot \tan \alpha (daN.m)$$

Momento estabilizador de reacciones verticales.

$$M_2 = P \cdot a \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^3 \cdot C_t \cdot \tan \alpha}} \right) (daN.m)$$

Donde:

P : Peso total del conjunto (daN) (Cimentación más poste más cables).

a : Ancho del Macizo (m).

C_t : Coeficiente de balasto en el fondo de la excavación (daN/m³).

C_t = Coeficiente de balasto a la profundidad de 2m (daN/m³)

$\tan \alpha$: Ángulo que puede girar el macizo (admi), max=0.01.

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

Tensión 1.

Tensión máxima en el fondo de la excavación.

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{2 C_t P \tan \alpha}{a}} \left(\frac{daN}{cm^2} \right)$$

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Tensión 2.

Tensión máxima lateral a una profundidad $2/3 h$

$$\sigma_2 = \frac{1}{3} \sigma_3 \left(\frac{daN}{cm^2} \right)$$

Tensión 3.

Tensión máxima lateral a una profundidad h .

$$\sigma_3 = \frac{C'_t h \tan \alpha}{3} \left(\frac{daN}{cm^2} \right)$$

Cuando no se disponga de información sobre las características reales del terreno se utilizarán los coeficientes de compresibilidad (C'_t) a 2 m de profundidad que establece la siguiente tabla.

En la tabla también se muestra la tensión máxima admisible para los distintos tipos de terrenos:

Tabla 32.
Coefficiente de Balasto.

Terreno	σ_{adm} (daN/cm ²)	$C'_{t=2}$ (daN/cm ³)
Arcilla dura	4	10 – 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	12-ago

Se admite una cierta linealidad entre los coeficientes de compresibilidad y la profundidad siguiendo la siguiente expresión:

$$c'_t = \frac{ct \cdot h}{2} \left(\frac{daN}{m^3} \right)$$

6.9.2. Cimentaciones Cilíndricas.

El dimensionamiento de las mismas se realizará mediante la utilización de la formulación de Sulzberger.



Momento Estabilizador total será.

$$M_e = \frac{d \cdot h^3}{52,8} \cdot C_t + \tan \alpha + c \cdot d \cdot P \text{ (daN.m)}$$

Donde:

d : Diámetro de la cimentación (m).

c : Coeficiente en función de la tangente de α . En los cálculos realizados en este proyecto, es decir, para $\text{tg } \alpha = 0,01$ el coeficiente c tendrá el valor 0,375

h : Altura del macizo (m).

C_t : Coeficiente de balasto en el fondo de la excavación (daN/m³).

$\tan \alpha$: Ángulo que puede girar el macizo (admi), $\text{max}=0.01$.

P : Peso total del conjunto (daN) (Cimentación más poste más cables).

6.10. Retenidas.

Será prioritario el uso de los postes con retenidas en este proyecto tipo, permitiéndose solo estructuras o postes auto soportados en aquellos casos justificados y en los que no sea posible la utilización de postes con retenidas, previa autorización de Naturgy Panamá.

Se instalarán retenidas en todos los apoyos de ángulo (mayor de 5°) y de fin de línea con el objeto de alcanzar vanos de una longitud adecuada, manteniendo el coeficiente de seguridad. Las características de las retenidas (número de anclas y cables, tipo de fijación del cable al apoyo etc.) variarán en función del conductor, del armado y de la configuración de la línea. El tipo de retenida que se debe emplear en cada caso se muestra en el anexo IT-09318-AX-06 "Tabla de utilización de retenidas".

El esfuerzo horizontal equivalente que los conductores de línea transmiten al poste se determinará según el proceso de cálculo indicado en el apartado 6.12 "Cálculo Mecánico de Postes" de la presente Memoria. Este esfuerzo será calculado para las hipótesis normales y en función de la clasificación del poste.

La retenida será capaz de soportar este esfuerzo, transmitiendo una parte al terreno y otra al poste en forma de esfuerzo vertical. Este esfuerzo vertical provoca un trabajo a compresión del poste, por lo que su cálculo será de especial importancia en el caso de los postes metálicos. Denominaremos a los cables encargados de transmitir este esfuerzo al suelo como "cable(s) de retenida de línea".

Los cables se fijarán al poste mediante piezas de fijación adecuadas. En el caso de que estas piezas pudieran causar algún tipo de daño al cable, se utilizarán guardacabos u otros elementos para proteger el cable en su unión a la pieza de fijación.

Todas las retenidas estarán aisladas, adecuadamente señalizadas, y deberán estar protegidas para evitar el escalamiento de animales a través de ellas, manteniendo protección contra la vida silvestre.

Cuando otras empresas instalen otros conductores para diversos usos (telefonía, baja tensión, etc.) en los postes, añadirán, en el caso de ser necesario, las



correspondientes retenidas para soportar los nuevos esfuerzos a los que se verán sometidos los postes.

Estas retenidas se sujetarán al poste a la altura más cercana posible del punto de aplicación del esfuerzo.

Las características y la forma de instalación de los distintos tipos de retenidas se adjuntan en los planos del Apartado N° 8 Planos.

6.10.1. Características del Cable para Retenidas.

En las retenidas se utilizarán cables de acero galvanizado con una sección y resistencia mecánica adecuados para resistir las cargas que deban soportar. Las características detalladas de los cables de acero se encuentran definidas en la Especificación Técnica correspondiente. Algunas de sus características se muestran a continuación.

Tabla 33.
Características Cable de Acero Galvanizado.

Cable de Acero Galvanizado				
Diámetro		Peso	Carga de Ruptura kgs	Peso de Zinc Ozs Pie 2
Plg.	mm	Kilos/Km		
3/8	9,5	406	6980	0,98
1/2	12,7	769	12200	1,1

El cable utilizado para las retenidas es de 1/2" con varillas de 3/4".

6.10.2. Cálculo de Retenidas.

A continuación se presenta el cálculo de retenidas para postes de media tensión.

6.10.2.1. Tensión Admisible del Viento o Retenida T_v .

Para estructuras de circuito sencillo, la tensión admisible se calculará con la siguiente fórmula.

$$T_v = \frac{T_r}{F_s} \text{ (daN)}$$

Donde:

T_v : Tensión admisible en el cable de Retenida.

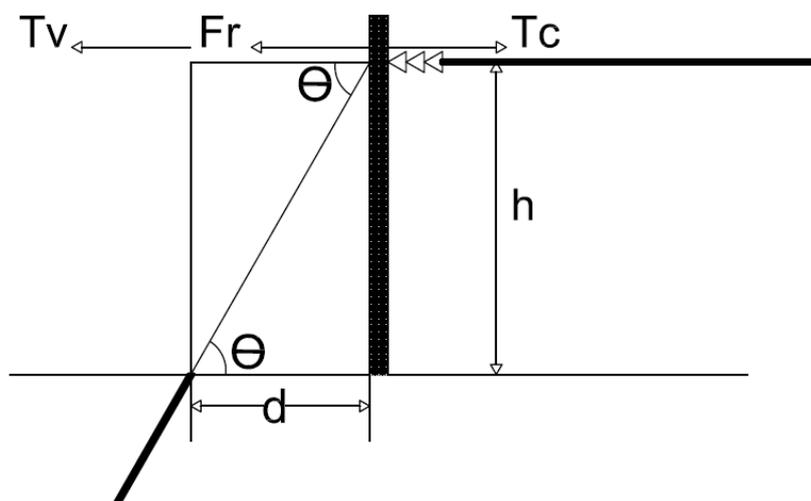
T_r : Carga de rotura del cable utilizado para la retenida.

F_s : Factor de Seguridad de retenida. Para cargas en ángulo es 2,0.



Tabla 34.
Tensión Admisible del Cable de Retenida.

Tensión Admisible del Viento con un Factor de Seguridad de 2.0			
Diámetro [pulg]	Carga de Ruptura [kg]	Carga de Ruptura [daN]	Tensión Admisible Retenida [daN]
3/8	6980	6850	3425
1/2	12200	11973	5986



6.10.2.2. Distancia Horizontal (d).

La distancia horizontal (d) entre la base del poste y el anclaje de la retenida viene dado por la ecuación.

$$d = \frac{h}{3} (m)$$

Donde:

d: Distancia horizontal entre la base del poste y el anclaje de la retenida (m).

h: Altura del punto de sujeción de la retenida (m)

6.10.2.3. Ángulo (θ) entre la Horizontal y la Tensión Admisible de la Retenida T_v .

$$\tan \theta = \frac{h}{d}$$



$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{h}{d} \right) ^\circ$$

Donde:

T_v : Tensión admisible de la Retenida.

d : Distancia horizontal entre la base del poste y el anclaje de la retenida (m).

θ : Ángulo entre la distancia horizontal y la fuerza admisible de la retenida.

6.10.2.4. Sumatoria de Fuerzas.

La sumatoria de fuerzas en el poste debe cumplir la condición:

- Al sumar la carga admisible de la retenida más la carga nominal del apoyo debe ser mayor o igual a la tensión mecánica ejercida por el conductor de fase.

La expresión corresponde a:

$$T_v + F_r > T_c$$

Donde:

T_v : Tensión de la retenida (daN)

F_r : Carga Nominal del poste (daN)

T_c : Tensión mecánica transversal ejercida por el conductor de fase (daN).

6.10.2.5. Tensión Mecánica Transversal T_c .

$$T_c = 2T \left(\sin \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right) f_a \cdot n$$

Donde:

T_c : Tensión mecánica transversal ejercida por el conductor de fase (daN).

T : Tensión del conductor de fase a temperatura mínima y viento promedio y para vano promedio. (daN).

α : Ángulo de cambio de dirección de la línea.

f_a : Factor de sobrecarga de 1.5.

n : Número de conductores en el mismo nivel.

6.11. Puesta a Tierra.

Se conectarán a tierra el conductor neutro, todos los herrajes, estructuras o soportes, cables mensajeros y los posibles equipos que se instalen tanto en los postes de hormigón como en los metálicos o de fibra, siguiendo las indicaciones descritas en el presente apartado.

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra serán:



- Línea de tierra.
- Electrodo de puesta a tierra.

6.11.1. Línea de Tierra.

Es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto del poste que ha de conectarse a tierra.

Se usará como conductor de puesta a tierra un Cable de cobre desnudo N° 2 AWG. Sus características están definidas en la correspondiente Especificación Técnica.

Esta línea de tierra poseerá una resistencia mecánica adecuada para las condiciones a las que esté sometido. Además, la línea de tierra estará protegida adecuadamente en aquellos lugares donde están fácilmente accesibles al público o donde estén expuestos a daño mecánico.

La unión entre la línea de tierra y los electrodos de puesta a tierra se realizará mediante conectores de compresión.

6.11.2. Resistencia de Puesta a Tierra.

Las líneas aéreas de media tensión cumplirán los siguientes requisitos mínimos:

- El conductor de neutro o cable mensajero serán Multiaterrizados, por lo tanto se conectará efectivamente al sistema de puesta a tierra, en todos los postes.
- **Excepción:** Cuando la línea cruce ríos o montañas y donde no se hace posible la instalación de puesta a tierra cada (400 m) deberá tener el cable de neutro la capacidad suficiente para soportar las sobre corrientes sin sufrir deterioro.
- Donde los conductores no tienen la suficiente capacidad para soportar los cortocircuitos antes de sufrir problemas de deformaciones se deberán tener ocho (8) conexiones en cada 1.6 km (1milla).
- Se conectará efectivamente al sistema de puesta a tierra donde se tengan equipos instalados.
- Los Postes de fin de línea deberán estar conectados efectivamente al sistema de puesta a tierra.
- Los Postes donde se tengan instalados Descargadores de sobretensión, estarán conectados efectivamente al sistema de puesta a tierra.

El valor de la resistencia de puesta a tierra, medido en cualquier poste de la línea, no será mayor de 25 (Ω), teniendo en cuenta el funcionamiento en paralelo de todas las resistencias de puesta a tierra individuales de la línea.

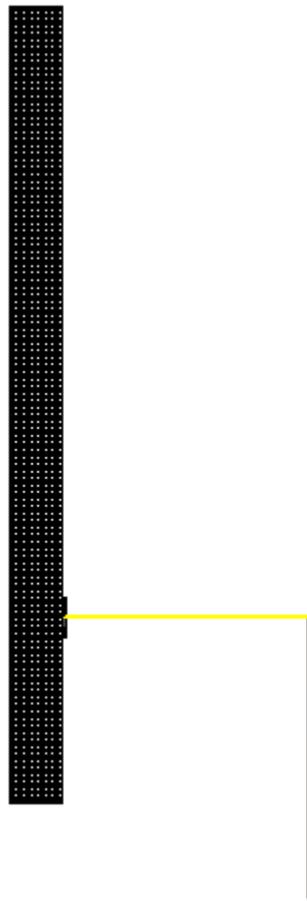


6.11.3. Cálculo Aproximado de la Resistencia de Puesta a Tierra.

6.11.3.1. Método de Varillas Paralelas.

La conexión del sistema de puesta a tierra necesita tener una resistencia suficientemente baja para minimizar las sobretensiones temporales que pueden resultar peligrosas para el personal que puede estar cerca del equipo. Estas sobretensiones son producidas por descargas atmosféricas o maniobras en la red.

El valor de resistencia de puesta a tierra de 25Ω utilizado en el NESC se aplica a la resistencia máxima para un electrodo constituido por una varilla vertical o una placa enterrada. Si la resistencia de puesta a tierra es mayor a 25Ω se requiere instalar un segundo electrodo instalado según disposiciones anteriores. El valor de 25Ω es un valor referenciado como máximo, el valor medio debe ser menor a 25Ω .



La resistencia de puesta a tierra puede ser calculada según la fórmula que se presenta a continuación. Esta fórmula aplica para el método más utilizado (Varillas enterradas en paralelo).



$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

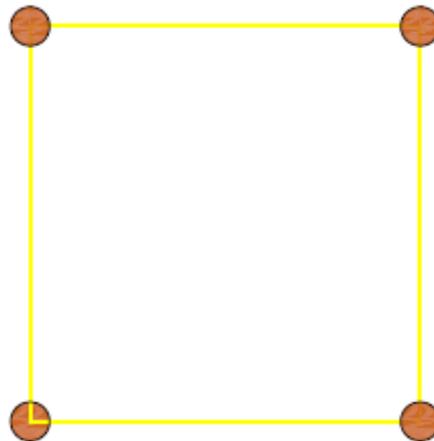
R : Resistencia de puesta a tierra del electrodo; en Ohmios (Ω).

ρ : Resistividad del terreno en Ohmios por metro ($\Omega.m$).

L : Longitud en metros (m) de la pica o del conductor, y en una malla, la longitud total de los conductores enterrados (incluyendo en su caso la longitud de las picas).

6.11.3.2. Método del Anillo.

El método del anillo que se presenta en el Proyecto Tipo de **LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN Y EL PROYECTO TIPO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN** consta de una cuadrícula con cuatro varillas de acero revestido de cobre de 5/8" por 2.40 m; la cuadrícula se alejará un metro (1 m), usando cable de cobre desnudo N° 2 AWG enterrado a una profundidad de 0.5 m.



A continuación se presenta la metodología de cálculo para el diseño de puesta a tierra por el método del anillo.

Paso 1: Determinar la resistividad del terreno; para el caso de puesta a tierra de **Centros de Transformación y Líneas Aéreas de Media Tensión**, se aplicará el modelo de "Terreno Uniforme". La Tabla 35 muestra resistividades medias según el tipo de terreno.

Paso 2: La estimación de la resistencia de puesta a tierra en suelo uniforme.

El caso del anillo del Proyecto Tipo corresponde a la combinación de varillas y cables en geometría cuadrada. Éste sistema ofrece una mejor resistencia de puesta a tierra que una varilla enterrada verticalmente.



$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right]$$

Donde:

R_g : Resistencia de Puesta a Tierra (Ω)

ρ : Resistividad del terreno en Ohmios por metro ($\Omega.m$).

L_T : Longitud total enterrada de conductores más varillas en (m).

A : Área de la cuadrícula. (m)

h : Profundidad de la malla en (m).

6.11.3.3. Resistividad del Suelo.

En la siguiente tabla se presenta la resistividad media del terreno según el tipo de suelo, en ($\Omega.m$).

Tabla 35. Resistividad del Suelo.

Resistividad de suelos	
Descripción del Suelo	Resistividad media ($\Omega.m$)
Grava bien clasificada, mezcla de arena y grava	600 a 1000
Grava mal clasificada, mezcla de arena y grava	1000 a 2500
Grava arcillosa, grava mal clasificada, mezcla de arcillas	200 a 400
Arena natural, arena con poco sedimentos	100 a 500
Arenas arcillosas, arena mal clasificada	50 a 200
Arena natural, arenas arcillosas con ligera plasticidad	30 a 80
Suelos finos arenosos	80 a 300
Grava arcillosa, arcilla arenosa, arcilla natural	25 a 60
Arcillas inorgánicas de alta pureza	10 a 55

Tabla 4.2 de la IEEE. 142-2007.



6.11.4. Instalación de Descargadores de Sobretensión en Líneas Aéreas de Media Tensión.

La instalación de descargadores de sobretensión es especialmente importante en las líneas con conductores forrados ya que las sobretensiones pueden perforar y dañar el forro lo que elimina los beneficios de utilizar un conductor protegido. Se instalarán descargadores de sobretensión en las líneas aéreas de media tensión forradas según las siguientes directrices:

- Se instalarán descargadores de sobretensión en distancias no superiores a (0.4 km) (0.25 millas). Procurando instalarlos en las estructuras de anclaje y ángulo, los inicios y fines de línea.
- Se instalarán descargadores de sobretensión en las transiciones aéreas/Subterráneas.
- Se instalarán descargadores de sobretensión conjuntamente con elementos fusibles donde se tenga instalados: equipos de maniobra, transformadores y equipos de comunicación.

6.11.4.1. Conexión al Sistema de Puesta a Tierra.

En el caso de no tener conductor de neutro conectado efectivamente a tierra, los descargadores de sobretensión se conectarán a tierra con bajante. El conductor de bajante a tierra de los Descargadores de sobretensión, podrá estar conectado al conductor de neutro de la línea si este se encuentra conectado efectivamente al sistema de Puesta a Tierra.

El sistema de puesta a tierra será de varillas paralelas cuando no se tengan equipos instalados o se conectará al sistema de anillo cuando se tengan equipos instalados o centros de transformación.

6.12. Cálculo Mecánico de Postes.

En el cálculo mecánico de postes se consideran varias hipótesis según sea necesario considerar:

- Sobrecarga por viento.
- Desequilibrio de tracciones.
- Rotura de conductores. (No aplica para estructuras de alineación (suspensión) y ángulo).

En el país de Panamá no se debe considerar la sobrecarga por hielo.

El cálculo mecánico de postes se realizará de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga.

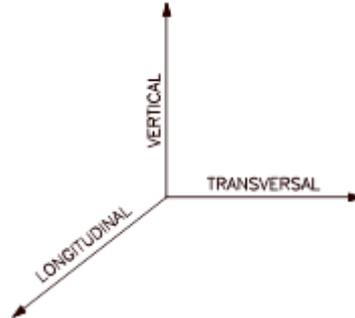
Estos cálculos incluirán para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor transmite a la cruceta y el esfuerzo equivalente de todos ellos sobre el poste.

El resultado de estos cálculos se adjuntará según el formato establecido en las correspondientes tablas del Apartado 04: Proyecto Específico.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



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



Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de postes serán las siguientes:

- Hipótesis normales.
- Hipótesis anormales.

6.12.1. Hipótesis Normales.

En la siguiente tabla se indican las hipótesis normales que debemos considerar en el cálculo según la zona de aplicación, así como las sobrecargas que se aplicarán en cada una de ellas.

El coeficiente de seguridad en postes de hormigón, al tratarse de postes construidos en talleres específicos con características mecánicas homogéneas obtenidas mediante ensayos a escala real, no será inferior a 2,0 con respecto a la carga de rotura.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Tabla 36.
Hipótesis Normales de diseños.

Poste	Área A		Área B	
	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
Alineación	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 10 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140km/h y temperatura 10 °C.
Ángulo	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento 115 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento 115 km/h y temperatura 10 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento 140 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal debido a la resultante de tensiones y a la acción del viento 140 km/h y temperatura 10 °C.
Anclaje	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 10 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 20 °C. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140km/h y temperatura 10 °C.
Fin de línea	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 20 °C. ○ Desequilibrio de tracciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 115 km/h y temperatura 10 °C. ○ Desequilibrio de tracciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 20 °C. ○ Desequilibrio de tracciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cargas Permanentes. ○ Esf. horizontal transversal con viento 140 km/h y temperatura 10 °C. ○ Desequilibrio de tracciones.

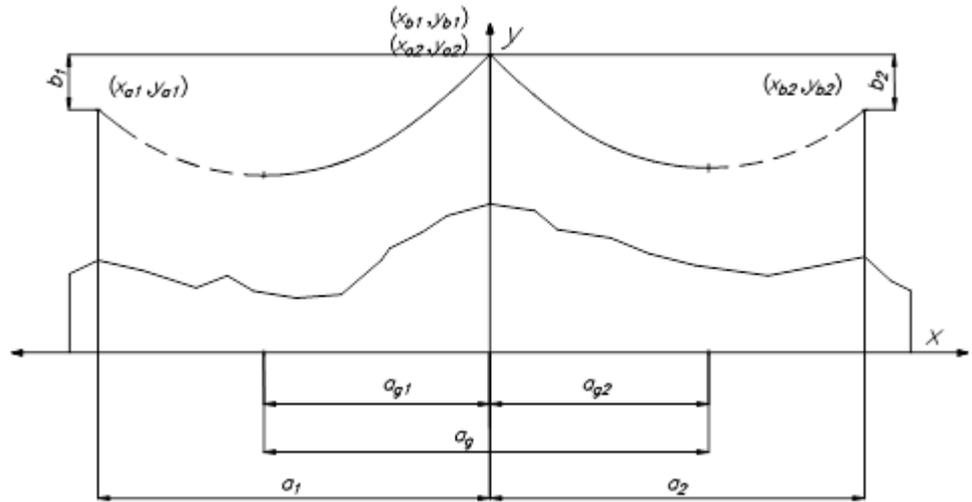


6.12.2. Esfuerzos Verticales.

6.12.2.1. Teoría del Gravivano.

El cálculo de los esfuerzos verticales que los conductores transmiten a las crucetas se realizará 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 se transmiten al poste.



Dicha longitud (a_g) viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al poste (a_{g1} y a_{g2}).

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

Para cada hipótesis normal y para cada poste se determinará el valor del gravivano del conductor.

En los postes de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semi gravivano (desequilibrio de tensiones).

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \cdot \left[\tanh^{-1} \frac{\cosh\left(\frac{a_1}{H_1}\right) - 1}{\sinh\left(\frac{a_1}{H_1}\right)} - \sinh^{-1} \left(\frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{\sinh^2\left(\frac{a_1}{H_1}\right) - \left(\cosh\left(\frac{a_1}{H_1}\right) - 1\right)^2}} \right) \right]$$

$$a_{g2} = H_2 \cdot \left[\tanh^{-1} \frac{\cosh\left(\frac{a_2}{H_2}\right) - 1}{\sinh\left(\frac{a_2}{H_2}\right)} - \sinh^{-1} \left(\frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{\sinh^2\left(\frac{a_2}{H_2}\right) - \left(\cosh\left(\frac{a_2}{H_2}\right) - 1\right)^2}} \right) \right]$$

Donde:



a_g : Gravivano en (m).

a_1 : Longitud de vano anterior (m).

a_2 : Longitud de vano posterior (m).

H_1 y H_2 : Parámetro de la catenaria (m).

P : Peso del conductor (daN/m).

b_1 : Desnivel vano anterior (m).

b_2 : Desnivel vano posterior (m).

- $b_1 > 0$ si $y_{b1} - y_{a1} > 0$.
- $b_1 < 0$ si $y_{b1} - y_{a1} < 0$.
- $b_2 > 0$ si $y_{b2} - y_{a2} > 0$.
- $b_2 < 0$ si $y_{b2} - y_{a2} < 0$.

Los resultados de los cálculos de gravivanos se adjuntarán en el formato establecido en la tabla del Anexo D "Proyecto Específico".

6.12.2.2. Cargas Permanentes.

Se considerarán como cargas permanentes las cargas verticales debidas al peso propio de conductores, cadenas de aisladores, si las hay, y herrajes, correspondientes a cada hipótesis.

Los pesos aproximados de las cadenas de aisladores y herrajes figuran en las correspondientes Especificaciones Técnicas.

Para conocer el esfuerzo vertical que se transmite a la cruceta, se sumarán el esfuerzo vertical transmitido a la cruceta por los elementos instalados en el vano anterior y el esfuerzo vertical transmitido por los elementos instalados el vano posterior para cada conductor. Posteriormente, una vez conocido el gravivano, se aplicara la expresión que aparece a continuación para obtener el esfuerzo:

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

$$P_A = P_a \cdot H_1 \cdot \sinh\left(\frac{a_{g1}}{H_1}\right) \text{ (daN)}.$$

$$P_B = P_a \cdot H_2 \cdot \sinh\left(\frac{a_{g2}}{H_2}\right) \text{ (daN)}.$$

$$P = P_a \left(H_1 \cdot \sinh\left(\frac{a_{g1}}{H_1}\right) + H_2 \cdot \sinh\left(\frac{a_{g2}}{H_2}\right) \right)$$

Donde.

P : Esfuerzo vertical que el conductor transmite a la cruceta por conductor (daN).

P_A : Esfuerzo vertical que el conductor del vano anterior al poste transmite a la cruceta (daN).



P_B : Esfuerzo vertical que el conductor del vano posterior al poste transmite a la cruceta (daN).

P_a : Peso aparente del conductor (daN/m).

H_1 y H_2 : Parámetro de la catenaria (m).

a_{g1} y a_{g2} : Gravivano anterior y posterior del conductor (m).

6.12.3. Esfuerzos Horizontales Transversales.

6.12.3.1. Teoría del Eolovano.

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que los conductores transmiten a la cruceta se empleará 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 sobre conductores, estos transmiten al poste. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al poste.

$$a_e = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)$$

Donde:

a_e : Longitud del eolovano medido en la dirección longitudinal (m).

a_1 : Longitud del vano anterior al poste medido en la dirección longitudinal (m).

a_2 : Longitud del vano posterior al poste medido en la dirección longitudinal (m).

6.12.3.2. Sobrecargas Motivadas por el Viento.

Tal como se indica en el apartado 6.5 “Cálculo Mecánico” del presente Proyecto Tipo, los conductores en determinadas condiciones se considerarán sometidos a una sobrecarga horizontal transversal debida al viento. Esta sobrecarga por unidad de longitud está relacionada con el diámetro del conductor y con la velocidad del viento. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$p_v = 4,7238 \cdot v^2 \cdot d \cdot 10^{-6} \left(\frac{daN}{m} \right)$$

Donde:

p_v : Presión del viento sobre el conductor por unidad de longitud (daN/m).

v : Velocidad del viento (km/h).

d : Diámetro del conductor (m).

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

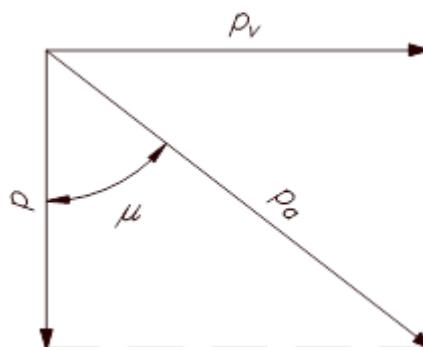


En la siguiente tabla se ha determinado el valor de la presión del viento sobre los distintos conductores y para las dos velocidades consideradas en este Proyecto Tipo:

Tabla 37.
Presión del Viento sobre los Conductores Compactos a 35 kV.

Conductor	Velocidad (km/h)	P (daN/m)	D m	Pv (daN/m)	Pa (daN/m)	μ°
477 kcmil	115	1,32	0,035	2,17	2,54	58,61
	140			3,21	3,47	67,65
266,8 kcmil	115	0,92	0,030	1,87	2,08	63,94
	140			2,77	2,92	71,74
1/0 AWG	115	0,56	0,025	1,56	1,66	70,25
	140			2,31	2,38	76,38

En el gráfico mostrado a continuación se puede identificar la situación de los distintos vectores mostrados en la tabla 36:



Donde:

P: Peso del conductor (daN/m).

Pa: Peso aparente del conductor bajo la sobrecarga de viento. (daN/m).

Pv: Sobrecarga transversal motivada por la acción del viento sobre los conductores.(daN/m).

μ : Ángulo formado por el plano que contiene a la catenaria del conductor en reposo y el plano que contiene a la catenaria del conductor bajo la acción del viento. ($^\circ$)

Se considera que cuando actúa el viento sobre el conductor el esfuerzo vertical que debe soportar el poste (p) es el mismo que cuando no existe la sobrecarga del viento, pero aparece un esfuerzo horizontal transversal a la línea (pv) proporcional a la velocidad del viento y al diámetro del conductor. Cada uno de estos esfuerzos deberá sumarse a los correspondientes que las distintas hipótesis transmitan a la cruceta.



6.12.3.3. Postes de Alineación.

El esfuerzo transversal, perpendicular a la dirección de la línea, que el poste soporta, es debido a la acción del viento sobre los conductores, aisladores y sobre el propio poste.

$$F_T = p_v \cdot a_e \text{ (daN)}$$

Donde:

F_T : Esfuerzo transversal soportado por el poste (daN).

p_v : Fuerza del viento sobre el conductor (daN/m)

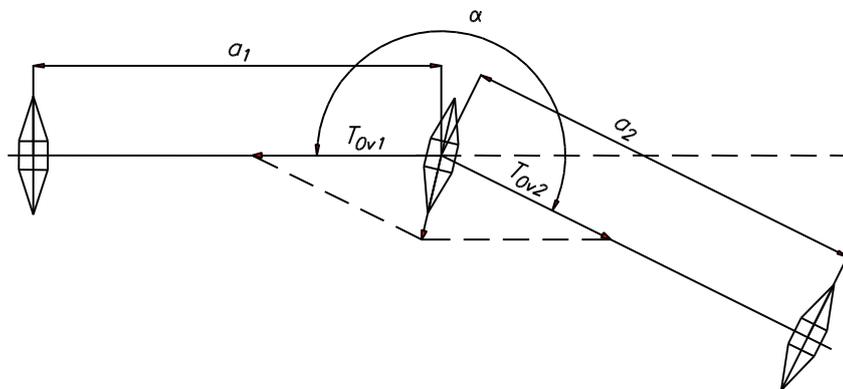
a_e : Longitud del eolovano (m)

6.12.3.4. Postes en Ángulo.

En los postes de ángulo consideramos que la acción conjunta de los esfuerzos longitudinales a ambos lados del poste y la presión del viento nos crea un esfuerzo horizontal transversal resultante.

Por lo tanto, el esfuerzo horizontal transversal (F_t) que cada conductor transmite a la cruceta, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_t = p_v \cdot a_v \cdot \cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2 \cdot T_{m\acute{a}x} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \text{ (daN)}$$



Donde:

p_v : Fuerza del viento sobre el conductor (daN/m).

a_e : Longitud del eolovano (m).

β : Ángulo de desviación de la línea ($^\circ$). ($\beta = 180 - \alpha$)

$T_{m\acute{a}x}$: Componente horizontal de la tensión del conductor para la hipótesis de viento en los vanos anterior y posterior al poste (daN).

La fórmula calcula el caso más desfavorable ya que considera que las dos tensiones son iguales y del mismo valor que la mayor de ellas.



6.12.3.5. Postes de Anclaje.

Los esfuerzos transversales (F_t) que cada uno de los conductores, debido a la acción del viento, transmite a la cruceta, se determinarán mediante la siguiente expresión:

$$F_T = p_v \cdot a_e \text{ (daN)}$$

Donde:

F_T : Esfuerzo transversal soportado por el poste (daN).

p_v : Fuerza del viento sobre el conductor (daN/m)

a_e : Longitud del eolovano (m)

6.12.3.6. Postes de Fin de Línea.

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales (F_t) que cada conductor transmite a la cruceta en los Postes de fin de línea, se aplicará la siguiente expresión:

$$F_t = p_v \cdot \frac{a}{2} \text{ (daN)}$$

Donde:

p_v : Fuerza del viento sobre el conductor (daN/m).

a : Longitud del vano del poste medido en la dirección longitudinal (m).

6.12.4. Esfuerzos Horizontales Longitudinales.

6.12.4.1. Postes de Anclaje.

La siguiente expresión es de utilidad a la hora de calcular los esfuerzos horizontales longitudinales que, debido al desequilibrio de tracciones, se transmite a la cruceta.

$$F_l = 0,5 \cdot máxT \text{ (daN)}$$

Donde:

$máxT$: Componentes horizontales de la tensión del conductor en el vano anterior y posterior (daN).

6.12.4.2. Postes de Fin de Línea.

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales longitudinales (F_l) que cada conductor transmite a la cruceta debido al desequilibrio de tracciones, se aplicará la siguiente expresión:

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

Donde:

T_o : Componente horizontal de la tensión del conductor en el vano (daN).



6.12.5. Esfuerzo Equivalente en el Poste.

Es necesario trasladar todas las fuerzas al punto de aplicación de esfuerzos del poste, que es el punto al que está referido el esfuerzo nominal que es capaz de resistir un poste en cada dirección. Este punto está situado a 0,3 m por debajo de la cogolla del poste.

Todos los esfuerzos verticales se sumarán para obtener un esfuerzo total vertical, que será de utilidad para el cálculo de cimentaciones.

$$F_{vequi} = \sum_{i=1}^n F_{vi} \text{ (daN)}.$$

Los esfuerzos longitudinales se trasladarán desde su punto de aplicación en el extremo del aislador al punto situado a la distancia antes mencionada respecto a la cogolla. La expresión que se utilizará para calcular el esfuerzo longitudinal total será la siguiente:

$$F_{lequi} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{li} \cdot Y_{li}}{Y_{equivalente}} \text{ (daN)}.$$

Donde:

F_{lequi} : Esfuerzo longitudinal total (daN).

F_{li} : Esfuerzo longitudinal (daN).

Y_{li} : Altura de aplicación del esfuerzo longitudinal (m).

$Y_{equivalente}$: Altura de aplicación del esfuerzo longitudinal nominal (m).

El mismo proceso se seguirá con los esfuerzos transversales. Se utilizará la expresión siguiente:

$$F_{tequi} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{ti} \cdot Y_{ti}}{Y_{equivalente}} \text{ (daN)}.$$

Donde.

F_{tequi} : Esfuerzo transversal total (daN).

F_{ti} : Esfuerzo transversal (daN).

Y_{ti} : Altura de aplicación del esfuerzo transversal (m).

$Y_{equivalente}$: Altura de aplicación del esfuerzo longitudinal nominal (m).

De esta manera se calcularán los esfuerzos que deberá soportar el poste en condiciones normales en cada dirección y comparar estos valores con su esfuerzo nominal.

6.12.6. Hipótesis Anormales.

Como hipótesis anormales se entienden aquellas situaciones poco frecuentes que producen unos esfuerzos distintos a los normales, pero que se deben



considerar a la hora de calcular los esfuerzos que debe ser capaz de soportar el poste.

Las hipótesis anormales que debemos considerar así como las correspondientes sobrecargas a aplicar en cada una de ellas, serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 38.
Hipótesis Anormales en los Postes.

Poste	Zona 1	Zona 2
Alineación	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Deseq. De tracciones	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Deseq. De tracciones
Ángulo	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Deseq. De tracciones	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Deseq. De tracciones
Anclaje	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Rotura de conductores.	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Rotura de conductores.
Fin de línea	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Rotura de conductores.	<ul style="list-style-type: none">○ Cargas Permanentes.○ Rotura de conductores.

El coeficiente de seguridad en postes de hormigón, al tratarse de postes construidos en talleres específicos con características mecánicas homogéneas obtenidas mediante ensayos a escala real, no será inferior a 2,0 con respecto a la carga de rotura.

6.12.7. Esfuerzos Verticales.

Los esfuerzos verticales (F_v) para las hipótesis anormales se calcularán con el mismo procedimiento indicado en el apartado 6.12.2 de esta memoria.

6.12.7.1. Esfuerzos Horizontales Longitudinales por Desequilibrio de Tracciones.

6.12.7.1.1. Postes de Alineación.

Al no considerar la acción del viento como una carga anormal, consideramos nulo el esfuerzo transversal (F_t) que debe soportar el poste.



Para el cálculo del esfuerzo longitudinal (F_l) que cada conductor, debido al desequilibrio de tracciones, transmite a la cruceta, se aplicará la siguiente expresión:

$$F_l = 0,08.máxT \text{ (daN)}$$

Donde.

máxT: Componentes horizontales de la tensión del conductor en el vano anterior y posterior (daN).

6.12.7.1.2. Postes de Ángulo.

Como en el caso anterior, la acción del viento sobre los conductores que provoca un esfuerzo transversal horizontal no se considerará en esta hipótesis, pero si el desequilibrio de tensiones que provoca un esfuerzo longitudinal horizontal que deben soportar la cruceta y el poste.

El cálculo del esfuerzo horizontal longitudinal (F_l) que, en las condiciones previamente citadas, cada conductor transmite a la cruceta se determinará mediante la siguiente expresión:

$$F_l = 0,15.máxT \text{ (daN)}$$

Donde.

máxT: Componentes horizontales de la tensión del conductor en el vano anterior y posterior (daN).

6.12.7.2. Esfuerzo Equivalente en el Poste.

Los distintos esfuerzos que los conductores transmiten al poste en las hipótesis anormales deben trasladarse al punto de aplicación del esfuerzo nominal, con el fin de poder comparar dichos esfuerzos con la carga nominal, que resiste el poste. Se seguirá el proceso indicado en el apartado 6.12.4 del presente documento.

6.12.8. Recopilación de Postes.

Con los cálculos reflejados en los anteriores apartados, en cada Proyecto Específico se adjuntará un cuadro resumen de los postes utilizados en la línea según el formato indicado en el Anexo 04 "Proyecto Específico".

En dicho cuadro se señalarán así mismo los coeficientes de seguridad de postes, crucetas y cadenas de aisladores referidos a cada hipótesis.

7. Presupuesto.

7.1. Presupuesto Específico

El presupuesto de ejecución material se obtendrá especificando la cantidad de cada una de las distintas Unidades Constructivas y sus correspondientes precios unitarios.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Para obtener el Presupuesto General será preciso incrementar, si procede, el Presupuesto de Ejecución, Material en los porcentajes de Gastos Generales, Beneficio Industrial, Dirección de Obra y cualquier otro que proceda.

Las Unidades Constructivas que se incluirán en este Presupuesto forman parte del Manual de Unidades Constructivas para Obras de Distribución.

En la siguiente tabla y en el Anexo 04 Proyecto específico del presente Proyecto Tipo se muestra un ejemplo de la estructura que debe emplearse en la realización del presupuesto.

Tabla 39.
Formato de Presupuesto.

Código	Descripción Unidad Constructiva	Unidad	Cantidad	Total

8. Planos.

A continuación se relaciona el listado de planos del proyecto tipo de líneas aéreas de media tensión en conductor forrado AAC-1350-H19.

Los códigos de los planos serán definidos a futuro.

CÓDIGO	TÍTULO
Grupo 011. Postes de Hormigón	
PL011300	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-300-10.5
PL011400	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-500-12
PL011500	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-500-14
PL011510	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-800-14
PL011520	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-1250-14
PL011600	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC-800-16
PL011610	Poste de hormigón pretensado centrifugado HPC 1250-16
Grupo 012. Postes poliéster reforzado de fibra de vidrio PRFV	
PL012300	Poste de fibra de vidrio PRFV-300-10.5
PL012400	Poste de fibra de vidrio PRFV-500-12
PL012500	Poste de fibra de vidrio PRFV-500-14
PL012510	Poste de fibra de vidrio PRFV- 800-14
PL012520	Poste de fibra de vidrio PRFV- 1250-14
PL012600	Poste de fibra de vidrio PRFV- 1250-16
PL012610	Poste de fibra de vidrio PRFV-800-16
Grupo 013. Postes de Chapa Metálica	
PL013300	Poste metálico de chapa circular MCH-300-10.5

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forado



PL013400	Poste metálico de chapa circular MCH-500-12
PL013500	Poste metálico de chapa circular MCH-500-14
PL013510	Poste metálico de chapa circular MCH- 800-14
PL013520	Poste metálico de chapa circular MCH- 1250-14
PL013600	Poste metálico de chapa circular MCH-800-16
PL013610	Poste metálico de chapa circular MCH- 1250-16
Grupo 020. Aislador y Espaciadores	
PL020100	Aislador Polietileno de Alta Densidad (HDPE) Tipo PIN 13,2 kV y 34,5 kV
PL020200	Aislador Suspensión Poliméricos (ANSI C29.13) 13,2 kV y 34,5 kV
PL020300	Brazos anti movimiento 13,2 kV y 34,5 kV
PL020400	Espaciador 13,2 kV y 34,5 kV
CÓDIGO	TÍTULO
Grupo 021. Herrajes	
PL021100	Herrajes configuración autosoportada conductor forrado 13,2 kV y 34,5 kV
Grupo 030. Armado simple Circuito trifásico	
PL030100	Armado simple circuito trifásico tangencial 13,2 kV
PL030110	Armado simple circuito trifásico tangencial 34,5 kV
PL030200	Armado simple circuito trifásico de 0° a 5° 13,2 kV
PL030210	Armado simple circuito trifásico 0° a 5° 34,5 kV
PL030300	Armado simple circuito trifásico de 7° a 60° 13,2 kV
PL030310	Armado simple circuito trifásico de 7° a 60° 34,5 kV, ACSR 477
PL030320	Armado simple circuito trifásico de 7° a 60° 34,5 Kv, ACSR 266 y 1/0
PL030400	Armado simple circuito trifásico de 61° a 90° 13,2 kV
PL030410	Armado simple circuito trifásico de 61° a 90° 34,5 kV
PL030500	Armado simple circuito trifásico de remate 13,2 kV
PL030510	Armado simple circuito trifásico de remate 34,5 kV
PL030600	Armado simple circuito trifásico doble remate 13,2 kV
PL030610	Armado simple circuito trifásico doble remate 34,5 kV
PL030700	Armado simple circuito trifásico 90° 13,2 kV
PL030710	Armado simple circuito trifásico 90° 34,5 kV
Grupo 050. Conexión Conductores.	
PL050100	Conexión conductor forrado
PL050200	Conector con estribo para conductor forrado
PL050300	Conexión amovible completa para conductor forrado
PL050400	Empalme sin tracción para conductor forrado
PL050500	Empalme plena tracción para conductor forrado

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



CÓDIGO	TÍTULO
Grupo 060. Elementos de protección y maniobra	
PL060100	Pararrayos autoválvulas 13,2 kv
PL060300	Pararrayos autoválvulas 34,5 kv
PL060400	Montaje pararrayos autovalvulas en poste para circuito trifásico
PL060600	Base cortacircuitos fusible de expulsión 13, 2 kv
PL060650	Fusible de expulsión
PL060800	Base cortacircuito fusible de expulsion36 kV
PL060900	Montaje base seccionadores fusible fijación en poste
Grupo 070. Cimentaciones	
PL070100	Cimentaciones mono bloques cilíndricas
PL070200	Cimentaciones mono bloques cuadradas
Grupo 080. Puestas a tierras	
PL060100	Puesta a tierra en poste de hormigón picas individuales
PL060110	Puesta a tierra en poste de hormigón en anillo
PL060200	Puesta a tierra en poste metálico de chapa picas individuales
PL060210	Puesta a tierra en poste metálico de chapa en Anillo
PL060300	Puesta a tierra en poste PRFV picas individuales
PL060310	Puesta a tierra en poste PRFV en anillo

9. Relación de Anexos

- **Anexo 00:** Histórico de revisiones
- **Anexo 01:** Reglamento de Servicio.
- **Anexo 02:** Pliego de Condiciones Técnicas.
- **Anexo 03:** Normas de Prevención de Riesgos Laborales y Protección Medioambiental.
- **Anexo 04:** Proyecto Específico.
- IT-09318-AX-05: Tablas de Cimentaciones

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
1	15/03/2021	Primera edición del documento.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Anexo 01: Reglamento de Servicio.

En el presente proyecto tipo de líneas aéreas de media tensión (34,5 kV y 13,2 kV) en conductor forrado se deberán tener en cuenta las siguientes normas:

Al intervenir en las líneas aéreas de media tensión con conductor forrado será obligatorio verificar y comprobar el cumplimiento de las normas de seguridad para el cuidado de personas, animales y prevención de accidentes.

Se respetarán las distancias mínimas de seguridad especificadas en el **capítulo 6 de este documento** “, **Apartado 6.7 “Distancias de Seguridad”**”.

Primera.

Personal involucrado: El personal que ha de trabajar en las líneas aéreas de media tensión en conductor forrado, será personal idóneo, debidamente capacitado y con experiencia en trabajos con líneas aéreas de media tensión en conductor forrado.

Segunda.

Tipo de trabajo: El trabajo en líneas aéreas de media tensión en conductor forrado se realizará según disponibilidad de servicio de los circuitos, disponibilidad de recursos y tipo de intervención; (construcción, mantenimiento y/o reparaciones).

Tercera.

Programación: Antes de desarrollar cualquier actividad en las líneas aéreas de media tensión con conductor forrado, se deberá tener la programación debidamente aprobada y socializada con el personal directamente involucrado.

Cuarta.

Seguridad y salud en el trabajo: Será responsabilidad del supervisor y/o encargado del desarrollo de los trabajos, verificar que se estén cumpliendo con las respectivas normas de seguridad. Se tendrán presentes las cinco reglas de oro para el trabajo eléctrico.

- Corte visible de la instalación.
- Enclavamiento y bloqueo.
- Comprobación de ausencia de tensión.
- Instalación del juego de tierras y cortocircuito.
- Señalización del área de trabajo.

Quinta.

Equipos y herramientas a utilizar: Los equipos y herramientas a utilizar en los proyectos de líneas aéreas de media tensión en conductor forrado deberán estar en perfecto estado funcional. A continuación se nombran las principales herramientas y los equipos más utilizados en los trabajos con líneas aéreas en conductor forrado

- Cabrestante (malacate)
- Camión grúa.
- Carro canasta.
- Cizallas o cortadoras.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



- Manilas.
- Poleas.
- Polipasto. (Tecele)
- Vehículos de transporte de personal.

Sexta.

Materiales: Los materiales a ser empleados en la construcción y/o reparación de líneas aéreas de media tensión en conductor forrado deberán ser los nombrados en el documento de especificaciones técnicas de materiales del Proyecto Tipo. Los materiales deberán estar normalizados y fabricados bajo los estándares nacionales y/o internacionales que les apliquen.

Séptima.

Proyectos de líneas aéreas de media tensión en conductor forrado (34,5 y 13,2 kv): Las líneas aéreas de media tensión en conductor forrado deberán ajustarse al presente proyecto tipo.

Las líneas aéreas a nivel de 34,5 kV deberán construirse: trifásicas, conductor de neutro continuo sección nominal según conductor de fase utilizado.

Las líneas aéreas a nivel de 13,2 kV deberán construirse: trifásicas, conductor de neutro continuo, sección nominal según conductor de fase utilizado.

En el caso de construirse líneas de media tensión monofásicas, será presentada la justificación de la necesidad de requerir dicho servicio y será el operador de red quien de la autorización para la construcción de estos.

Octava.

Directrices para la instalación de conductores en líneas Aéreas de Media Tensión, Equipos y Accesorios cuando se trabaja cerca a partes o líneas energizadas.

General.

EL personal que trabajará en el tendido e instalación de conductores, deberá estar protegido contra tensiones inducidas y corrientes causadas por líneas adyacentes energizadas. El personal también estará protegido de los peligros que pueden resultar de la activación de la línea.

La protección del personal puede lograrse mediante la aplicación adecuada de sistemas de protección a tierra en el área de trabajo, haciendo uso de métodos correctos y entrenamiento especializado, y por el uso de equipos que incorporan dispositivos para proteger contra este tipo de peligros.

Las tensiones y cargas eléctricas pueden aparecer en los equipos y el conductor que se está instalando debido a uno o más de los siguientes factores:

- Inducción Electromagnética: es decir (acoplamiento capacitivo y/o inductivo) de las líneas adyacentes energizadas o al cruzar líneas energizadas.
- El contacto accidental del conductor que se está instalando, con una línea energizada: esta es la causa más probable de peligro eléctrico al trabajar en líneas de distribución en zonas urbanas muy pobladas donde los circuitos existentes no pueden desenergizarse.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



- Error de Conmutación: Es decir; que el conductor que se está instalando se energiza.
- Descargas Atmosféricas: Se pueden presentar descargas atmosféricas en el conductor que se está instalando, equipos o en lugares u objetos adyacentes.

Riesgo Mecánico.

Para contrarrestar el riesgo mecánico, el personal deberá estar protegido con el equipo adecuado para protegerlo de las caídas, rotura inesperada de los elementos de sujeción, manipulación del material y herramientas en los postes, actividad esta de trabajo en alturas.

Antes de iniciar cualquier trabajo en una línea eléctrica, se conectará a tierra al menos en un punto para llevar a tierra las cargas eléctricas si estas aparecen.

La operación, manipulación, levantamiento, instalación del material y herramientas en los postes o actividad de trabajo en alturas, deberá estar detallado en el manual de procedimiento de seguridad y la instrucción para todas las actividades que se desarrollen en la construcción de líneas aéreas.

Es importante realizar la socialización y hacer conocer este procedimiento para evitar cualquier situación de peligro. La empresa contratista deberá presentar los procedimientos para las actividades que se van a desarrollar; así mismo presentará registro fotográfico y escrito de las socializaciones que se hagan del mismo.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Anexo 02: Pliego de Condiciones Técnicas.

1. Objeto	92
2. Ejecución del Trabajo.	92
2.1 Generalidades.	92
2.2 Documentación y Medios para el Desarrollo del Trabajo.	93
2.3 Transporte y Acopio de Materiales	93
2.4 Cimentaciones	96
2.5 Protección de las Superficies Metálicas	99
2.6 Izado de Postes	100
2.7 Tendido, Empalme, Tensado y Retencionado	100
2.8 Reposición del Terreno	108
2.9 Numeración de Postes, Avisos de Peligro	108
2.10 Puesta a Tierra	108
3. Materiales	108
3.1 Postes	109
3.2 Brazos y Soportes	109
3.3 Conductores y Cables	109
3.4 Aisladores	109
3.5 Herrajes y Preformados	109
3.6 Elementos de Maniobra y Protección	109
4. Materiales	109
4.1 Calidad de Cimentaciones	110
4.2 Tolerancia de Ejecución	110
4.3 Tolerancias de Utilización	111
4.4 Documentación de la Instalación	111
5. Normas de Referencia	111

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



1. Objeto.

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de líneas eléctricas aéreas realizadas según el PROYECTO TIPO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE 13,2, Y 34,5 kV. CON CONDUCTOR FORRADO.

Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas líneas, así como la puesta en servicio de las mismas.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. Ejecución del Trabajo.

2.1. Generalidades.

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

Deberá revisar todas las condiciones existentes que puedan afectar al trabajo, y deberá hacer un reconocimiento cuidadoso de la ruta de las líneas, de forma que se familiarice con los detalles de construcción de las instalaciones.

El contratista pondrá a disposición de los municipios todos y cada uno de los servicios que estos demanden (vigilancia, control de tráfico, etc.). El contratista deberá acatar y cumplir las leyes, normas y/o disposiciones legales de cada municipio.

El contratista será responsable de todos los desperfectos debidos a sus operaciones, así como de cualquier tipo de proceso judicial asociado a éstas, debiendo en cada caso reparar todos los desperfectos ocasionados a terceros, departamento, provincia o localidad (calles, cercas, inmuebles, etc.).

El contratista deberá reparar a su propio cargo cualquier daño ocasionado a tuberías de agua, gas, y cualquier otro servicio, alcantarillas y aceras de la ciudad, debido a sus operaciones. De ser necesario deberá realizar el traslado de las redes húmedas (tuberías y canales) que interfieran con la construcción de las cimentaciones de los postes, sin costo adicional.

De ser necesario y a juicio de la supervisión proveerá vigilancia y señales luminosas en sitio, cuando la obra en curso está ubicada en lugares de gran circulación peatonal y/o de vehículos o cuando por otras causas la supervisión lo considere oportuno.

El contratista deberá prepararse a fin de terminar tramos completos diariamente y restablecer el servicio a los usuarios después de cada interrupción.

En las instalaciones a remodelar el contratista deberá tener en cuenta los demás servicios existentes en las mismas, y es su responsabilidad coordinar con cada una de las entidades interesadas el desmontaje de estos servicios y así como la nueva colocación de los mismos por parte de la entidad interesada después de que el contratista haya realizado sus instalaciones en la zona.

En todo caso el contratista será el responsable de la apariencia final de las líneas después de que estos servicios hayan sido recolocados en los postes.



2.2. Documentación y Medios para el Desarrollo del Trabajo.

El contratista deberá poseer como mínimo la siguiente documentación para el montaje de la línea:

- Plano de situación a escala 1:50 000 ó 1:25 000.
- Plano de emplazamiento a escala 1:10 000.
- Plano de planta de la línea a escala 1:2 000, en el que figure la distribución de postes, límites de parcelas, límites de provincias y términos municipales, se situarán en la planta todos los servicios que existan en una franja de terreno de 25 m de anchura (50 m para autovías) a cada lado del eje de la línea, tales como calles, avenidas, carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas, de telecomunicación, teleféricos y edificios.
- Plano de perfil a escala 1:500 en vanos superiores a los 120 m y vanos donde haya cruzamientos.
- Se indicarán las longitudes de los vanos, tipo, numeración y cotas de emplazamiento de los postes, ángulos del trazado y numeración de las parcelas afectadas.
- Planos de los postes y esfuerzos admisibles en montaje.
- Planos de formación de conjuntos de amarre y conjuntos de aisladores tipo columna.
- Planos de cimentaciones.
- Tablas de tendido para el tensado de los conductores, de 5 en 5 grados centígrados, para los vanos reguladores y de comprobación que se fijen.
- Relación de bobinas de conductor con indicación de la longitud contenida en cada una de ellas.

Por otra parte el contratista vendrá obligado a exponer en su oferta, las herramientas que piensa utilizar en la construcción y el método de tendido a seguir.

2.3. Transporte y Acopio de Materiales.

Los materiales que suministre Naturgy Panamá quedarán situados en uno o varios almacenes o fábricas, cuyo emplazamiento y contenido de materiales serán proporcionados al contratista.

Las zonas de acopio deben quedar definidas entre el Supervisor y el Contratista en el REPLANTEO de la obra, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad y facilidad de acopio y recogida del material de obra.
- Mínima afectación a vehículos y peatones. Delimitación de zona.
- Colocación de postes en al menos tres puntos de contacto.

Los materiales serán entregados al contratista en perfecto estado de conservación. Las entregas podrán ser totales o parciales, según convenga.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Para retirarlos de estos almacenes, el contratista deberá proveerse del correspondiente vale de Naturgy Panamá. El representante del contratista que se haga cargo del material acreditará ser persona autorizada por él, entregándosele un resguardo en el que se indicará la clase de material entregado, fecha, etc., quedando una copia firmada por dicho representante en el almacén.

El contratista, a partir de la entrega de los materiales y medios auxiliares en el almacén de la empresa suministradora del material, tendrá a su cuenta y riesgo los gastos de carga, transporte, vigilancia y almacenamiento posterior.

La propiedad de los materiales entregados al contratista seguirá siendo de Naturgy Panamá, y aquél lo recibirá con carácter de depósito.

Al hacerse cargo del material, el contratista comprobará el estado del mismo, siendo a partir de este momento responsable de todos los defectos que sufra. Si descubriese el contratista algún defecto en el material retirado, deberá presentar inmediatamente la reclamación por escrito para que sea comprobado por Naturgy Panamá.

Naturgy Panamá exigirá del contratista una póliza de seguros contra robo, avería en transporte y montaje del material entregado en compañía aseguradora de reconocida solvencia.

El contratista queda obligado a colocar en los almacenes de Naturgy Panamá las bobinas vacías para su devolución a fábrica. Del mismo modo, estará obligado a colocar por su cuenta en los citados almacenes todo el material sobrante debidamente inventariado de acuerdo a lo instalado en obra.

Cuando el contratista sea el que suministre los materiales, cuidará de su carga y transporte desde su adquisición hasta la descarga en obra. Estos transportes serán por cuenta del contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra.

En el transporte, carga y descarga, hay que comprobar que los estrobos, cables y medios mecánicos utilizados tienen la resistencia y características adecuadas al peso de los postes, para evitar accidentes y daños estructurales. La carga debe estar perfectamente ubicada, fijada y apoyada en la plataforma para evitar su desplazamiento durante el transporte.

El contratista cuidará de que la carga, transporte y descarga de los materiales se efectúe sin que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento o deformación de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de estos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de poder introducir los estrobos. Esto supondrá situar un mínimo de tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los postes no serán arrastrados ni golpeados. Se transportarán con vehículos especiales o elementos apropiados desde el almacén, hasta el lugar de instalación.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los postes.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas, su transporte se hará siempre bien embalados y con el debido cuidado en atención a su fragilidad.

Las bobinas se descargarán con grúa, o con muelle de descarga, pero nunca dejándolas caer desde el camión. En caso de rodarse las bobinas se hará siempre en sentido contrario al del arrollamiento del cable.



2.4. Cimentaciones.

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los postes comprobando que el plano de planta del proyecto se ajusta a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Si en el momento de realizar las excavaciones se apreciase que las características del terreno difieren a las indicadas en el proyecto, el contratista lo comunicará al director de obra siendo éste el que autorice un redimensionamiento nuevo de la cimentación.

Las cimentaciones se realizarán de acuerdo a los planos de cimentaciones del PROYECTO TIPO DE LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN DE 13,2 Y 34,5 kV.

Se emplearán cimentaciones cilíndricas Básica o Monobloque con hormigón en masa.

- **Cimentaciones Cilíndricas o Monobloque:** Se empleará cimentación introduciendo el poste directamente en el terreno o en hormigón, cuyas dimensiones y características constructivas deberán asegurar el adecuado soporte a las exigencias mecánicas a las que se ve sometido el poste.

Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³ y resistencia mecánica mínima de 240 kg/cm² (≈ 3000 PSI).

La mezcla del hormigón se realizará siempre sobre chapas metálicas o superficies impermeables cuando se efectúa a mano, o en hormigoneras cuando así sea posible, procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible.

Al hacer el vertido se apisonará con objeto de hacer desaparecer las coqueas que pudieran formarse. No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación. Si por fuerza mayor hubiera de suspenderse y quedara este sin terminar, antes de proceder de nuevo al hormigonado se levantará la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego cepillo de alambre con agua, o solamente este último si con él basta. Más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

En los siguientes apartados se describen los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa.

Se recomienda que el estudio de ingeniería se atienda el ARTÍCULO 253. LOAD FACTORS FOR STRUCTURES, CROSSARMS, SUPPORT HARDWARE, GUYS, FOUNDATIONS, AND ACHORS. DEL NESC 2017.

2.4.1. Cemento

El cemento que será utilizado en las obras deberá seguir lo especificado en la norma ASTM C150, tipo I o II. Solamente un mismo tipo de cemento puede ser utilizado en el hormigonado de una estructura.

El Contratista proveerá los medios más adecuados para el transporte y almacenamiento del cemento y su protección contra la humedad y cualquier otra contingencia. El cemento que por cualquier razón se haya endurecido total o



parcialmente, que tenga terrones o esté apelmado, será rechazado y el reemplazo de mismo correrá por cuenta del Contratista.

2.4.2. Agua.

Se podrá utilizar, tanto para la mezcla como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas calificadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones siguientes:

Tabla 40.

Características del Agua para Preparación de Hormigón.

Características	Valores admisibles
PH	≥ 5
Sustancias disueltas	≥ 15 g/l
Sulfatos, expresados en SO_4^-	≤ 1 g/l
Ion cloruro, Cl^-	≤ 3 g/l
Hidratos de carbono	0
Sustancias orgánicas solubles en éter	≤ 15 g/l

No se permitirá el uso del agua de las quebradas, zanjas o ríos aledaños al área del proyecto a menos que se realice las pruebas por cada cuerpo de agua, que sustenten que estas aguas son aptas en el uso de concreto.

2.4.3. Áridos.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo no se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

En todo caso cumplirán las condiciones adecuadas relativas al tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y el coeficiente de forma.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

Se recomienda el uso de la norma UNE-EN 12620:2003+A1:2009.



2.4.4. Fabricación.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón sea la adecuada para el uso al que se va a someter.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, la mezcla se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

En la obra existirá, a disposición del director de obra, un libro custodiado por el fabricante de hormigón que contendrá la dosificación nominal a emplear en la obra así como cualquier corrección realizada durante el proceso mediante la correspondiente justificación.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en la siguiente tabla:



**Tabla 41.
Control de la Resistencia Característica del Hormigón.**

Característica	Tipo de ensayo		
	Previo	De características	De control
Ejecución en probetas	En laboratorio	En obra	En obra
Conservación en probetas	En cámara húmeda	En agua o cámara húmeda	En agua o cámara húmeda
Tipo de probetas	Cilíndricas de 15x30	Cilíndricas de 15x30	Cilíndricas de 15x30
Edad de probetas	28 días	28 días	28 días
Nº mínimo de probetas	8	12	A determinar por dirección de obra
Obligatoriedad	Salvo experiencia previa	Salvo experiencia previa	Siempre

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C o con vientos excesivos.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado.

Para los postes de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm sobre el nivel del suelo con una pendiente de un 10% como mínimo como vierteaguas.

Se tendrá la precaución de dejar los tubos de polietileno corrugado indicados en los planos de puesta a tierra de los postes. Estos tubos deberán salir en la parte superior de la cimentación, junto a las tomas de puesta a tierra previstas en el poste.

2.5. Protección de las Superficies Metálicas.

Los productos fabricados a partir de acero laminado, prensado y forjado estarán galvanizados en caliente de acuerdo a la norma ASTM A123.



Todos los tornillos y sus accesorios también estarán galvanizados según norma ASTM A153.

2.6. Izado de Postes.

La localización de los postes, al estar a escala en los planos, podría variar en el terreno, teniendo el contratista la responsabilidad antes de proceder a la realización de los trabajos, de verificar la adecuada localización de los mismos y de sus vientos, de tal forma que no interfieran con entradas o que originen otro tipo de obstrucciones.

La operación de izado de los postes debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea sometido a un esfuerzo excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Por tratarse de postes pesados, se recomienda sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

En los postes de hormigón se realizará un compactado en el fondo de la excavación previo al izado de los mismos, de modo que el poste no se hunda en el terreno.

La nivelación de los postes de hormigón se realizará mediante la colocación de vientos.

Cuando estén terminados de instalar los postes, que no lleven vientos, deberán estar perpendiculares al suelo y perfectamente alineados.

Aquellos postes que lleven vientos deberán ser nivelados con una pequeña inclinación en el sentido contrario del conductor, de modo que después del tensado del conductor el poste adquiera su verticalidad.

2.7. Tendido, Empalme, Tensado y Retencionado.

2.7.1. Herramientas.

El contratista deberá aportar todas las herramientas necesarias, que estarán suficientemente dimensionadas en previsión de roturas y accidentes, como son poleas, cables pilotos, máquinas de empalmar, andamios, etc., y demás herramientas utilizadas en este tipo de trabajo, salvo que sean suministradas por Naturgy Panamá por mutuo acuerdo.

Naturgy Panamá se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

2.7.1.1. Máquina de Frenado del Conductor.

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con acanaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el director de obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el director de obra.



La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia, por variaciones de velocidad en la máquina de frenado.

Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el incrustamiento en las capas inferiores.

2.7.1.2. Poleas de Tendido del Conductor.

Para tender el conductor de fase forrado y cable mensajero desnudo, las gargantas de las poleas serán de aluminio, plástico o neopreno.

El diámetro de la polea estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

Las poleas para el cable de acero podrán ser de acero galvanizado, siempre de un material de igual o menor dureza que el conductor, no hay cable de acero.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o acanaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

La forma de la garganta tendrá una curvatura en su fondo comprendida entre el diámetro del conductor como mínimo y el diámetro de los empalmes provisionales y giratorios utilizados en el tendido. Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20° y 60° para evitar enganches.

Los bordes deberán de ser biselados con el mismo fin.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos de conductores de cobre.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción, de tal forma que permitan una fácil rodadura.

Las poleas se colgarán directamente de los aisladores.

2.7.1.3. Máquinas de Empalmar.

El contratista aportará las máquinas de empalmar requeridas, efectuándose revisiones periódicas de las dimensiones finales del manguito y efectuando ensayos dimensionales de los empalmes realizados para comprobar que las hileras y matrices están dentro de las tolerancias exigidas. Las matrices y las mordazas serán suministradas por el contratista.

Los empalmes de conductor en los centros de los vanos no están permitidos. Los empalmes se realizarán en las estructuras denominadas doble remate.



2.7.1.4. Mordazas.

Utilizará el contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor, que no dañen el material aislante del conductor.

Se utilizará preferentemente mordazas del tipo preformado. En el caso de utilizarse mordazas con par de apriete, éste deberá de ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

2.7.1.5. Máquina de Tracción.

Podrá utilizarse como tal el cabrestante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el director de obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

2.7.1.6. Dinamómetros.

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

Serán suministrados por el contratista. Las curvas de calibración de los mismos deberán ser entregadas a la supervisión para su aprobación antes del tensado.

2.7.1.7. Giratorios.

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinetes axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

2.7.1.8. Destorcedores.

Se utiliza para enderezar y corregir el alineamiento del cable. Los destorcedores se construyen en acero con sus cabezales giratorios independientes sobre rodamientos para un fácil deslizamiento.

2.7.1.9. Comelones para Tensar Conductores.

Se instalaran en el conductor para evitar deslizamientos y daños en el cable mientras es sometido al proceso de tensionado.



2.7.2. Método de Montaje.

2.7.2.1. Tendido.

Se consideran prácticas correctas utilizar los métodos para el montaje de Conductores Forrados (Cables con Espaciadores) los siguientes:

- Método “Por Corrida”.
- Método “Poste por Poste”.

Cuando se usan cuidadosamente, son económicos y eficientes y los conductores así tendidos, tendrán una larga vida y una actuación excelente. Estos procedimientos podrán ser modificados de acuerdo a las preferencias del instalador y al equipo disponible. Es imperioso que los procedimientos de seguridad sean cumplidos.

IMPORTANTE: Por la seguridad del liniero, los conductores forrados deben ser tratados de la misma manera que los conductores desnudos.

Otros Equipos De Instalación Requeridos:

El siguiente equipo de instalación es comúnmente usado por las compañías de tendido de cables forrados, y pudiera ser usado para la instalación de sistemas de cables forrados soportados por mensajero (con separadores):

- Poleas sencillas.
- Destorcedor.
- “Comelones” para tensar conductores y mensajeros.
- Cortadores de mensajero.
- Mangas para empalmes y herramientas de compresión.

El siguiente equipo es menos usado, pero es importante para una conveniente y apropiada instalación de conductor y mensajero:

- Dinamómetro.
- Herramienta para retirar el forro del conductor.

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan transcurrido 28 días desde la finalización de la cimentación de los postes, salvo indicación en contra del director de obra.

Antes de comenzar el tendido, los postes estarán totalmente terminados, y las peanas terminadas.

Se ocupará el contratista del estudio del tendido y elección de los emplazamientos del equipo y del orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden bien situados, una vez tensado el conductor.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes. Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por



exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el contratista lo someterá a la consideración del director de obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

El cable se tendrá siempre en bobina y se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de vueltas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamientos anormales que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto, el contratista deberá comunicarlo al director de obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con la superficie del suelo y los obstáculos naturales, tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarían en el conductor, produciendo efectos químicos que pudieran deteriorar el mismo, cercas y demás objetos que presenten interferencia en el proceso de tendido.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, postes y cimentaciones. En particular en los postes de ángulo y de anclaje.

El contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

Los soportes a instalar en los postes dependerán del ángulo que tome la línea.

- Soportes Tangentes: Ángulos menores a 6°.
- Soportes Angulares: Ángulos mayores a 7° e inferiores a 60°.
- Soportes Doble remate: Ángulos mayores a 61° e inferiores a 90°.

Tendido del Cable Mensajero:



Se recomienda que el cable mensajero sea tensado en cada una de las estructuras de doble remate, se recomienda tender el mensajero con 90,6 a 136 kilogramos fuerza encima del valor de la tensión inicial de la tabla de tendido. Esto compensa la pérdida de tensión cuando se remata el mensajero.

Instalación de Espaciadores:

Los espaciadores serán instalados a una distancia no mayor a los 10 m, cuando los espaciadores no puedan ser instalados desde la tierra se usará una carro canasta o utilice una canasta para mensajero.

Observaciones Finales:

La tensión durante la instalación de los conductores forrados, depende de varios factores, a saber: cantidad de ángulos, severidad de los ángulos, cantidad de poleas, fricción en las poleas, y en la longitud del tendido.

2.7.2.2. Empalmes.

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes flexibles, que se sustituirán por definitivos, una vez que el conductor ocupe su posición final en la línea. En ningún caso se autoriza el paso por una sola polea de los empalmes definitivos.

El corte del cable se hará utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla. La preparación del extremo se efectuará cortando el aluminio con sierra o máquinas de corte circular, pero cuidando de no dañar jamás el galvanizado y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

El método de efectuar el empalme se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos empalmes.

Una vez tendido el conductor, será necesario mantener su tracción con el fin de que nunca llegue a tocar tierra.

Durante la sustitución de empalmes provisionales por definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto de conductores tenga la tracción necesaria para que no lleguen a tocar tierra.

Se recomienda el uso de la norma ANSI C119.4-2016: Connectors for Use between to Aluminum-to-Aluminum and Aluminum-to-copper Conductors Designed for Normal Operation at or Below 93°C and Cooper-toCopper Desig for Normal Operation at or Below 100°C.

2.7.2.3. Tensado.

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150 ° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.



Los conductores forrados deberán tener una fecha entre el 3% y 8% de la longitud lineal del vano. La tensión mecánica calculada en las tablas Mecánicas y Tablas de Tendido corresponde al conductor mensajero.

Se colocarán tensores de cable de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los postes desde los que se efectúe el tensado.

Las poleas serán en dicho poste de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

Aunque los postes de anclaje están calculados para resistir la solicitación de una fase en el extremo de una cruceta, si las demás solicitaciones de las restantes fases están compensadas, se colocarán los tirantes previstos para compensar la solicitación de la fase del lado opuesto de la cruceta en que se efectúa la maniobra de engrapado.

Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán a los cables a sacudidas.

2.7.2.4. Regulación de Conductores.

La longitud total de la línea se dividirá en cantones.

En cada cantón el director de obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha. Estos vanos pueden ser de regulación, o sea, aquellos en los que se mide la flecha ajustándola a lo establecido en la tabla de tendido, o de comprobación que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Según sea la longitud del cantón, el perfil del terreno y la mayor o menor uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- Un vano de regulación.
- Un vano de regulación y un vano de comprobación.

Se entregará al contratista una tabla de montaje con las flechas para los vanos de regulación y comprobación de cada serie en la situación de engrapado, deducidas de las características del perfil en función de la temperatura del conductor, que deberá de ser medida con un termómetro cuya sensibilidad será de 1 °C como mínimo, introducido en una muestra de cable del conductor utilizado durante un periodo mínimo de tres horas.

En aquellos cantones en que, por razón del perfil del terreno, los postes se hallen enclavados a niveles muy diferentes (terreno montañoso), el contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de alineación para la temperatura más frecuente del año y, por tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión, no admitiéndose que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea, un valor superior al 1% de la longitud de la cadena de aisladores de suspensión.



Los errores de medición de las flechas se realizarán según lo establecido en la correspondiente norma y vienen indicados en el Apartado. N°5 “Memoria” del presente Pliego de Condiciones.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

2.7.2.5. Retencionado.

En postes de amarre, se cuidará que en la maniobra de engrapados no se produzcan esfuerzos superiores a los admitidos por dichos postes, y en caso necesario el contratista colocará tensores y vientos para contrarrestar los esfuerzos anormales.

El método de efectuar la colocación de grapas se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichas grapas.

En postes de alineación, la colocación de los conductores sobre el aislador tipo poste se hará por medio de estrobos de cuerda o de nylon para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

2.7.2.6. Protección y Cruzamientos.

Las protecciones en caminos, calles, carreteras, veredas, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, etc., serán por cuenta del contratista.

En los cruzamientos con vías públicas o en lugares transitados, se colocarán protecciones adecuadas, y se situará a cada lado del cruzamiento una señal indicadora de peligro.

En los cruces por ríos se deberá rematar en ambas orillas del río y se tiende el conductor de forma convencional.

En los cruzamientos de líneas eléctricas de cualquier tensión, o en los trabajos a efectuar en las proximidades de dispositivos con tensión, se tomarán todas las precauciones conocidas (corte de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el contratista de lo que pueda suceder, aunque se halle presente en la obra alguno de los técnicos o vigilantes de Naturgy Panamá.

Los cruzamientos se efectuarán preferentemente sin tensión en la línea cruzada, para lo que deberá solicitar el contratista los descargos correspondientes con doce días de antelación a Naturgy Panamá, que se hará cargo de esta gestión. Si el cruzamiento se hiciese con la línea en tensión este no se realizará hasta la aprobación por parte del director de obra del método a emplear.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días. No obstante, Naturgy Panamá hará las gestiones necesarias para que dichos descargos sean en las fechas más convenientes para el buen orden del trabajo, sin que el contratista pueda efectuar reclamación alguna si no se puede conseguir.

Las líneas de tensión inferior a 25 kV podrán ser puenteadas por el contratista, siempre que se consiga la debida autorización de la empresa propietaria de la línea.

Estos puentes se harán con cables aislados a su cargo y se introducirán en zanjas para su protección. Asimismo se colocarán placas indicadoras de peligro de muerte y se señalizará debidamente la zona afectada.

En líneas de tensión superior a la indicada y en todas aquellas en las que no se consiga autorización para puentearlas con cable aislado, tendrán que cruzarse en descargo que será lo más breve posible, haciendo que el final y el principio de los cantones de tendido queden a ambos lados de la línea cruzada.

Se recomienda la aplicación de las distancias de seguridad expuestas en el Apartado N° 5 “memoria” del presente proyecto tipo.

2.8. Reposición del Terreno.

Todos los daños y reposición de aceras, viales, inmuebles, etc., serán por cuenta del contratista, salvo aquellos aceptados por el director de obra.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidos si el propietario del terreno lo autoriza o retirados a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del contratista.

2.9. Numeración de Postes, Avisos de Peligro.

Se numerarán los postes con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la indicada por el director de obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La altura de la etiqueta de los postes deberá estar ubicado a no menos de 2,5 m así se facilita la visualización por parte del personal operativo desde el vehículo.

2.10. Puesta a Tierra.

Los postes y el neutro de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con lo establecido en el Apartado N°5 Memoria y los planos de puesta a tierra del Apartado N° 7 Planos del presente documento.

3. Materiales.

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el siguiente Pliego de Condiciones. El director de obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

3.1. Postes.

Los postes utilizados en el presente Proyecto Tipo se ajustarán a las correspondiente Especificaciones Técnicas.

3.2. Brazos y Soportes.

Los Brazos y Soportes utilizados en el presente Proyecto Tipo se ajustarán a las Especificaciones Técnicas correspondientes.

3.3. Conductores y Cables.

Los conductores forrados y cables utilizados en el presente Proyecto Tipo poseerán las características indicadas en las correspondientes Especificaciones Técnicas.

3.4. Aisladores.

Los aisladores utilizados en el presente Proyecto Tipo se ajustarán a las Especificaciones Técnicas.

3.5. Herrajes y Preformados.

Los herrajes y preformados utilizados en el presente Proyecto Tipo se ajustarán a las características de las Especificaciones Técnicas.

3.6. Elementos de Maniobra y Protección.

Las Especificaciones Técnicas definirán las características de los elementos de maniobra y protección utilizados en el presente Proyecto Tipo.

4. Recepción en Obra.

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y demás pliegos de condiciones particulares.

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

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



4.1. Calidad de Cimentaciones.

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

Así mismo podrá encargarse la ejecución de los ensayos de resistencia característica del hormigón utilizado en la cimentación.

El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

4.2. Tolerancia de Ejecución.

4.2.1. Desplazamiento de Postes Sobre su Alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho poste y la alineación real, debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

4.2.2. Desplazamiento de un Poste Sobre el Perfil Longitudinal de la Línea Respecto a su Situación Prevista.

No debe suponer aumento en la altura del poste. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Proyecto Específico.

4.2.3. Verticalidad de los Postes.

En los postes de alineación se admitirá una tolerancia en la verticalidad del 0,2 % sobre la altura del mismo.

4.2.4. Dimensión de Flechas.

Los errores máximos admitidos en las flechas, cualquiera que sea la disposición de los conductores y el número de circuitos sobre el poste, en la regulación de conductores, serán de:

- +/-3% en el conductor que se regula.
- +/-3% entre dos conductores situados en un plano vertical.
- +/-6% entre dos conductores situados en un plano horizontal.

4.2.5. Estado y Colocación de los Aisladores y Herrajes.

Se comprobará que el montaje de los aisladores y herrajes, son correctos y conforme a los planos de montaje.

4.2.6. Grapas y Retenciones Preformadas.

Se comprobará que las grapas y demás accesorios han sido instalados de forma correcta.



4.2.7. Distancias a Masa y Longitudes de Puente.

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las mínimas establecidas.

4.3. Tolerancias de Utilización.

El contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

En el caso de aisladores no suministrados por el contratista, la tolerancia admitida de elementos estropeados es del 1,5%.

La cantidad de conductor se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de postes, aumentadas en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

4.4. Documentación de la Instalación.

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica el director de obra entregará a Naturgy Panamá la siguiente documentación:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.
- Ensayos de resistencia característica del hormigón de las cimentaciones.
- Ensayos de recepción de los materiales utilizados.
- Accesos realizados para el montaje y mantenimiento de la línea.

5. Normas de Referencia.

La ejecución de las obras civiles se realizará con estricto arreglo a las normas abajo listadas y a aquellas que, aun no estando incluidas en el listado adjunto, sean de obligado cumplimiento.

- ASCE-91: Design of guyed electrical Transmission Structure.
- ASTM123: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) coatings on iron and steel products.
- ASTM 153: Standard specification for Zinc Coating (hot-Dip) on iron and Steel Hardware.
- ASTM C33 Standard Specification for Concrete Aggregates.
- ANSI C119.4-20016: Connectors for use between Aluminum to Aluminum or Aluminum to copper conductors.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Nota: En todo lo que no esté expresamente indicando en estas especificaciones, rige lo establecido en las normas ANSI y ASTM correspondientes, además del documento “Guide for the Design and Use of Concrete Poles” editado por la American Society of Civil Engineers [ASCE].

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Anexo 03: Normas de Prevención de Riesgos Laborales y Protección Medioambiental.

1. Objeto	114
2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales	114
3. Normas de Protección del Medio Ambiente	117
4. Requisitos Durante la Ejecución del Trabajo	118
4.1 Condiciones Ambientales	118
5. Campos Electromagnéticos	121



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

1. Objeto.

El presente documento tiene por objeto el precisar las normas de seguridad para la prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental a desarrollar en cada caso para las obras contempladas en este Proyecto Tipo.

2. Normas de Prevención de Riesgos Laborales.

Las normas de Prevención de Riesgos Laborales (PRL) es todo el conjunto de normas, leyes, decretos y documentos que establecen reglas o medidas preventivas que intentan asegurar las condiciones de trabajo de los empleados y contratistas.

Todo empleado, contratista o empresa deberá adoptar y mantener durante todo el tiempo de realización de las obras o prestación del servicio a la empresa distribuidora las medidas de seguridad desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales indicados en la tabla N° 42.



Tabla 42.
Legislación de Prevención de Riesgos Laborales Aplicables.

Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
1970	Orden Legislativo	Decreto de gabinete nº68 de 31 de marzo de 1970 por el cual se centraliza en la Caja del Seguro Social la cobertura obligatoria de los riesgos profesionales para todos los trabajadores del estado y de la empresa particular que operan en la República.
1971	Ministerio de Trabajo	Código del trabajo – Decreto de Gabinete N° 252 de 30 de diciembre de 1971. Libro II Riesgos profesionales. Título I Higiene y Seguridad en el trabajo.
1978	Orden Legislativo	Constitución Política de la República, reformada por los actos reformativos de 1978, por el acto constitucional de 1983 y los actos legislativos 1 de 1983 y 2 de 1994. Artículo 105.
1987	Ministerio de Obras Públicas	Resolución N°229 de 26 de enero de 1959 por medio de la cual se adopta el Reglamento para las Instalaciones Eléctricas de la República de Panamá y se nombra un Comité Consultivo Permanente para el estudio y actualización del mismo.
1998	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 77 de 20 de agosto de 1998, por el cual se establece la Presentación y Normas para realización del Estudio de Riesgos a la Salud y el Ambiente.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere ruidos.
2000	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 45-2000. Condiciones de Higiene y Seguridad en ambientes de Trabajo donde se genere vibraciones.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
2001	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. Condiciones de Higiene y Seguridad donde se manejan sustancias químicas.
2002	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 306 de 4 de septiembre de 2002 que adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de la habitación, así como en ambientes laborales.
2004	Ministerio de Salud	Decreto Ejecutivo N° 1 de 15 de enero de 2004 que determina los niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales.
2005	Orden Legislativo	Ley 51 de 27 de diciembre de 2005 que reforma la Ley Orgánica de la caja de Seguro Social y dicta otras disposiciones.
2007	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N° 15 de 2007. Por el cual se adoptan medidas de urgencia en la industria de la construcción con el objeto de reducir la incidencia de accidentes de trabajo.
2007	Asamblea Nacional	Ley N° 6 de 11 de enero de 2007 que dicta normas sobre el manejo de residuos aceitosos derivados de hidrocarburos o de base sintética en el territorio nacional.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N° 2 de 15 de febrero de 2008. Por el cual se reglamenta la Seguridad Salud e Higiene en la Industria de la Construcción.
2008	Ministerio de Trabajo	Decreto Ejecutivo N°17. Por el cual se deroga el artículo 3 y se modifican algunos artículos del decreto ejecutivo 15 de # julio de 2007.
2009	Ministerio de Comercio e Industrias	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 81-2009. Sistema de Barandas y Condiciones de Seguridad.
2013	Ministerio de Obras Públicas	Resolución N°7 de 16 de enero de 2013 por medio de la cual se anexan las reglas eléctricas de seguridad en las instalaciones de distribución y transmisión.(RESIDT) al Reglamento de Instalaciones Eléctricas (RIE)
2015	Gas Natural Fenosa	NT.00053.GN-SP.ESS. Estándar de Seguridad y Salud: Señalización. Aplicación a todas las empresas del grupo Gas Natural Fenosa, y a sus empresas colaboradoras en las actividades que realicen para el grupo Gas Natural Fenosa.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



3. Normas de Protección del Medio Ambiente.

Todas las instalaciones deberán diseñarse y construirse limitando el impacto en el medio ambiente, por esta razón deberán respetarse las leyes, decretos y demás disposiciones vigentes en la república de Panamá sobre esta materia, al igual que los procedimientos emitidos por la empresa distribuidora en lo concerniente a manejo de productos químicos, productos y desechos peligrosos, manejo de derrames y descargas.

Tabla 43.

Legislación Medioambiental Aplicable.

Fecha de Publicación	Autoridad Competente	Título
1972	Asamblea Nacional	Constitución Política de la República de Panamá 1972, Enfoque Ecológico, capítulo 7 – título III.
1998	Asamblea Nacional	Ley N°41, de 1 de julio de 1998, Ley General de Ambiente de la República de Panamá.
2000	Asamblea Nacional	Decreto N°58 del 2000, Reglamenta el procedimiento para la elaboración de normas de calidad ambiental y límites máximos permisibles.
2009	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto del 2009, por el cual reglamenta el Capítulo II del Título IV de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, General de Ambiente de la República de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo 209 de 5 de septiembre 2006.
2011	Ministerio de Economía y Finanzas	Decreto Ejecutivo N° 155 de 5 de agosto de 2011, que modifica el Decreto Ejecutivo N° 123 de 14 de agosto de 2009.

Atendiendo a lo preceptuado por el artículo N° 15 del Título II (de los Proyectos que Ingresan al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental) del Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto del 2009, el cual reglamenta el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Los nuevos proyectos o modificaciones de proyectos existentes en sus fases de planificación, ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje, mantenimiento, operación, funcionamiento, modificación, desmantelamiento, abandono, y terminación que ingresarán al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental son los indicados en la lista taxativa desarrollada en el Artículo 16.

“Por lo antes señalado, el ingreso al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental está sujeto a la lista taxativa de la normativa precitada, indicado en los sectores de Industria Energética, Industria de la Construcción, Manejo de Residuos. El Ministerio de Ambiente puede solicitar la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental cuando dicha entidad considere que con la ejecución de las actividades u obras propuestas para el desarrollo del proyecto se pueda afectar alguno de los criterios de protección ambiental o se puedan generar riesgos ambientales, en todo caso, ya sea que la actividad, obra o proyecto esté o no en la lista taxativa tal como se indica en el artículo 17 del decreto.”

Para realización de estas actividades se debe cumplir con los requisitos, normas, procedimientos y directrices Medio ambientales.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Para establecer la categoría del Estudio de Impacto Ambiental, se debe considerar lo indicado en el Artículo 23 del Capítulo I del Decreto Ejecutivo N.º 123, del 14 de agosto de 2009 (que reglamenta el proceso de evaluación de impacto ambiental), el cual define cinco Criterios de Protección Ambiental para asignar la categoría de los estudios de impacto ambiental a la que se adscribe un determinado proyecto.

El promotor del proyecto debe mencionar las acciones a realizar en el proyecto, al igual que las medidas de mitigación en caso que las hubiese.

- **Actividades Previas:** Disposición de materiales, equipos, acondicionamiento de área de trabajo.
- **Construcción y Ejecución:** Implica toda la construcción de obras civiles, instalación de servicios y manejo de equipos.
- **Operación (Si aplica):** En esta etapa se prevé que las instalaciones sean ocupadas y operadas.
- **Abandono (Si aplica):** En esta etapa se prevé el abandono, cierre o desmantelamiento de los equipos o instalaciones.

El estudio de impacto ambiental debe ser realizado por personal idóneo, además debe ser independiente del promotor, proyecto u obra. Debidamente certificado ante el ministerio de ambiente de Panamá.

4. Requisitos Durante la Ejecución del Trabajo.

A continuación se exponen una serie de requisitos ambientales que se deben cumplir a la hora de ejecutar los trabajos definidos en los diferentes Proyecto Tipos.

4.1. Condiciones Ambientales Generales.

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la empresa distribuidora en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista, se deberán aplicar las medidas correctivas necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitidas por la administración competente.

4.1.1. Atmósfera.

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:

- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal.



- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Empedrar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo.
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones.

4.1.2. Presión Acústica.

El nivel máximo admisible de presión acústica depende del tipo de zona en la que se ubique la obra, y variará entre 45 dBA (zonas residenciales) y 50 dBA (zonas industriales), de acuerdo al decreto ejecutivo N° 306 de 4 septiembre de 2002, el decreto ejecutivo 1 del 15 de enero de 2004.

4.1.3. Residuos.

Se deberá implementar como primera medida una política de **no generación de residuos** y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: Reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.

Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia.

4.1.4. Manejo de Materiales.

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los materiales teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento.
- Mínimas emisiones fugitivas de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.



Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

4.1.5. Aguas Vertidos.

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustado con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente antes de verterla al cuerpo receptor.

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia siguiendo los criterios operacionales descritos a continuación:

- Aguas de lavado de cubas de hormigón: En caso necesario se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón en Obra perfectamente delimitada y acondicionada.

En caso de Obra en zonas urbanas se efectuarán los lavados en contenedor asegurándose que no se realizan vertidos a la red de saneamiento. El agua de lavado podrá ser vertido de forma controlada a la red de saneamiento previa autorización del organismo competente.

4.1.6. Conservación y Restauración Ambiental.

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales removidos para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.

Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.

Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

4.1.7. Parque de Vehículos.

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos.

4.1.8. Finalización de Obra.

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.

5. Campos Electromagnéticos.

Recomendación de la Organización Mundial de la Salud:

Siguiendo un proceso estandarizado de evaluación de riesgos para la salud, la OMS en su nota informativa No 3221 (2007) concluyó, que no hay efectos sustanciales para la salud relacionados con los campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas (0-100 kHz) a los niveles que puede encontrar el público en general.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



Anexo 04: Proyecto Específico.

1. Memoria	123
1.1 Preámbulo	123
1.2 Objeto	123
1.3 Emplazamiento	123
1.4 Peticionario y Compañía Suministradora	123
1.5 Descripción de la Instalación	124
1.6 Resultados de los Cálculos	125
1.7 Cálculos Mecánicos	127
1.8 Relación de Cruzamientos, Paralelismos y Paso por Zonas	134
1.9 Conclusiones	138
2. Planos	139
2.1 Situación	139
2.2 Emplazamiento	139
2.3 Planta	139
2.4 Postes Especiales	139
3. Presupuesto General	140
3.1 Presupuesto de Materiales	140
3.2 Presupuesto de Mano de Obra	141
3.3 Presupuesto General	142
4. Relación de Bienes y Derechos Afectados	143
4.1. Relación de Bienes y Derechos Afectados a Expropiar	145
4.2. Separatas de Organismos Afectados	147

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1. Memoria.

1.1. Preámbulo.

El presente proyecto se ajusta a lo especificado por el Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión en conductor forrado.

1.2. Objeto.

La Empresa Distribuidora de energía eléctrica, pretende la construcción de la L.A.M.T en conductor forrado. _____ () con la finalidad de ____ () ____

1.3. Emplazamiento.

La instalación está ubicada en la(s) provincia(s) de _____ () _____, y discurre por el(los) término(s) municipal(es) siguiente(s):

_____ () _____, corregimiento de _____, dirección _____.

1.4. Peticionario y Compañía Suministradora.

Peticionario: _____

Compañía Suministradora: _____

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.5. Descripción de la Instalación.

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

Tabla 44.
Descripción de la Instalación.

Descripción de la Instalación.	
Tensión nominal de diseño (kV)	
Tensión nominal de servicio (kV)	
Frecuencia (Hz)	
Potencia máxima de transporte (MVA)	
Conductor: Tipo/Configuración	
Nº Circuitos.	
Tipo aislador suspensión.	
Tipo aislador rígido	
Longitud (km)	
Origen	
Final	
Zona de aplicación	
Nº postes alineación / Tipo	
Nº postes ángulo / Tipo	
Nº postes anclaje / Tipo	
Nº postes fin de línea / Tipo	
Nº postes especiales	
Nº total de postes.	
Nº total de cantones	
Vano medio (m).	



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.6. Resultados de los Cálculos.

Todos los cálculos eléctricos y mecánicos relativos a la línea objeto del presente proyecto, han sido realizados de acuerdo con el PROYECTO TIPO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN EN CONDUCTOR FORRADO DE 13,2, Y 34,5 kV, habiéndose utilizado las tablas y gráficos que en el mismo se incluyen.

1.6.1. Cálculos Eléctricos.

1.6.1.1. Parámetros de la Línea.

Tabla 45.
Parámetros de la Línea.

Parámetros de la Línea	
Conductor / Configuración	
Nº de circuitos	
Longitud (km)	
Distancia media geométrica D_m (mm)	
Radio r (mm)	
Resistencia por unidad de longitud R (Ω /km)	
Reactancia por unidad de longitud X (Ω /km)	
Impedancia total Z (Ω)	



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.6.1.2. Potencia

Tabla 46.
Potencia de la Línea.

Potencia de la Línea				
Factor de potencia	U (KV)	ΔU (%)	I Máx.	Pot.máx limitada por caída de tensión $P = \frac{10 \cdot U^2 \cdot \Delta U\%}{\Psi \cdot L}$
				Potencia máx. limitada por intensidad máxima $P_{max} = m \cdot \sqrt{3} U I_{max} \cdot \cos \varphi$

1.6.1.3. Pérdidas de Potencia.

Tabla 47.
Pérdidas de Potencia.

Pérdidas de Potencia			
Potencia transportada (MVA) $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$	Factor De potencia	Pérdidas Joule (kW) $P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$	Pérdidas % $\Delta P\% = \frac{P}{P} \cdot 100$

- 1) No se incluye el cálculo de las pérdidas por efecto corona ya que solo es necesario en tensiones iguales o superiores a 132 kV.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.6.1.4. Tipo de Aislamiento.

Tabla 48.
Tipo de Aislamiento.

Tipo de Aislamiento	
Tipo de aislador de suspensión	
Tipo de aislador rígido	
Tensión soportada a impulsos a frecuencia industrial en seco en aislador de suspensión (kV valor eficaz)	
Tensión soportada a impulsos a frecuencia industrial en seco en aislador rígido (kV valor eficaz)	
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en aislador de suspensión (kV cresta)	
Tensión soportada a impulsos tipo rayo en aislador rígido (kV cresta)	

1.7. Cálculos Mecánicos.

1.7.1. Cálculos Mecánicos de Postes y Soportes.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

Tabla 49.
Características de los Postes.

Nº poste	Tipo de poste	Ángulo poste (º)	Cota poste (m)	Altura libre (m)	Vano anterior (m)	Vano posterior (m)	Tense máximo conductor (daN)

Clasificación de los Postes: AL: Postes de alineación; AG: Postes de ángulo.; AC: Postes de anclaje.; FL: Postes de fin de línea; AE: Postes especiales.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

Tabla 50.
Vanos Ideales de Regulación.

Cantón N°	Poste inicial	Poste final	Longitud cantón (m)	Vano de regulación (m)	Tense de flecha máxima (m)	Tense de flecha mínima (m)	Parámetro flecha máxima (mm)	Parámetro flecha mínima (mm)



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A () kV
S.E. () - S.E. ()

Cantón N°:

Vano de regulación: m

Apoyo inicial N°:

Poste final N°:

Temperatura (°C)	Tense (daN)	Flecha máxima (m)							
		Longitud del vano (m)							
		Desnivel (m)							
		Postes del vano							
0									
5									
10									
15									
20									
25									
30									
35									
40									
45									
50									



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

Tabla 51.
Resumen de Postes - Características Mecánicas de los Postes.

N° Poste	Tipo de Poste	Hipótesis de Viento (daN)									Hipótesis de Desequilibrio de Tracciones (daN)								
		Ft	Ago t	c.s	Fl	Ago t	c.s	Fv	Ago t	c.s	Ft	Agot	c.s	Fl	Agot	c.s	Fv	Ago t	c.s

- Ft: Esfuerzo Transversal, Fl: Esfuerzo Longitudinal, Fv: Esfuerzo Vertical, C.S: Coeficiente de Seguridad.
- La velocidad de viento será de 115 km/h. Presión de viento de 62,50 daN/m². Zona A.
- La velocidad de viento será de 140 km/h. Presión de viento de 92,70 daN/m². Zona B.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

Tabla 52.
Cálculos de Eolovanos y Gravivanos.

N° Poste	Tipo de Poste	Denominación	Coef. Des	Esfuerzo en el Poste (daN)					
				Hipótesis de Viento (daN)			Hipótesis de Desequilibrio de Tracciones (daN)		
				Fv	FI	Ft	Fv	FI	Ft

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.7.2. Cimentaciones.

Tabla 53.
Cimentaciones.

Nº poste	Cimentación					Vol. Excav. (m³)	Vol. Horm. (m³)
	M _v (m.kN)	M _o (m.kN)	M _b (m.kN)	C´t (daN/cm³)	C.S		

- M_v: Momento de vuelco, M_o: Momento Estabilizador, M_b: Momento estabilizador de las cargas verticales, c´t: Coeficiente de compresibilidad del terreno, C.S: Coeficiente de Seguridad, Vol Excav: Volumen de Excavación, Vol. Horm: Volumen de Hormigón.



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.8. Relación de Cruzamientos, Paralelismos y Paso por Zonas.

Relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones que se producen como consecuencia del trazado de la línea.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. ____ () ____ - S.E. ____ () ____

1.8.1. Cruzamientos.

Tabla 54.
Cruzamientos.

Nº Cruzamiento	Poste anterior	Poste posterior	Longitud vano (m)	Distancia al poste de la línea que cruza (m)	Tensión de la línea que cruza (kV)	Tipo de cruzamiento (*)	Distancia mínima (m)	Distancia real (m)	Organismo o propietario afectado

- (*)
- Tipo 1: Líneas eléctricas y de telecomunicaciones.
- Tipo 2: Carreteras y ferrocarriles sin electrificar.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.8.2. Paralelismos y Paso por Zonas.

Tabla 55.
Paralelismos y Paso por Zonas.

Nº Paralelismo	Poste inicial	Poste final	Longitud afección (m)	Tipo (*)	Altura poste mayor (m)	Distancia mínima (m)	Distancia real (m)	Organismo o propietario afectado

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

(*)

- Tipo 1: Paralelismos con líneas eléctricas.
- Tipo 2: Paralelismos con líneas de telecomunicación.
- Tipo 3: Paralelismos con vías de comunicación.
- Tipo 4: Paso por bosques, árboles y masas de arbolado.
- Tipo 5: Paso por edificios, construcciones y zonas urbanas.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

1.9. Conclusiones.

Expuestas en esta Memoria las razones que justifican la necesidad de la instalación y sus características, se solicita la autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto y Declaración de Utilidad Pública para su construcción y posterior puesta en servicio.

_____ () _____, _____ () _____ de _____ () _____ de _____ () _____

EL AUTOR DEL PROYECTO

Fdo. _____ () _____

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR DESNUDO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

2. Planos.

2.1. Situación.

2.2. Emplazamiento.

2.3. Planta.

2.4. Postes Especiales.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

3. Presupuesto General.

3.1. Presupuesto de Materiales.

Tabla 56.

Presupuesto de Materiales por Unidad Constructiva.

Código	Descripción UC	Unidad de Medida	Cantidad	Aporte Mat.	Costo Unitario	Costo Total Contratista	Costo Total Distribuidora	Costo Total
Postes								
Subtotal A:						B/.	B/.	B/.
Aisladores, Herrajes, Puesta a Tierra y Accesorios								
Subtotal B:						B/.	B/.	B/.
Conductores y Conexiones								
Subtotal C:						B/.	B/.	B/.
Cimentaciones								
Subtotal D:						B/.	B/.	B/.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A ___ () ___ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

3.2. Presupuesto de Mano de Obra.

Tabla 57.
Presupuesto de Mano de Obra.

Código	Descripción UC	Unidad de Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Postes					
Subtotal A:					B/.
Aisladores, Herrajes, Puesta a Tierra y Accesorios					
Subtotal B:					B/.
Conductores y Conexiones					
Subtotal C:					B/.
Cimentaciones					
Subtotal D:					B/.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

3.3. Presupuesto General.

Tabla 58.
Presupuesto General.

Ítem	Concepto	Costo
1	Costo Directo	
1.1	Presupuesto de materiales	B/.
1.2	Presupuesto de mano de obra	B/.
	Valor Total Costos Directos	B/.
2	Costos Indirectos	
2,1		B/.
2,2		B/.
	Valor Total Costos Indirectos	B/.
	Valor Total Presupuesto	B/.

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de “**presupuesto total en letra**”
(**presupuesto total en número**) **B/.**

Localidad, fecha
EL INGENIERO

Fdo.: _____

Idoneidad N°: _____

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

4. Relación de Bienes y Derechos Afectados.

A continuación, se relacionarán los predios que presentan afectación directa con el desarrollo del proyecto de la línea aérea de media tensión conductor forrado a _____ ()
__kV__.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. ____ () ____ - S.E. ____ () ____

____ (Nombre del Proyecto) ____

Provincia: ____ () ____ Distrito/Corregimiento: ____ () ____

Tabla 59.

Relación de Bienes y Derechos Afectos.

Nº de finca	Datos catastrales			Titular/es (Nombre y domicilio)	Afección					Naturaleza del terreno	
	Pol g.	Par c.	Paraje		Postes			Vuelo			Ocupación temporal(*)
					Nº	Cant .	Sup. (m ²)	Lon g.	Sup. (m ²)		

(*) Solamente en caso que proceda indicándose en metros.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado



LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

4.1. Relación de Bienes y Derechos Afectados a Expropiar.

A continuación, se relacionarán los predios que presentan afectación directa con el desarrollo del proyecto de la línea aérea de media tensión conductor forrado a _____ ()
__kV__.

El inventario que se presenta a continuación corresponde a los predios que deben ser sometidos a un proceso de expropiación.



Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. ____ () ____ - S.E. ____ () ____

____ (Nombre del Proyecto) ____

Provincia: ____ () ____ Distrito/Corregimiento: ____ () ____

Tabla 60.

Relación de Bienes y Derechos Afectados a Expropiar.

Nº de finca	Datos catastrales			Titular/es (Nombre y domicilio)	Afección					Naturaleza del terreno	
	Pol g.	Par c.	Paraje		Postes			Vuelo			Ocupación temporal(*)
					Nº	Cant .	Sup. (m ²)	Lon g.	Sup. (m ²)		

(*) Solamente en caso que proceda indicándose en metros.

Proyecto Tipo de Líneas Aéreas de Media Tensión con Conductor Forrado

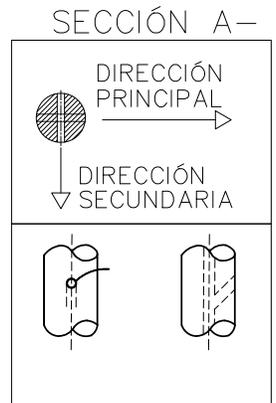
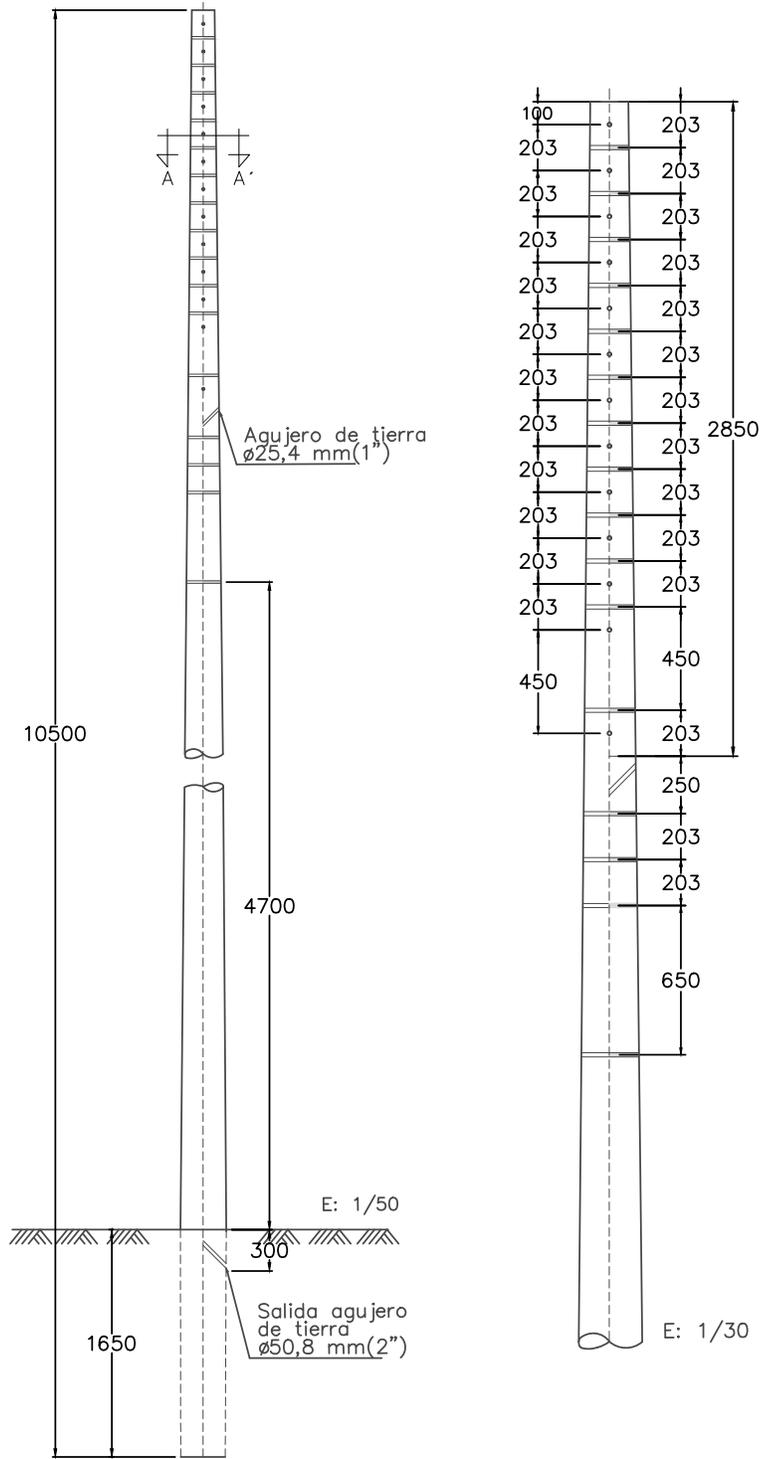


LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA DE MEDIA
TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO A __ () __ kV
S.E. _____ () _____ - S.E. _____ () _____

4.2. Separatas de Organismos Afectados.

En caso de ser necesario será realizado el inventario y el levantamiento del organismo o corporación al que se afecta, área afectada y demás información necesaria en el inventario predial de la línea.

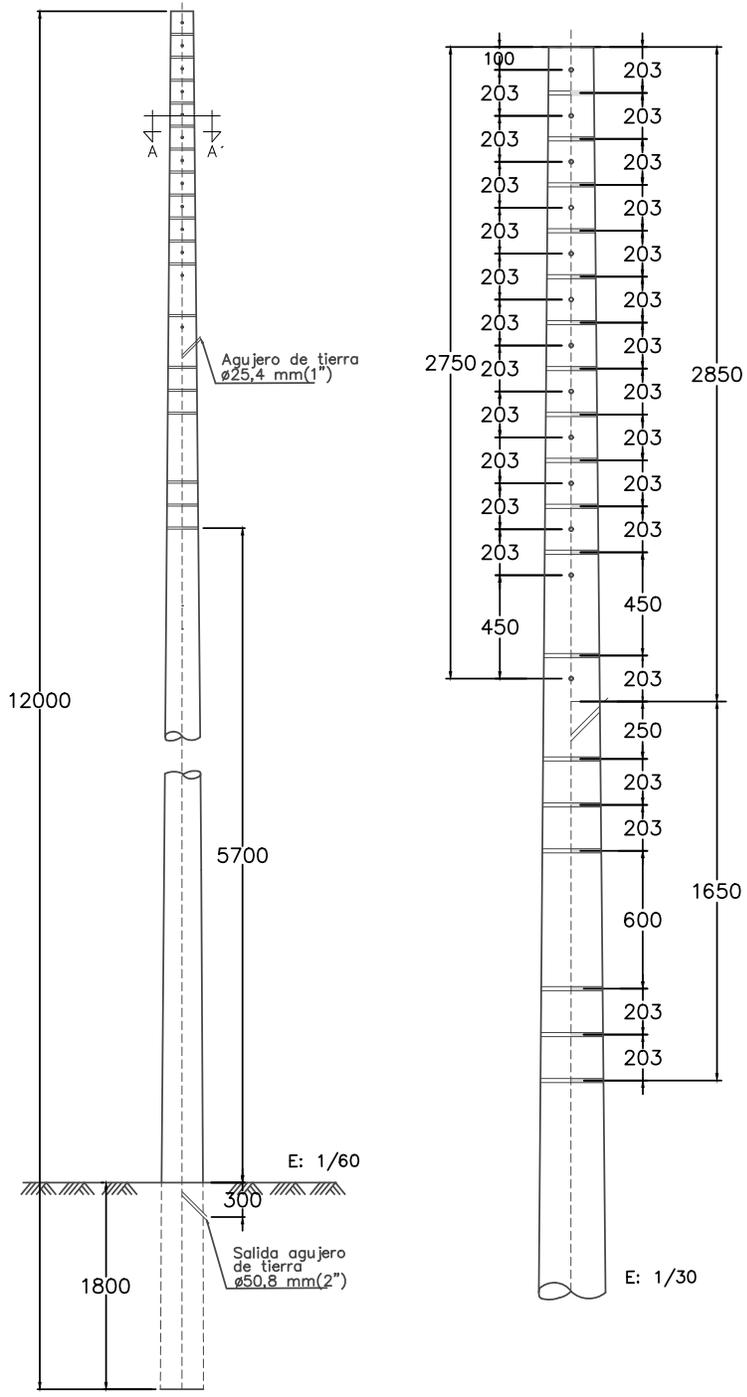
CAD: 2. PL011300 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 10,5M X 300DAN.DWG 03/08/2021 12:18 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	165
Diámetro Base (mm)	323
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	10500
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	300

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-300-10.5				HOJA
DIN-A4						SIGUE
						Nº PL011300

CAD: 3. PLO11400 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 12M X 500DAN.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

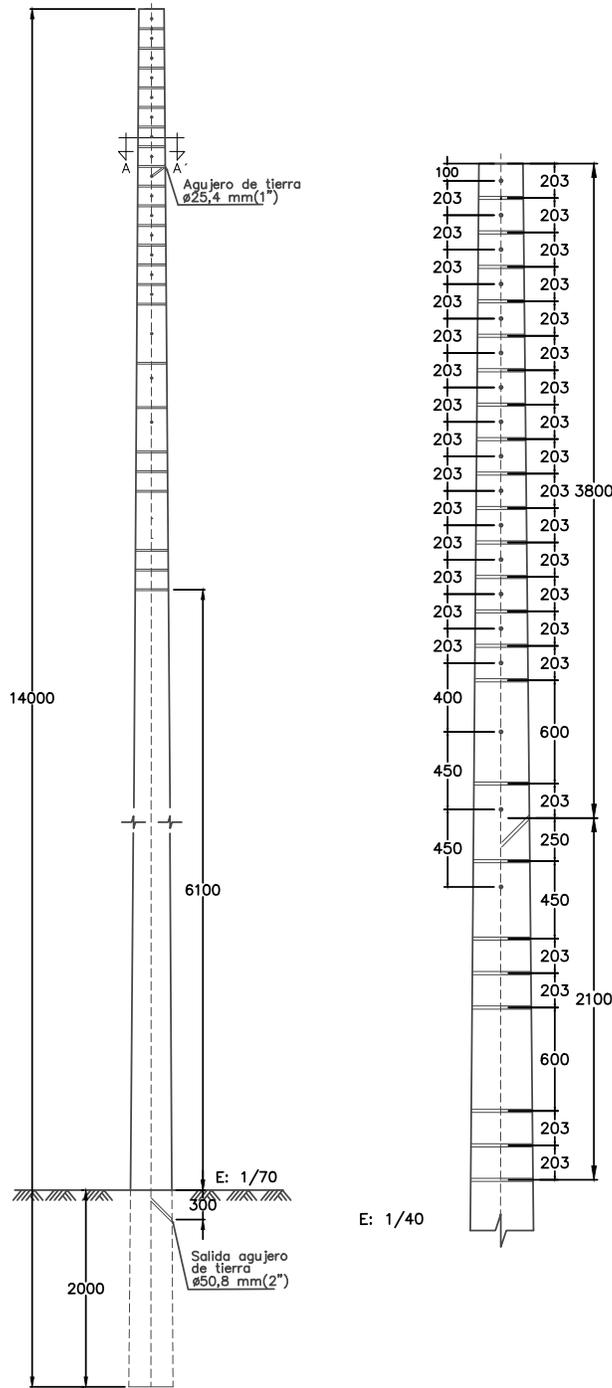


Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	195
Díámetro Base (mm)	375
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	12000
Díámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	500

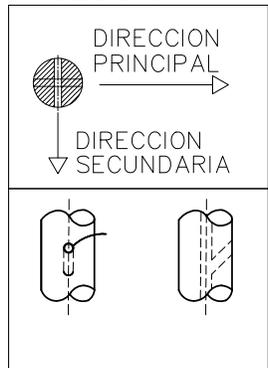
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				
DIN-A4		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-500-12				CÓDIGO
						HOJA
						SIGUE
						Nº
						PL011400

CAD: 4. PL011500 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 14M X 500DAN.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4



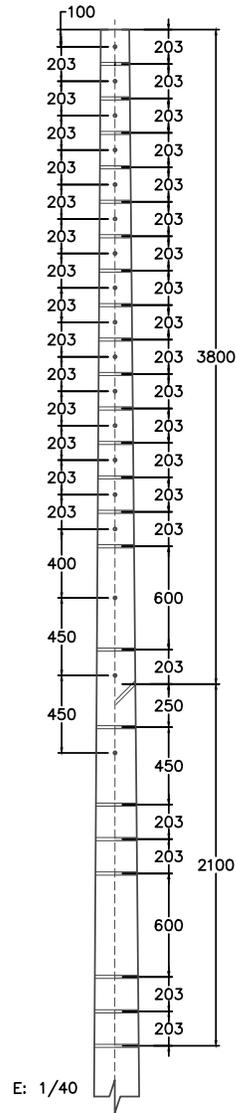
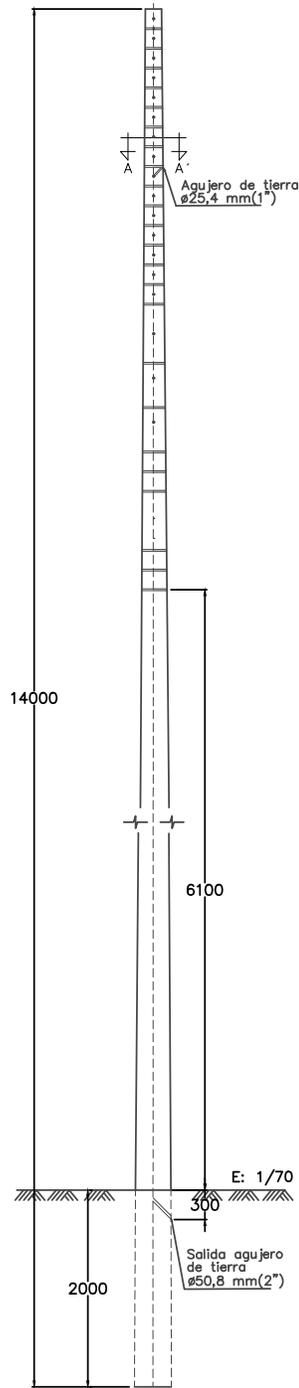
SECCION A-A



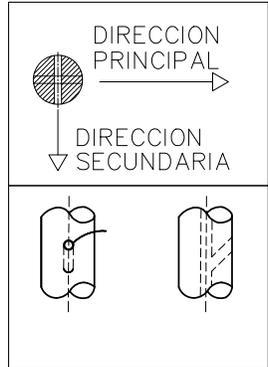
Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	195
Díámetro Base (mm)	405
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	14000
Díámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	500

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-500-14				HOJA
						SIGUE
						Nº PL011500

CAD: 5. PL011510 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 14M X 800DAN.DWG 03/08/2021 12:20 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



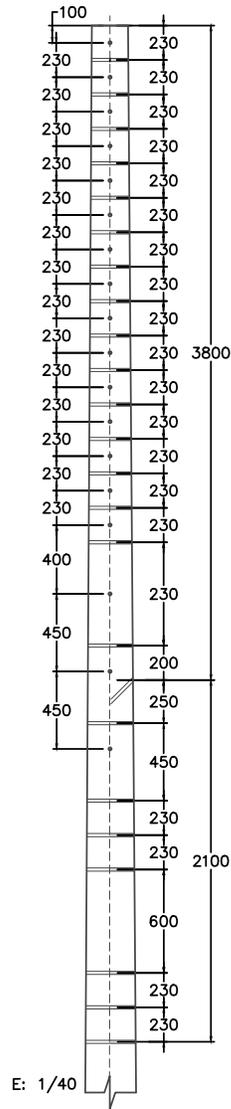
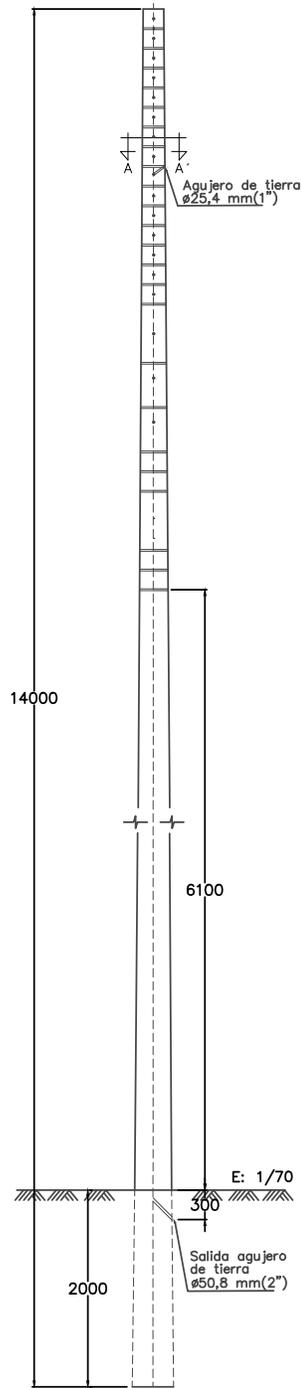
SECCION A-A



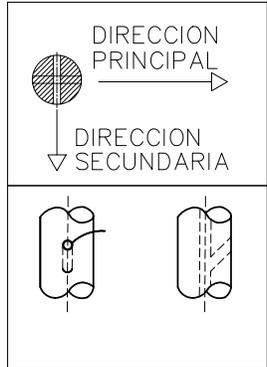
Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	165
Díámetro Base (mm)	375
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	14000
Díámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	800

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-800-14				HOJA SIGUE
DIN-A4						Nº PL011510

CAD: 6. PL011520 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 14M X 1250DAN.DWG 03/08/2021 12:20 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



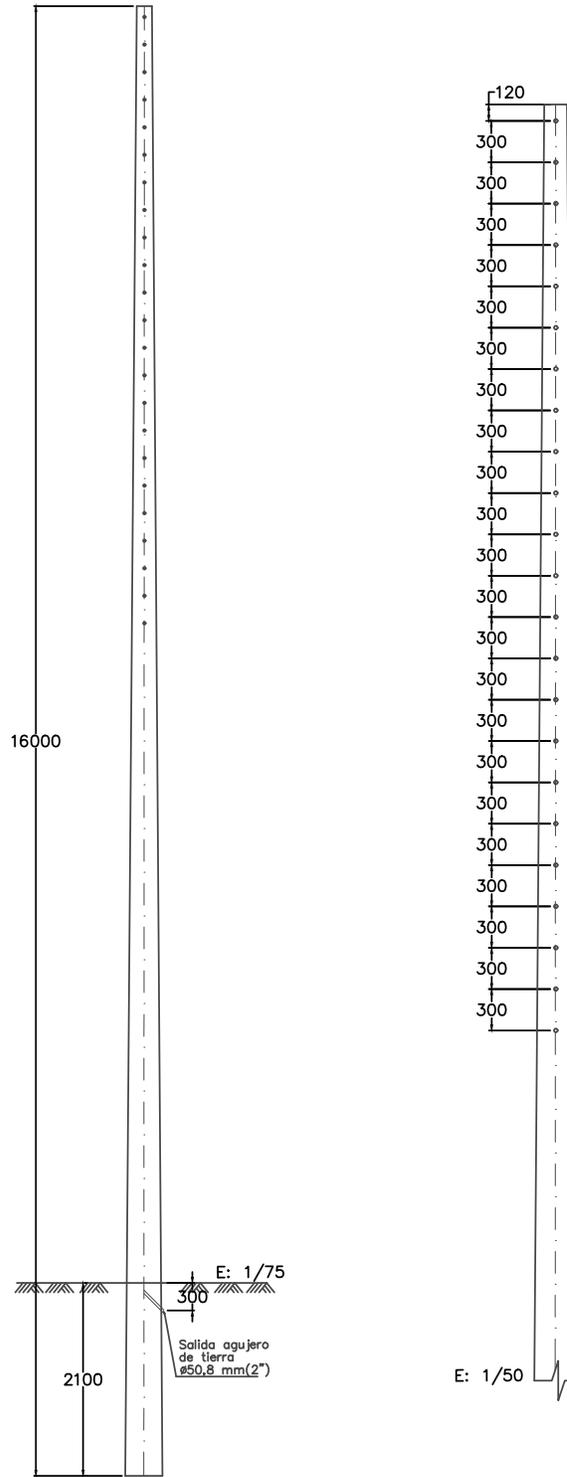
SECCION A—



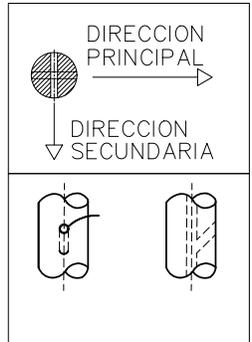
Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	210
Díámetro Base (mm)	420
Conicidad (mm)	*
Altura Total (mm)	14000
Díámetro de Taladros	*
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-1250-14				HOJA
DIN-A4						SIGUE
						Nº PL011520

CAD: 7. PL011600 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 16M X 800DAN.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



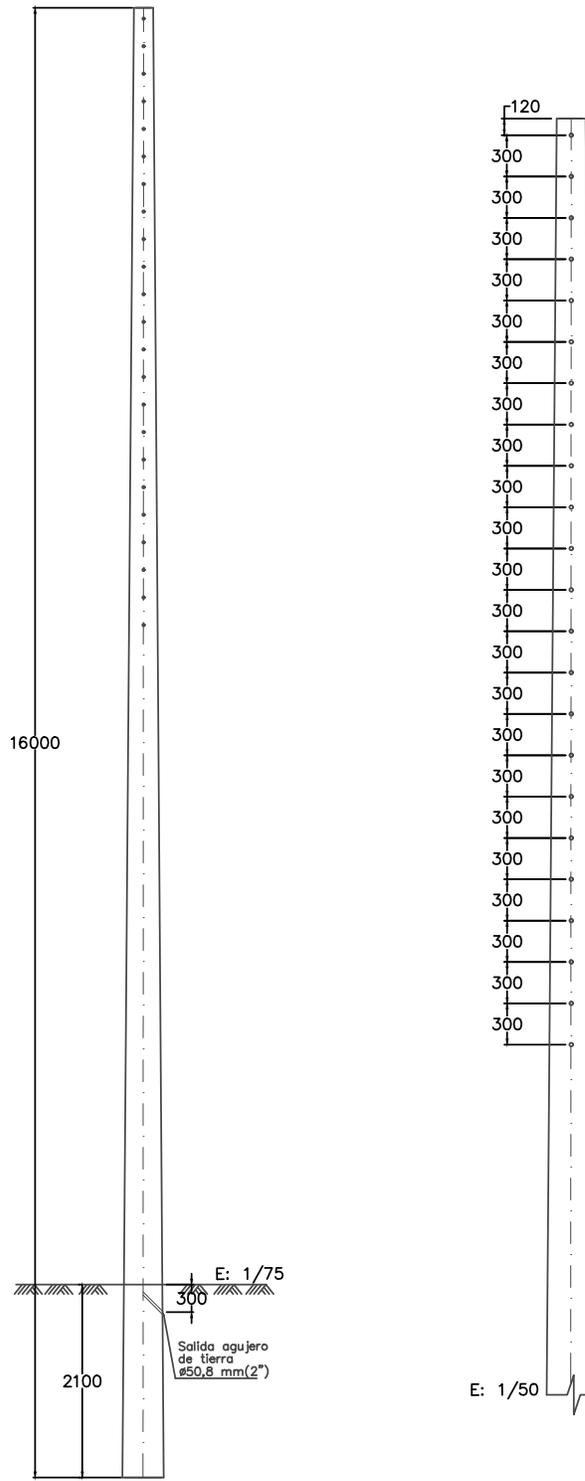
SECCION A- A'



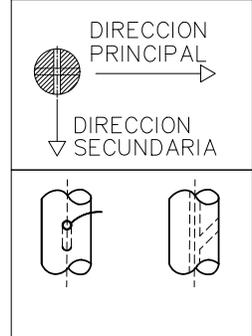
Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	165
Díámetro Base (mm)	405
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	16000
Díámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	800

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC-800-16				HOJA SIGUE
DIN-A4						Nº PL011600

CAD: 8. PLO11610 POSTE DE HORMIGÓN CENTRIFUGADO O VIBRADO DE 16M X 1250DAN.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SECCION A - A'

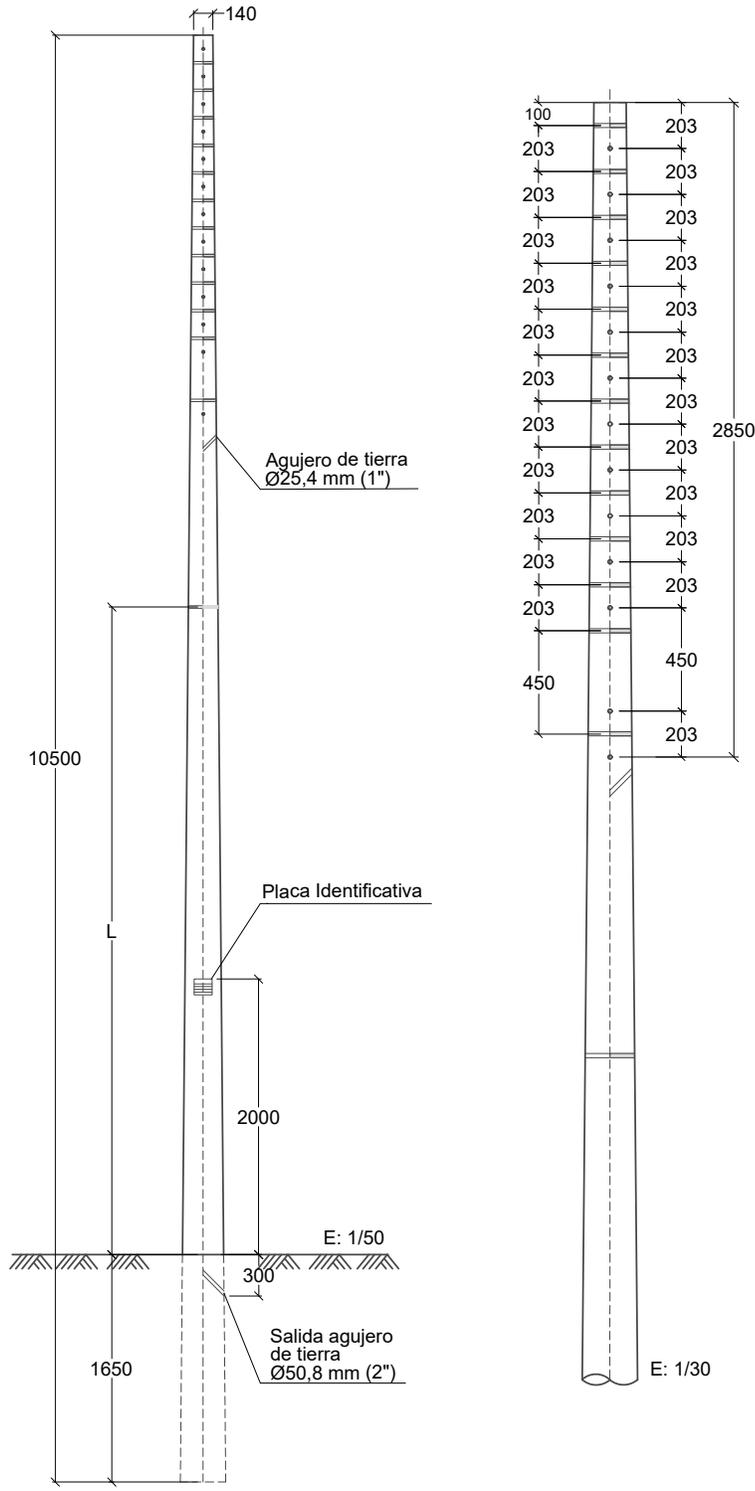


Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	210
Diámetro Base (mm)	450
Conicidad (mm)	15mm/m
Altura Total (mm)	16000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

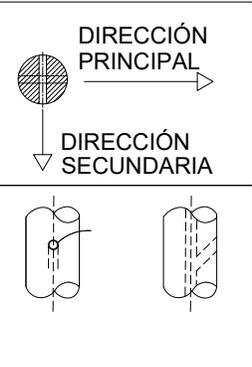
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE HORMIGÓN PRETENSADO CENTRIFUGADO HPC 1250-16				HOJA SIGUE
DIN-A4						Nº PLO11610

CAD: 2. PL012300 POSTE DE PRFV 10,5M X 300DAN.DWG 03/06/2021 12:18 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SECCIÓN A- A'

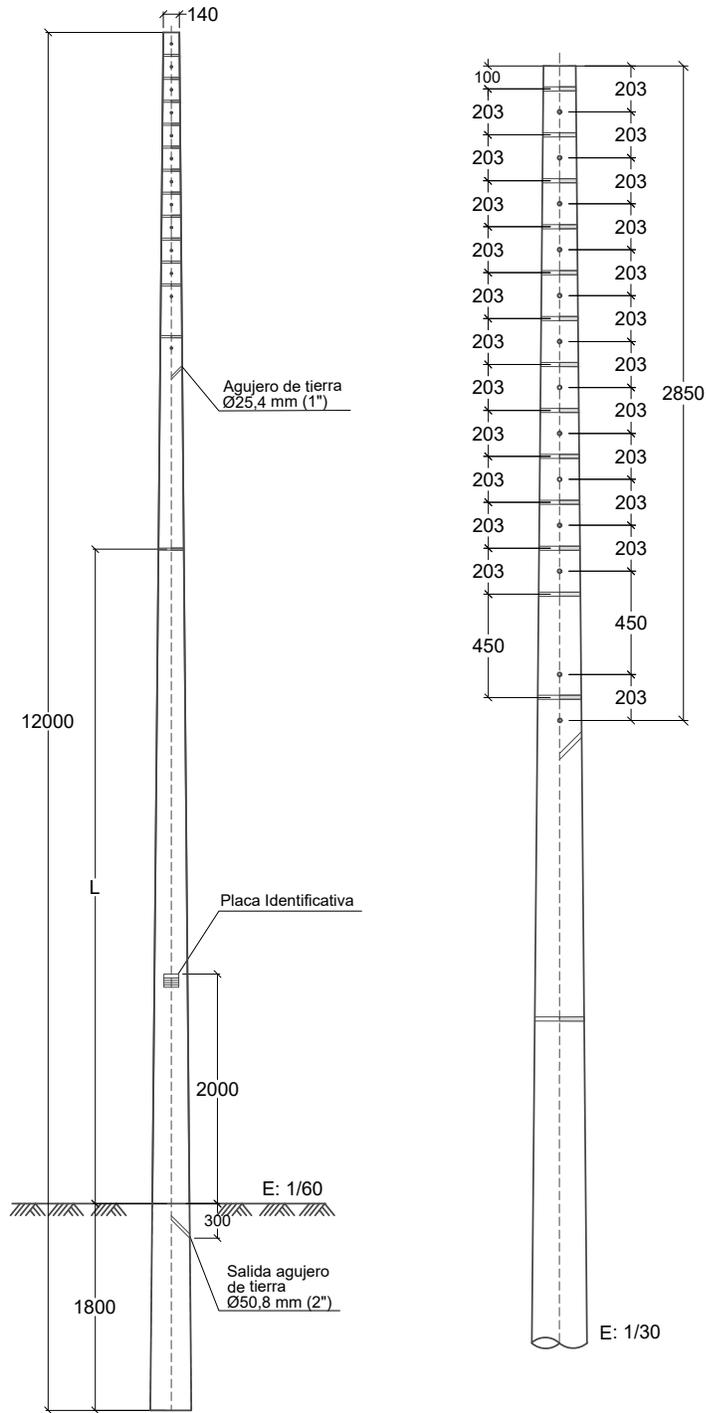


Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	10500
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	300

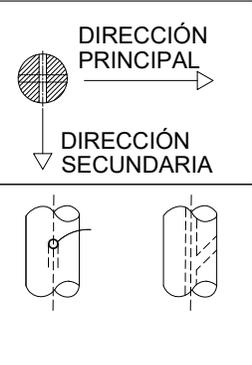
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV-300-10.5				HOJA
						SIGUE
						Nº PL012300

DIN-A4

CAD: 3. PL012400 POSTE DE PRFV 12m X 500daN.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SECCIÓN A- A'



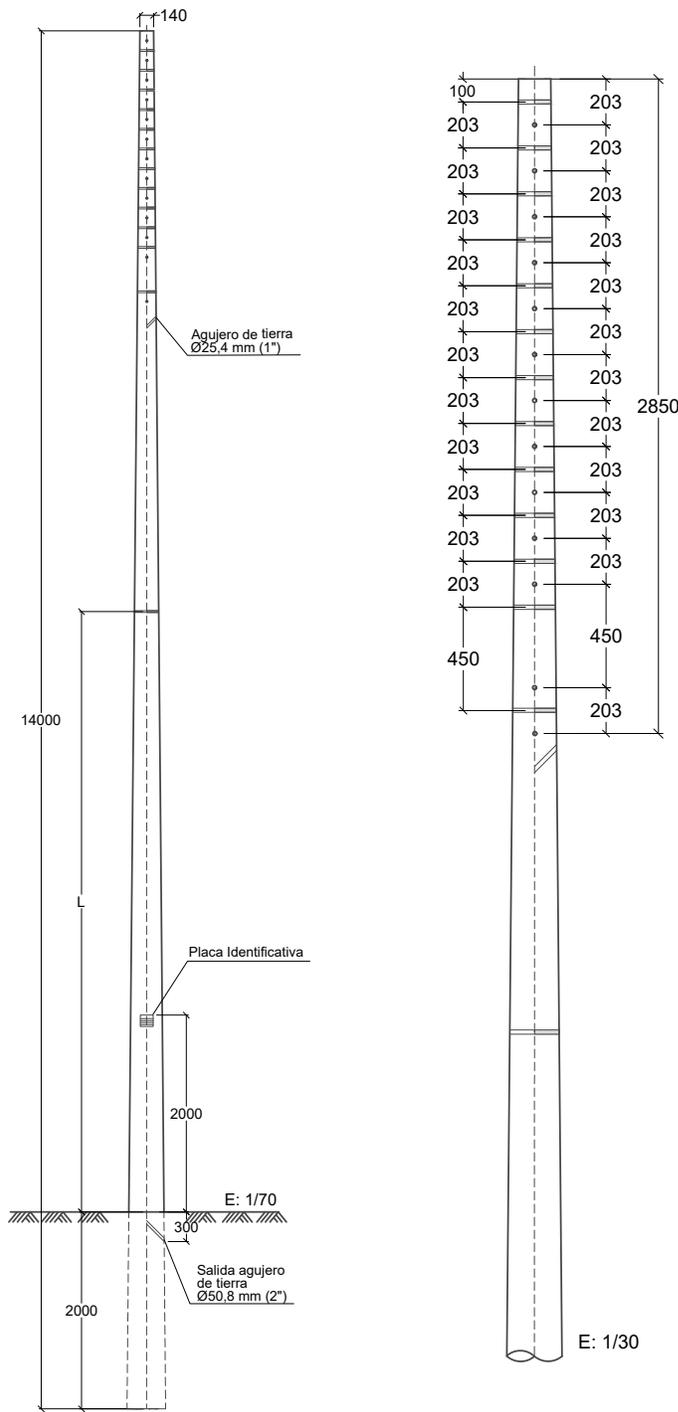
Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	12000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	500

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

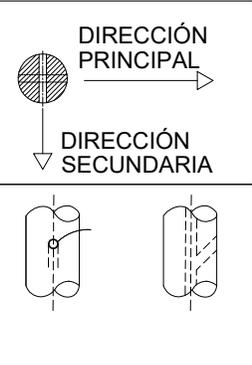
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA			
ESCALA			TÍTULO PROYECTO						
			LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV						
ID. CLIENTE			TÍTULO PLANO						
			POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV-500-12 12m x 500daN						
									
			CÓDIGO						
			HOJA SIGUE						
			Nº PL012400						

DIN-A4

CAD: 4. PL012500 POSTE DE PRFV 14m X 500daN.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



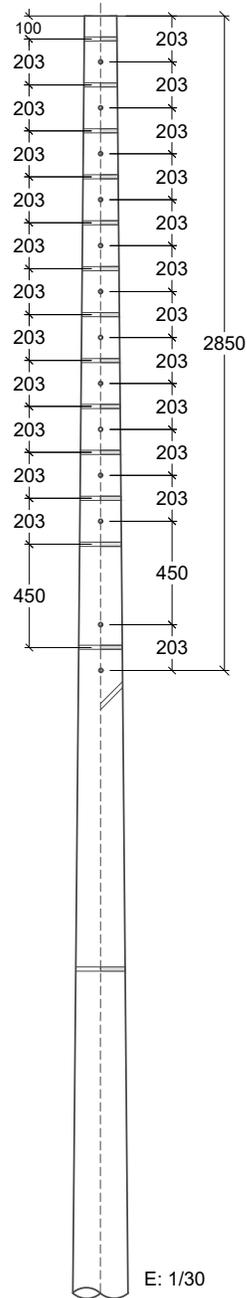
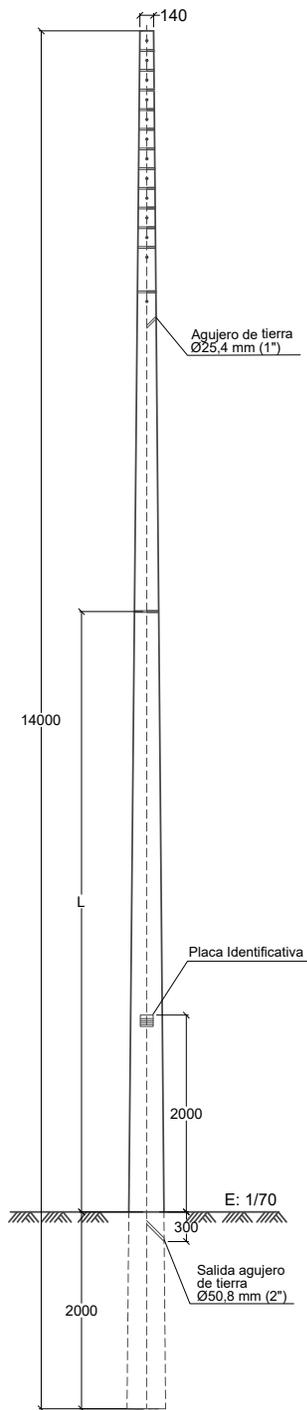
SECCIÓN A- A'



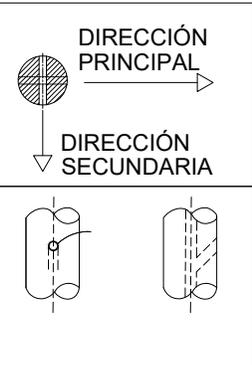
Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	500

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
DIN-A4		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV-500-14 14m x 500daN				HOJA
						SIGUE
						Nº PL012500

CAD: 5. PL012510 POSTE DE PRFV 14M X 800DAN.DWG 03/08/2021 12:20 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SECCIÓN A- A'

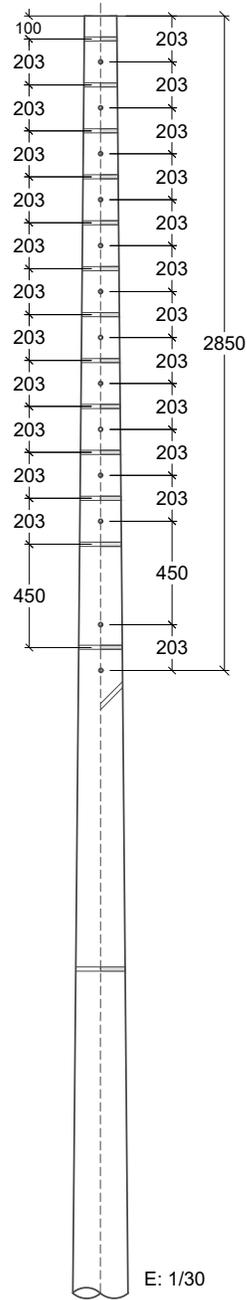
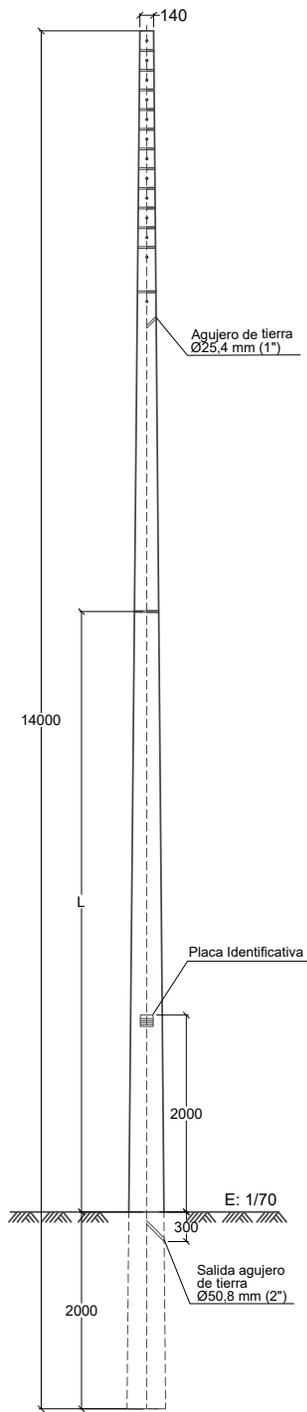


Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	800

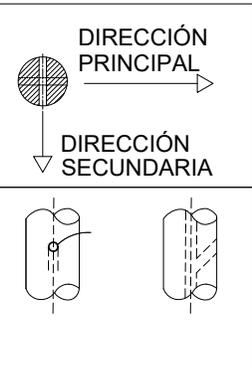
DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV- 800-14				HOJA
						SIGUE
						Nº PL012510

CAD: 6. PL012520 POSTE DE PRFV 14M X 1250DAN.DWG 03/08/2021 12:20 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



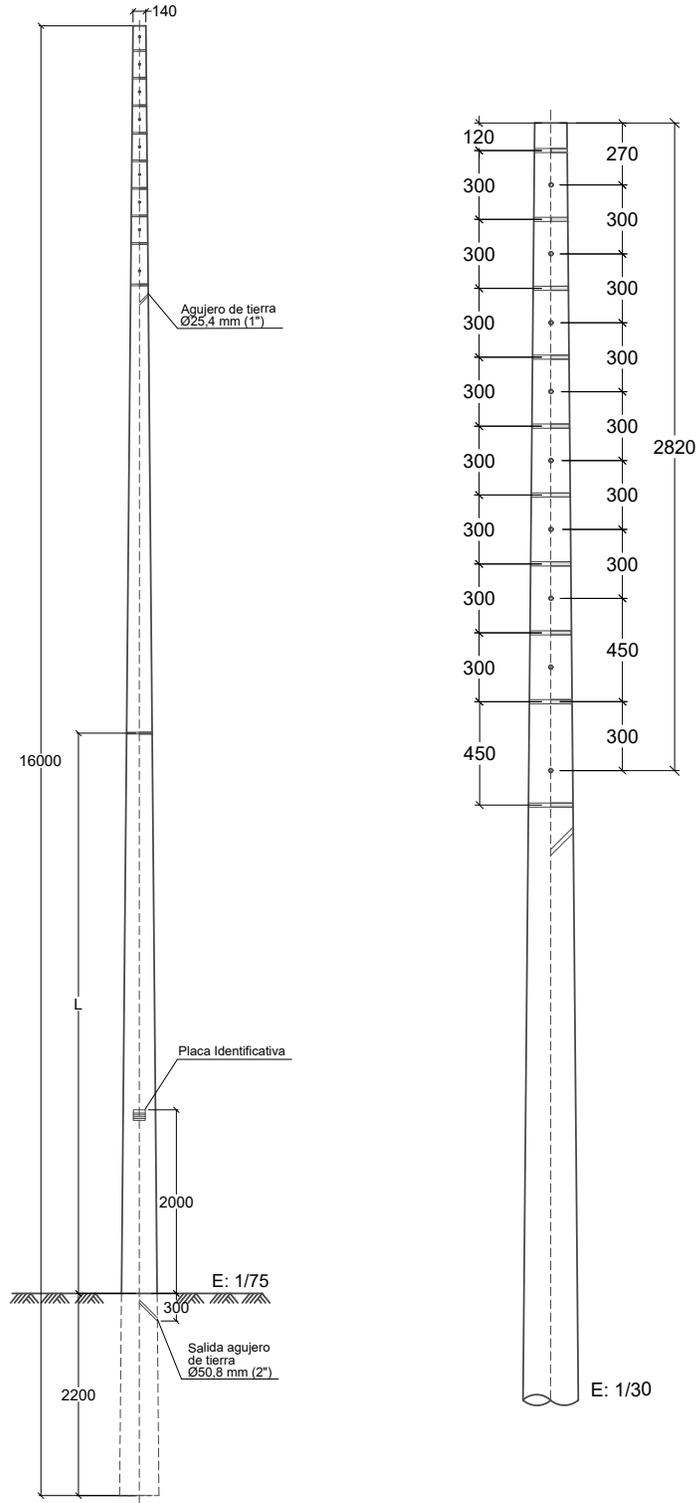
SECCIÓN A- A'



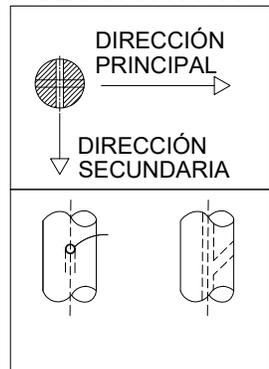
Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV- 1250-16				HOJA
DIN-A4						SIGUE
						Nº PL012520

CAD: 7. PL012600 POSTE DE PRFV 16M X 800DAN.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



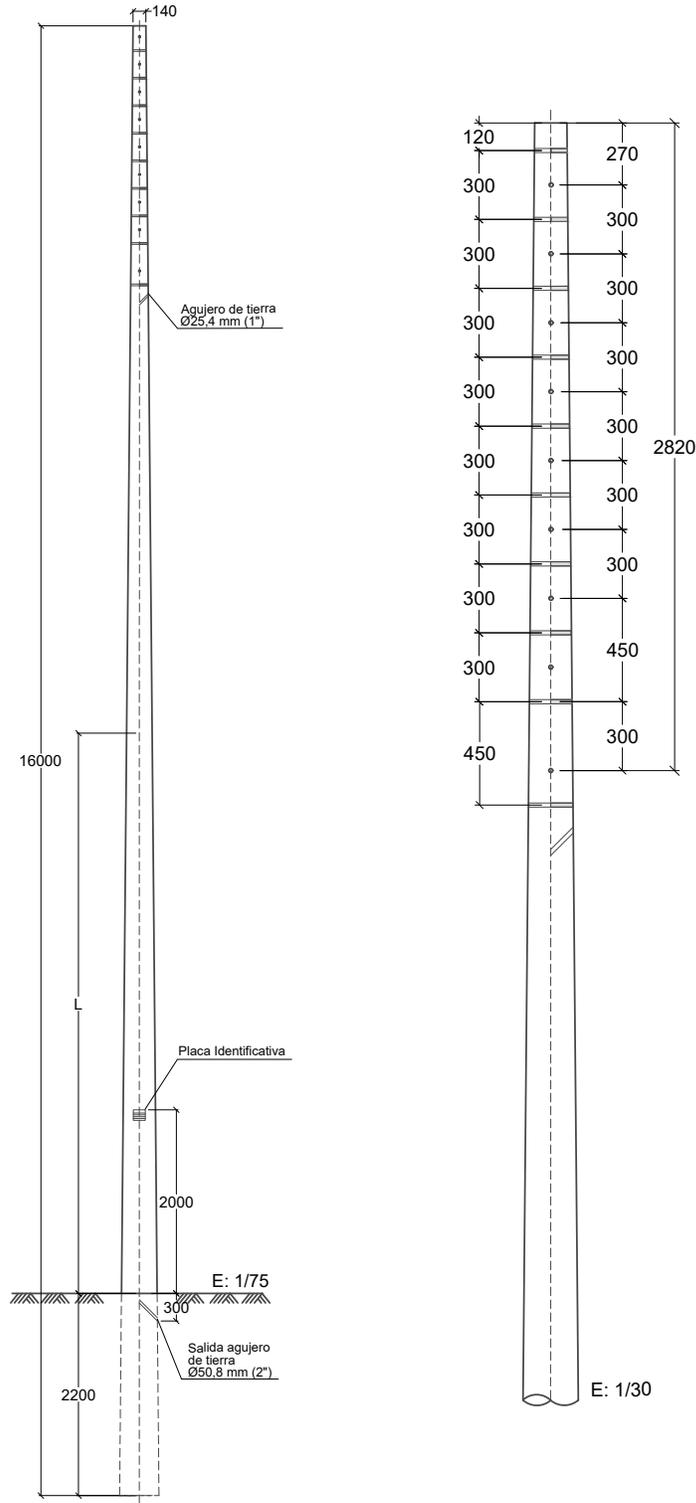
SECCIÓN A- A'



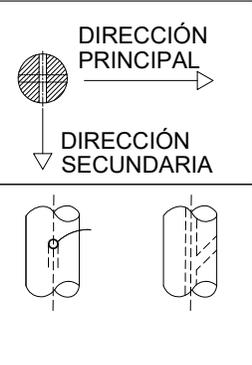
Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	16000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	800

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
TÍTULO PLANO		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV-800-16				CÓDIGO:
DIN-A4		HOJA 1 SIGUE -				Nº PL012600

CAD: 8. PL012610 POSTE DE PRFV 16M X 1250DAN.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



SECCIÓN A- A'

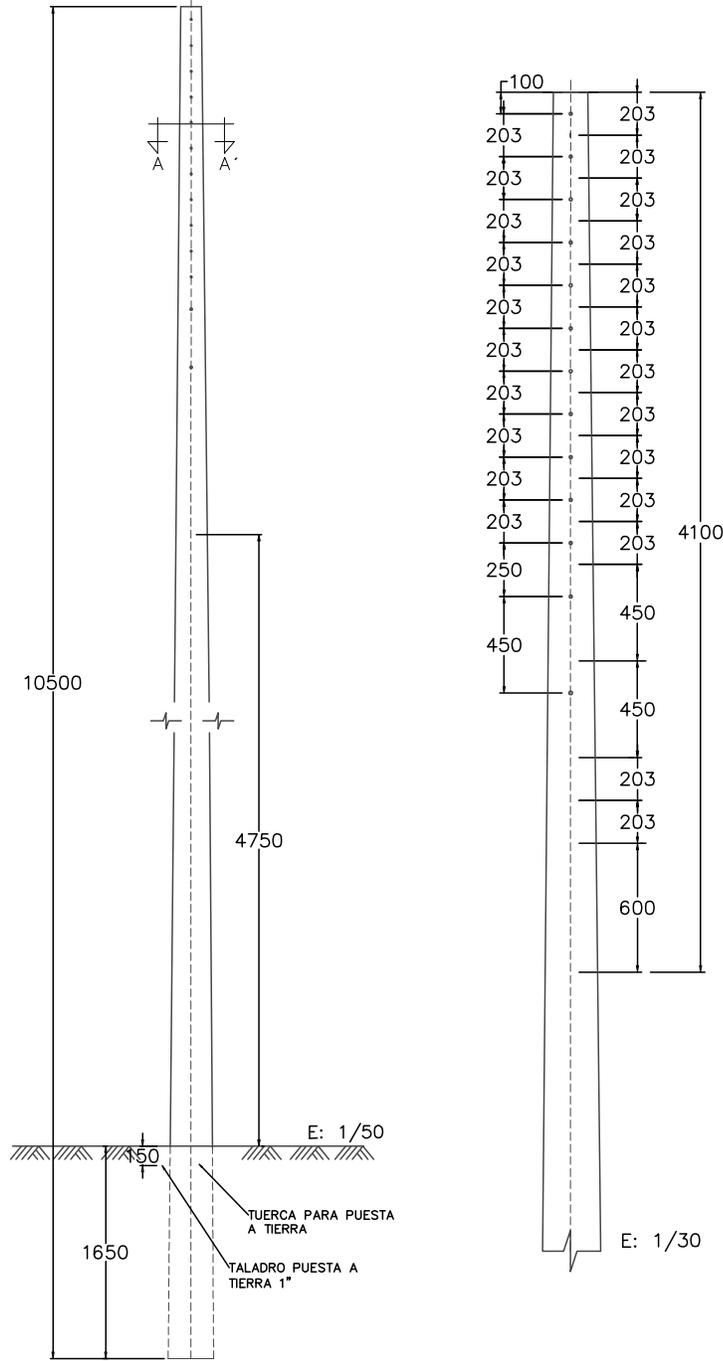


Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140
Conicidad (mm)	18mm/m
Altura Total (mm)	16000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO:
		POSTE DE FIBRA DE VIDRIO PRFV- 1250-16				HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL012610

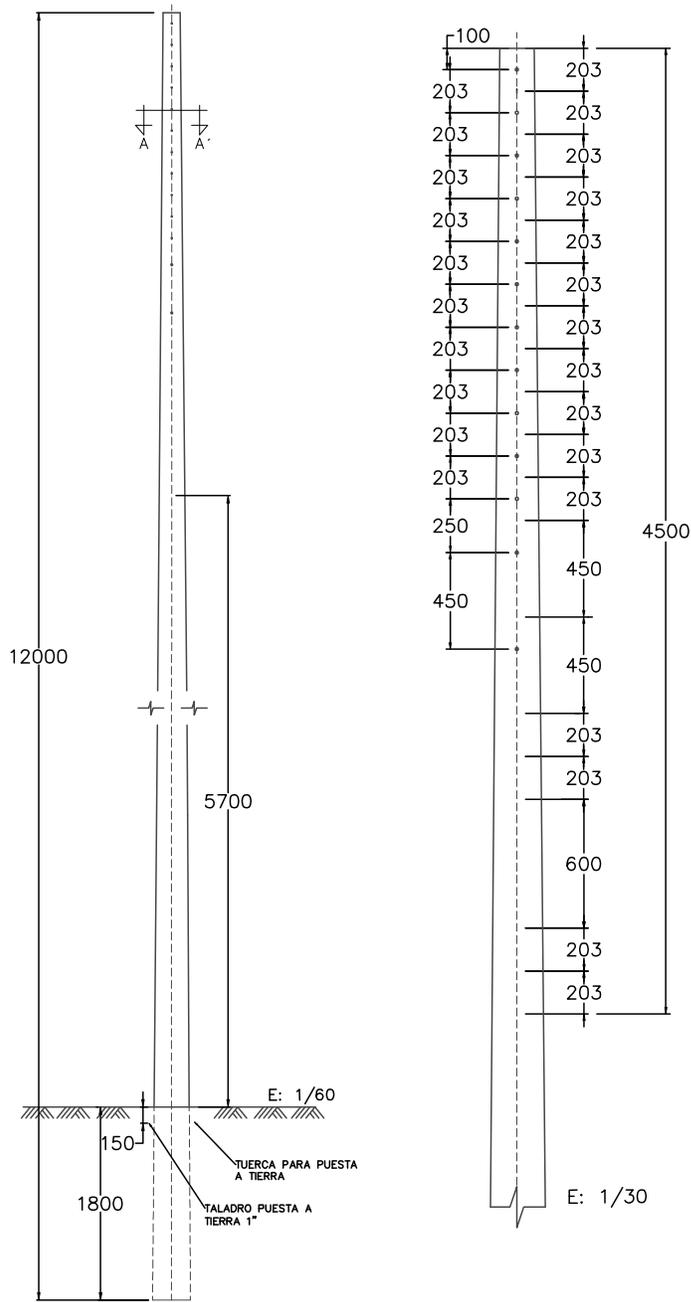
CAD: 2. PL013300 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 10,5M X 300 DAN.DWG 07/10/2019 1:16 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07



Características de los Apoyos	
Díámetro Cuspide (mm)	140-160mm
Conicidad	10 A 12 mm/m
Esfuerzo vertical	1200 daN
Altura Total (mm)	10500
Díámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	300

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34,5 kV						
POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH-300-10.5						
ID. CLIENTE						CÓDIGO:
						HQ/A
DIN-A4						Nº PL013300

CAD: 3. PL013400 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 12M X 500 DAN.DWG 07/10/2019 1:17 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07



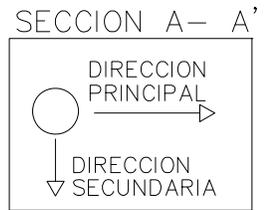
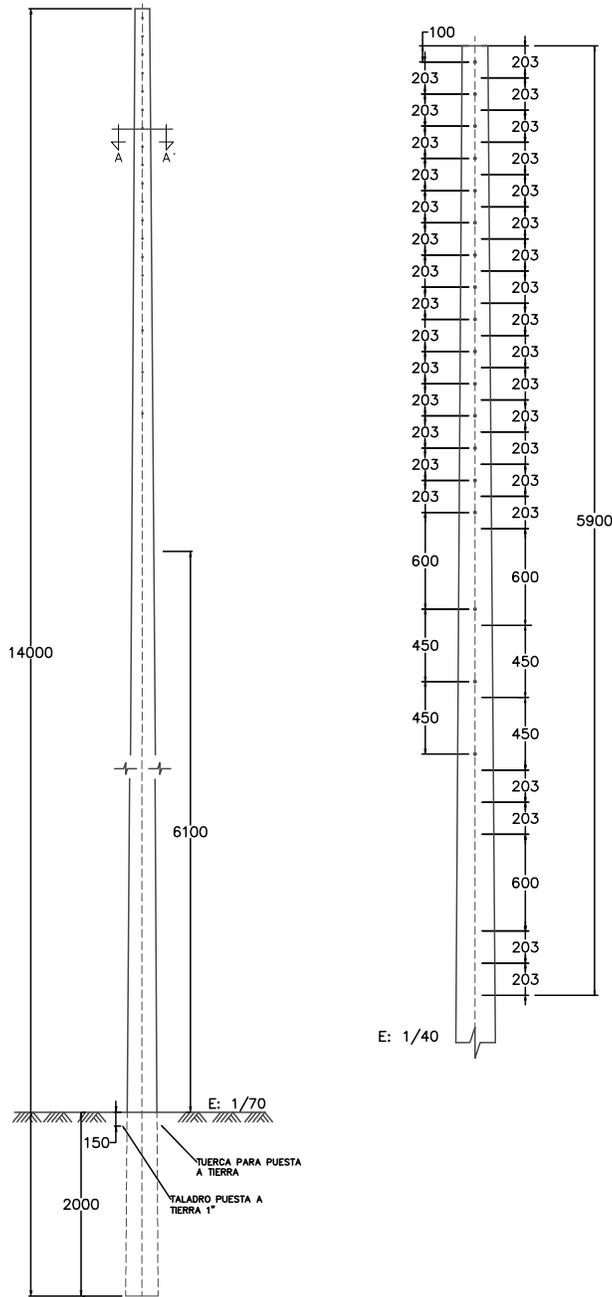
SECCION A- A'



Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspe (mm)	140-160mm
Conicidad	12 A 15 mm/m
Esfuerzo vertical	1600 daN
Altura Total (mm)	12000
Diámetro de Taladros	17,5mm

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV						
POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH-500-12						
ID. CLIENTE						CÓDIGO:
						HQJA
DIN-A4						Nº PL013400

CAD: 4. PLO13500 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 14M X 500 DAN.DWG 07/10/2019 1:17 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07



Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	140-160mm
Conicidad	12 A 15 mm/m
Esfuerzo vertical	1600 daN
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	500

EDIC FECHA DD TP RVS AFR EDITADO PARA

**LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN
 CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV**



CÓDIGO:

ID. CLIENTE

POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH-500-14

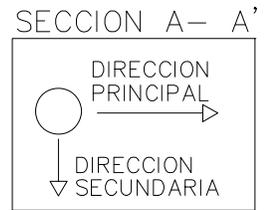
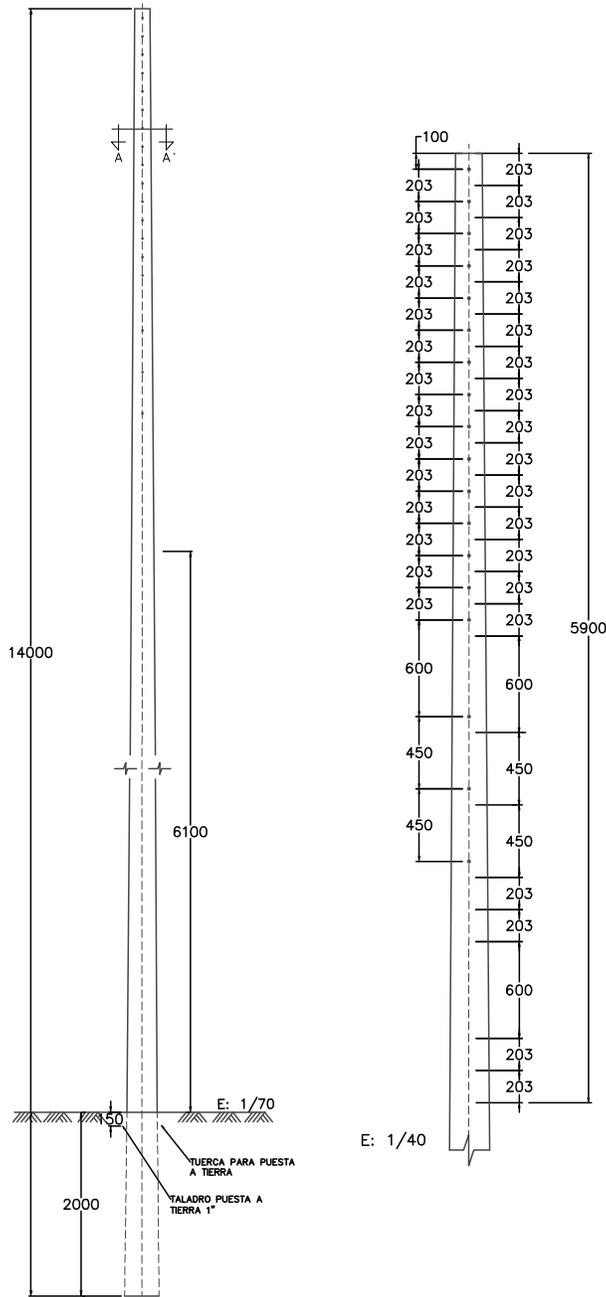
H.O.JA

SIGUE

Nº PLO13500

DIN-A4

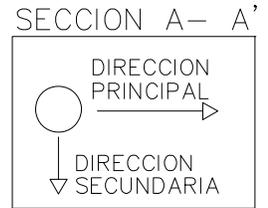
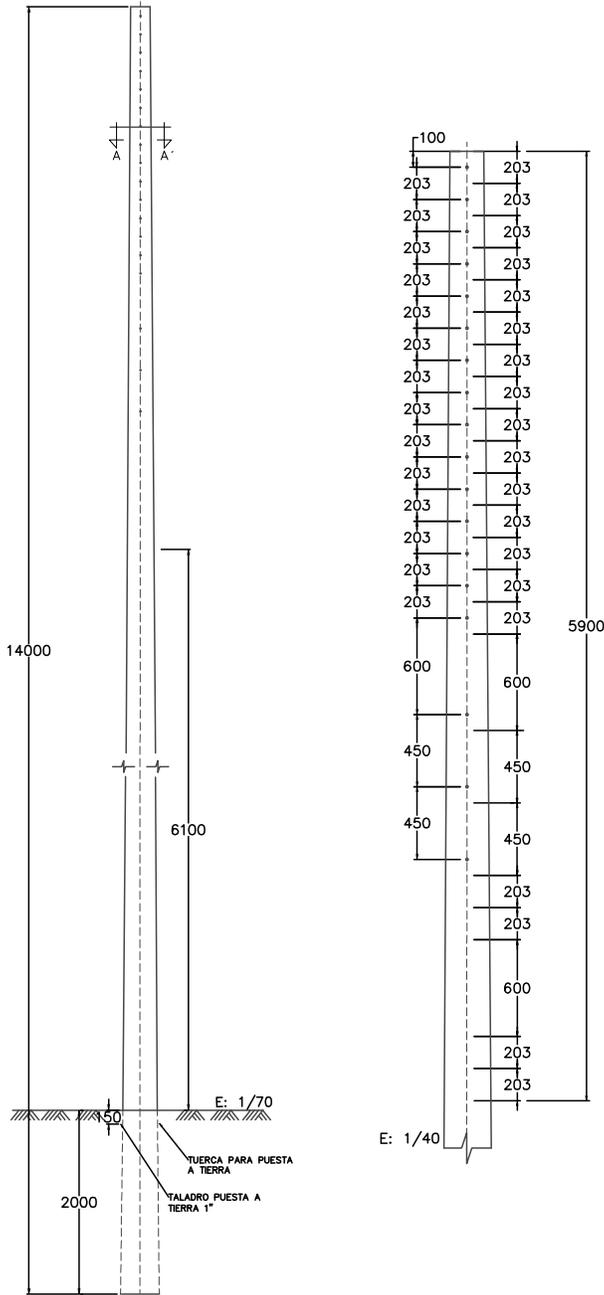
CAD: S. PL013510 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 14M X 800 DAN.DWG 07/10/2019 1:18 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07



Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	165 mm
Conicidad	15 A 20 mm/m
Esfuerzo vertical	2000 daN
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	17,5mm
Esfuerzo Nominal (daN)	800

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV						
POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH- 800-14						
DIN-A4	ID. CLIENTE					CÓDIGO:
						HQ/IA SIGUE
						Nº PL013510

CAD: 6. PL013520 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 14M X 1250 DAN..DWG 07/10/2019 1:18 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07



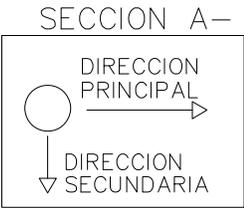
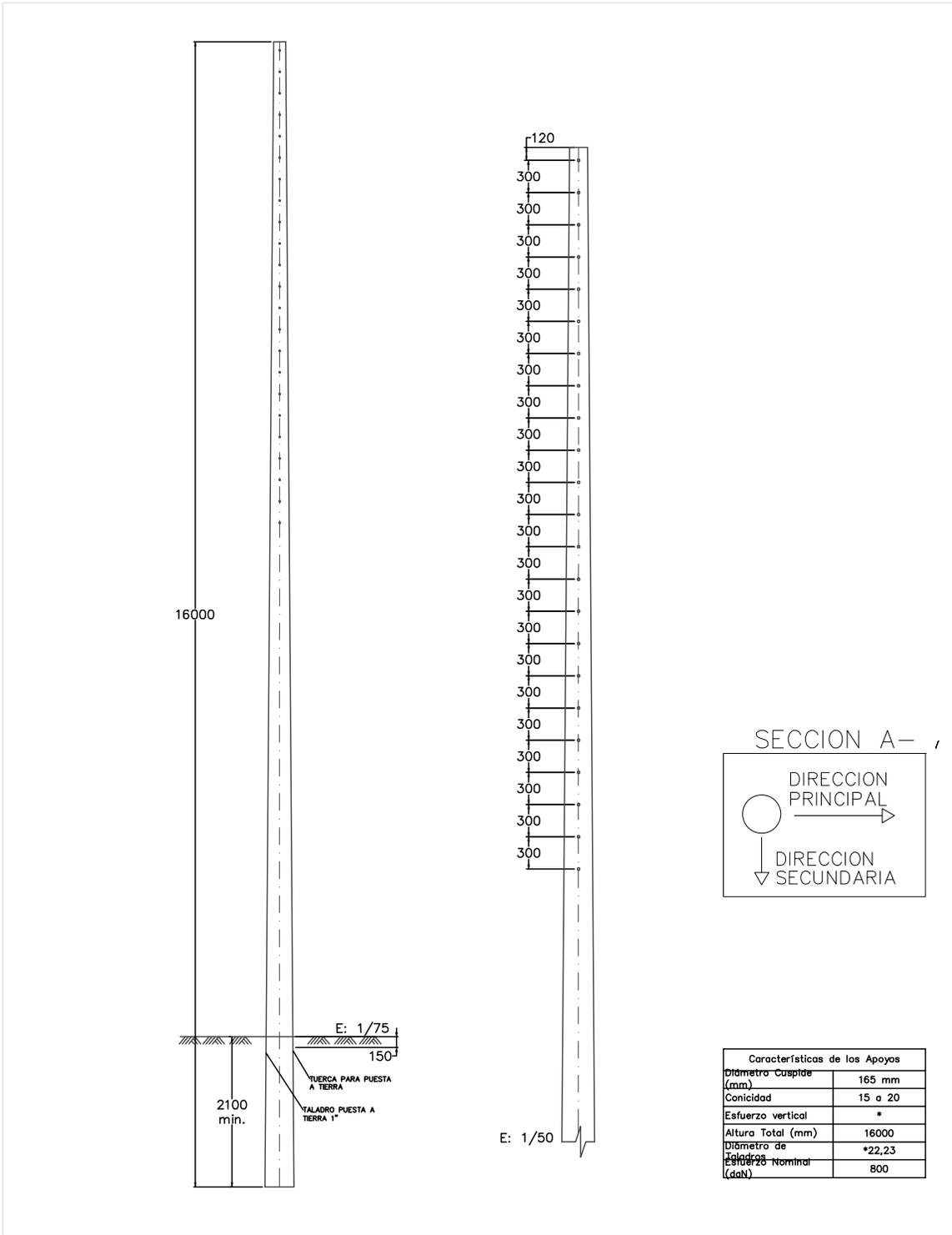
Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	210 mm
Conicidad	*
Esfuerzo vertical	*
Altura Total (mm)	14000
Diámetro de Taladros	*
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV							
CÓDIGO:							
ID. CLIENTE	POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH- 1250-16					HOJA SIGUE	
						Nº PL013520	

DIN-A4

CAD: 7. PL013600 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 16M X 800 DAN..DWG 28/08/2019 12:05 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07

DIN-A4

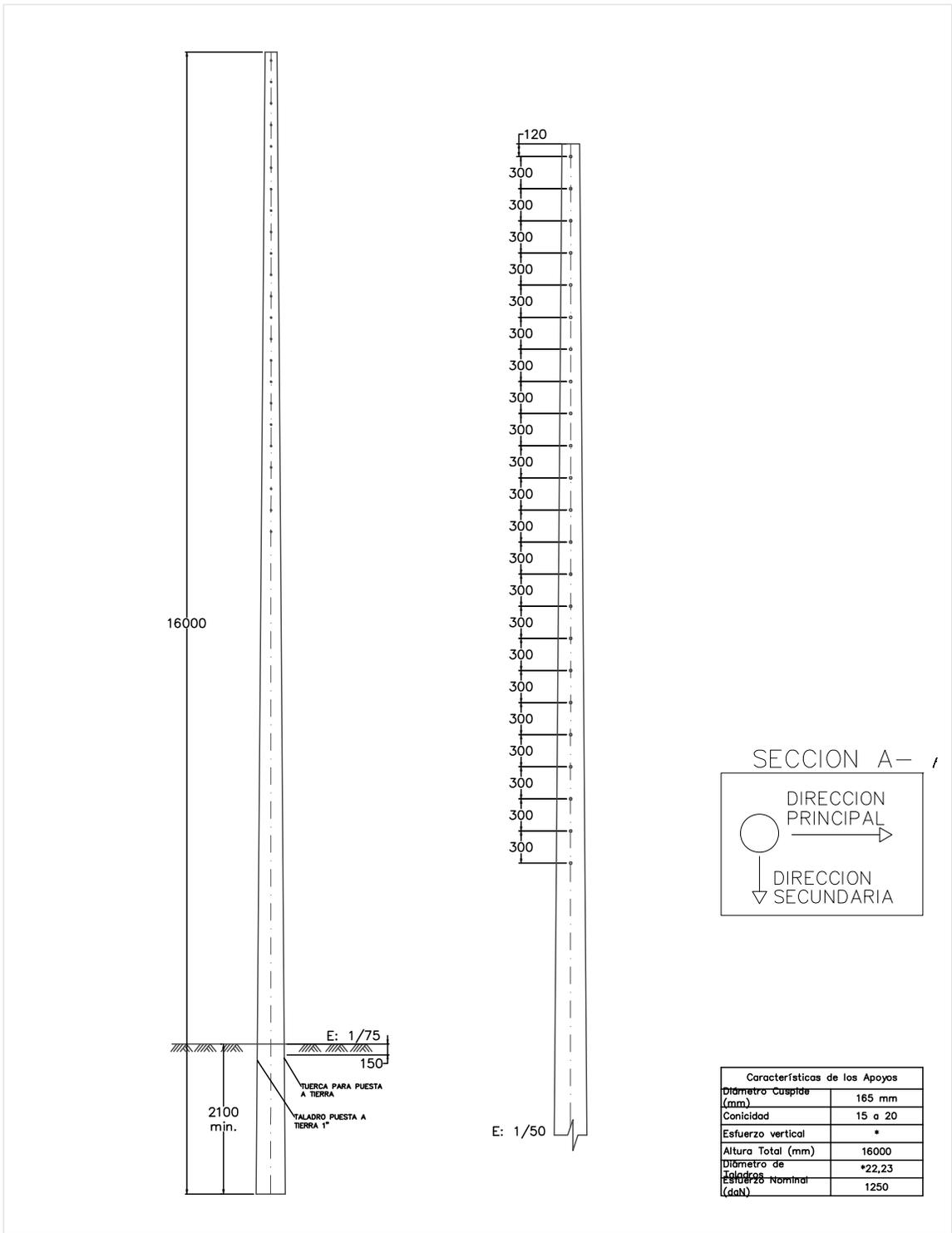


Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspidé (mm)	165 mm
Conicidad	15 a 20
Esfuerzo vertical	*
Altura Total (mm)	16000
Diámetro de Taladro	*22,23
Esfuerzo Nominal (daN)	800

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV						
POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH-800-16						
ID. CLIENTE						CÓDIGO:
					H.O.J.A	SIGUE
					Nº	PL013600

CAD: 8. PL013610 POSTE METÁLICO DE CHAPA DE 16M X 1250 DAN.DWG 28/06/2019 12:06 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-F0.07

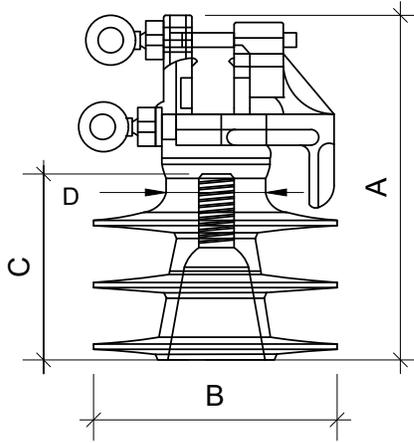
DIN-A4



Características de los Apoyos	
Diámetro Cuspide (mm)	165 mm
Conicidad	15 a 20
Esfuerzo vertical	*
Altura Total (mm)	16000
Diámetro de Taladro	*22,23
Esfuerzo Nominal (daN)	1250

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 Y 34.5 kV						
POSTE METÁLICO DE CHAPA CIRCULAR MCH- 1250-16						
ID. CLIENTE						CÓDIGO:
						HQ/A SIGUE
						Nº PL013610

CAD: PL020100 AISLADOR POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDEP) TIPO PIN 13,2 KV Y 34,5 KV .DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

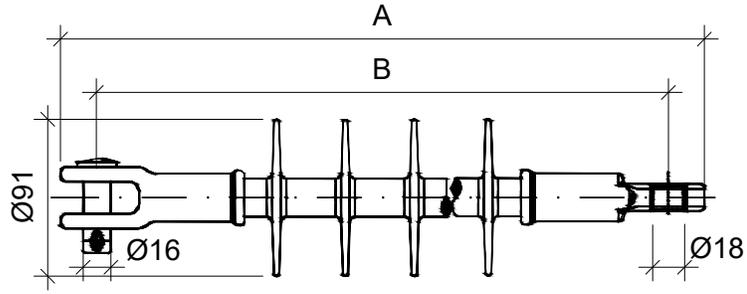


Características Dimensionales de los Aisladores

Aislador	Dimensiones del Aislador (mm)	
	15 Kv	35 Kv
A	209.55	260.35
B	139.7	190.5
C	98.425	139.7
D	63.5	76.2

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA	TÍTULO PROYECTO					
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV						
ID. CLIENTE	TÍTULO PLANO					CÓDIGO:
	AISLADOR POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDEP) TIPO PIN 13,2 KV Y 34,5 KV					HOJA 1 SIGUE -
DIN-A4						Nº PL020100

CAD: PL020200 AISLADOR POLIETILENO TIPO SUSPENSION 13,2 KV Y 34,5 KV .DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

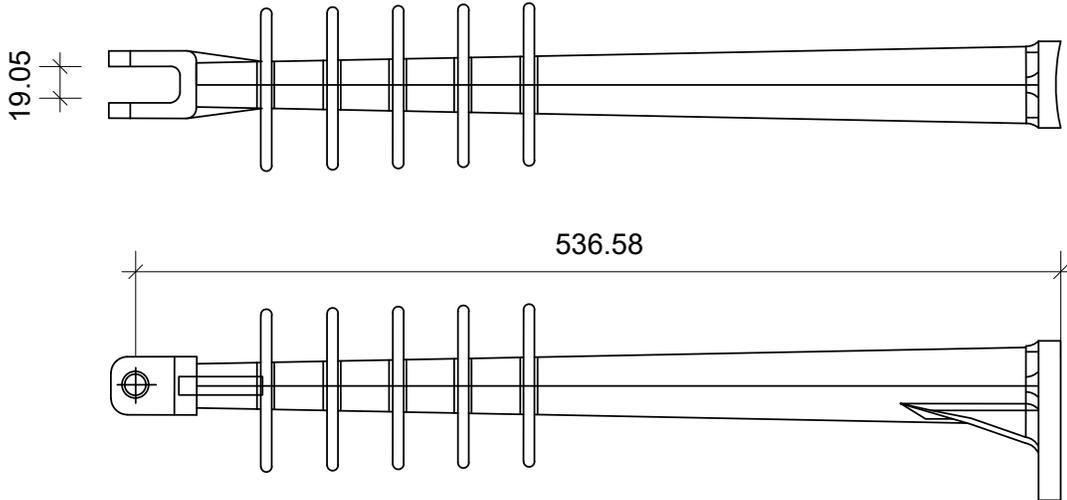


Características Dimensionales de los Aisladores

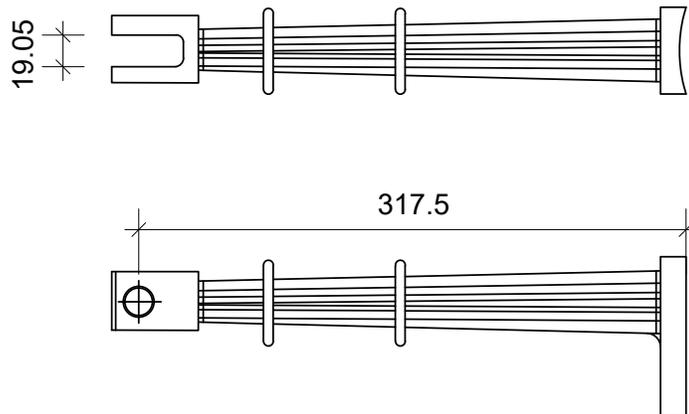
Aislador	Dimensiones del Aislador (mm)	
	15 Kv	35 Kv
A	374	569
B	330	525

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
DIN-A4		TÍTULO PLANO				CÓDIGO:
		AISLADOR POLIETILENO TIPO SUSPENSION 13,2 kV Y 34,5 kV				HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL020200

BRAZOS ANTIMOVIMIENTO 34,5 kV



BRAZOS ANTIMOVIMIENTO 13,2 kV



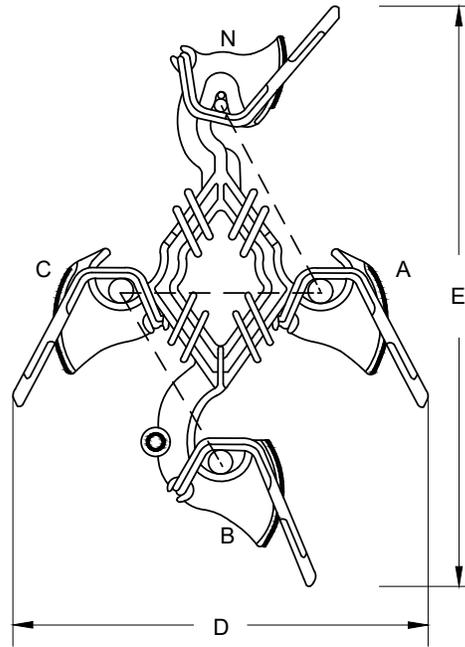
Cotas en mm

CAD: PL020300 BRAZOS ANTIMOVIMIENTO 13,2 kV Y 34,5 kV.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA TÍTULO PROYECTO LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV		TÍTULO PLANO BRAZOS ANTIMOVIMIENTO 13,2 kV Y 34,5 kV				Naturgy	
ID. CLIENTE		CÓDIGO:				HOJA 1 SIGUE -	
Nº		PL020300				Nº	

CAD: PL020400 ESPACIADOR 13,2 KV Y 34,5 KV.DWG 03/08/2021 12:22 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



Características Dimensionales de los Espaciadores

Espaciador	Dimensiones del Espaciador (mm)		Rango de Uso (mm)		Separación entre Conductores (mm)			Distancia de Fuga (mm)	Tensión de Operación kV
	Ancho	Altura	Cable Mensajero	Conductor de Fase	Fase -Neutro	Fase -Neutro	Fase -Neutro		
Espaciador Pinzas Ajustable	419,1	596,9	9,525- 19,05	11,1252 - 50,8	215,9	203,2	203,2	273,05	15
Espaciador Pinzas Ajustable	520,7	736,6	9,525- 19,05	11,1252 - 50,8	304,8	292,1	292,1	444,50	35

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA				
ESCALA S/E		TÍTULO PROYECTO								
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO								
		ESPACIADOR 13,2 KV Y 34,5 KV				CÓDIGO:				
						HOJA 1 SIGUE -				
						Nº PL020400				

**LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN
 CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV**

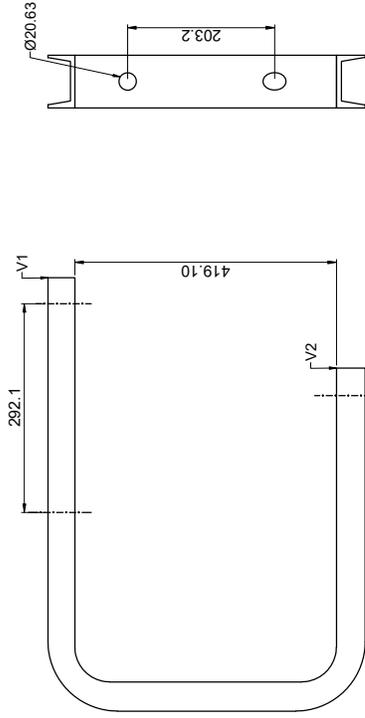


CÓDIGO:

HOJA 1 SIGUE -

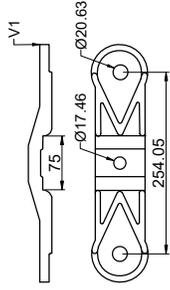
Nº PL020400

SOPORTE PARA ANGULO 7° - 60°, 13.2 kV



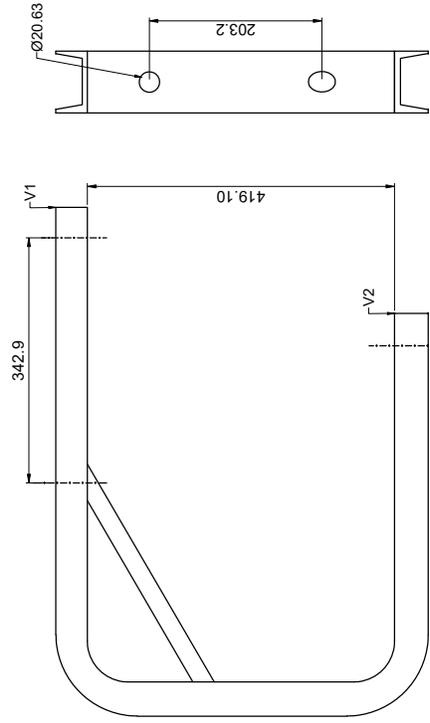
CARGA DE ROTURA V1: 422.58 daN, V2: 533.79 daN

SOPORTE PARA 2 AISLADORES TIPO ESPIGA



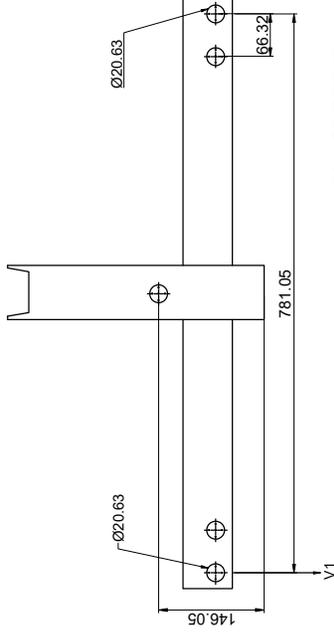
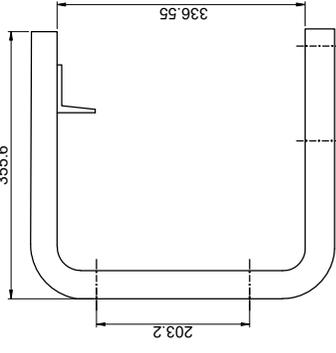
CARGA DE ROTURA V1: 778.44 daN

SOPORTE PARA ANGULO 7° - 60°, 34.5 kV



CARGA DE ROTURA V1: 756.20 daN, V2: 444.82 daN

BASTIDOR PRIMARIO FIGO CANALIZADO



CARGA DE ROTURA V1: 760 daN

ID. CLIENTE			
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FERRADO 13,2 kV Y 34,5 kV			
HERRAJES CONFIGURACION AUTOSOPORTADA CONDUCTOR FERRADO 13,2 kV Y 34,5 kV			
Plano: PL021100	ESCALA		
S/E			
			
PL021100	ESCALA		
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </table>		1	2
1	2		

<p>BRAZO PARA MENSAJERO, 13.2 KV</p>	<p>GRAPA PARA DESVIO INTERNO DE MENSAJERO</p>	<p>GUARDACABOS GRANDES ESFUERZOS</p>	<p>GRILLETE NORMAL RECTO</p>	<p>ESTRIBO PARA SOPORTE DE GANCHO ESPACIADOR</p>	<p>BRAZO PARA MENSAJERO, 34.5 KV</p>	<p>ABRAZADERA CABLE MENSAJERO</p>	<p>GUARDACABOS</p>	<p>HERRAJES CONFIGURACION AUTOSOPORTADA CONDUCTOR FARRADO 13,2 KV Y 34,5 KV</p>	
<p>CARGA DE ROTURA V1: 1423.43 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 17792.92 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA V1: 1378.95 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 8896.46 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 1112.06 daN</p>	
<p>CARGA DE ROTURA V1: 2668.94 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 4893.05 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 8896.46 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 1112.06 daN</p>		<p>CARGA DE ROTURA: 17792.92 daN</p>	
<p style="text-align: center;">ID. CLIENTE</p>									
<p style="text-align: center;">LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FARRADO 13,2 KV Y 34,5 KV</p>									
<p style="text-align: center;">HERRAJES CONFIGURACION AUTOSOPORTADA CONDUCTOR FARRADO 13,2 KV Y 34,5 KV</p>									
<p>Formato: IT.05093.ES-T1-F0.05</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>	
<p>DIN-A3</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>		<p>PL021100</p>	



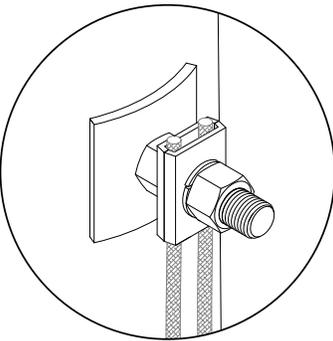
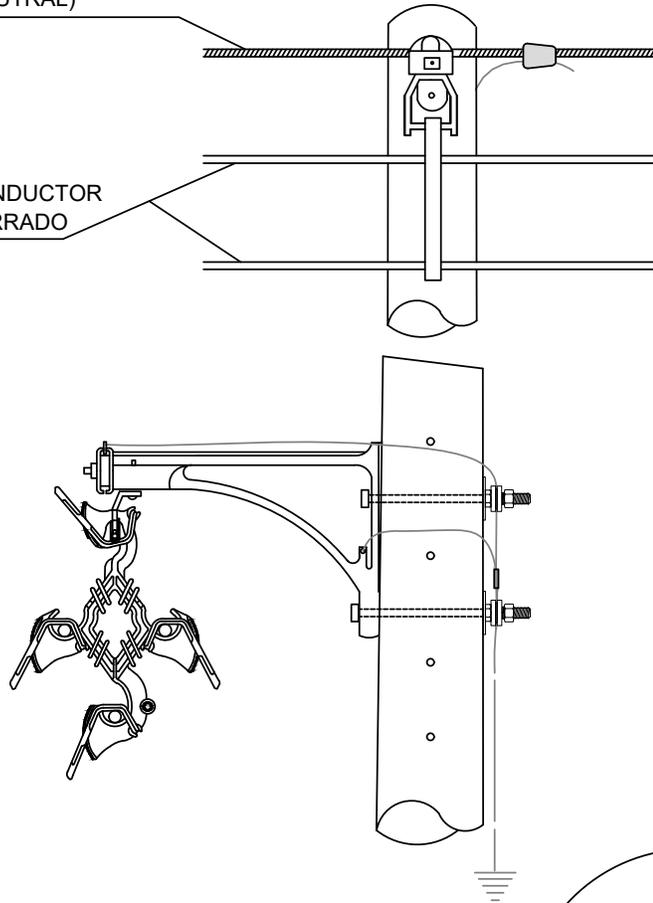
Cotas en mm

CAD: PL030100 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. TANGENTE, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05099.ES-TI-FO.07

DIN-A4

CABLE MENSAJERO
(NEUTRAL)

CONDUCTOR
FORRADO



DETALLE MONTAJE GRAPA DE TIERRA DOBLE SIN TORNILLO

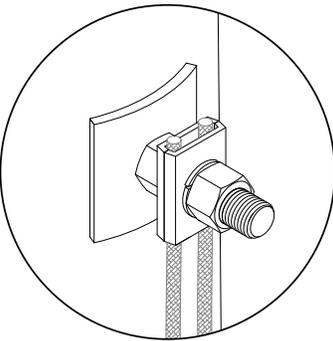
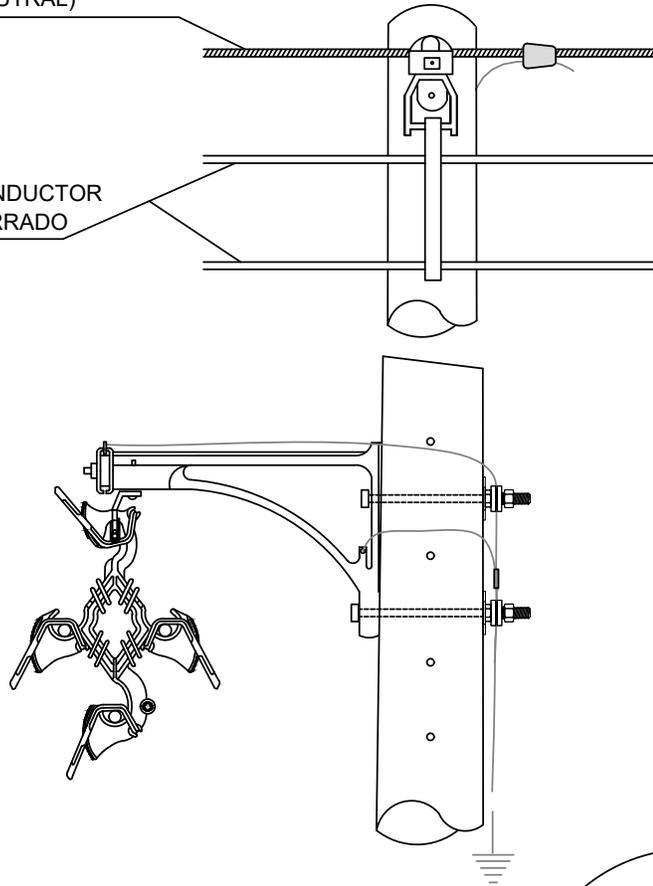
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
	S/E						
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV					
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. TANGENTE, 13,2 kV				CÓDIGO:	
						HOJA 1 SIGUE -	
						Nº PL030100	

CAD: PL030110 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. TANGENTE, 34.5 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

CABLE MENSAJERO
(NEUTRAL)

CONDUCTOR
FORRADO

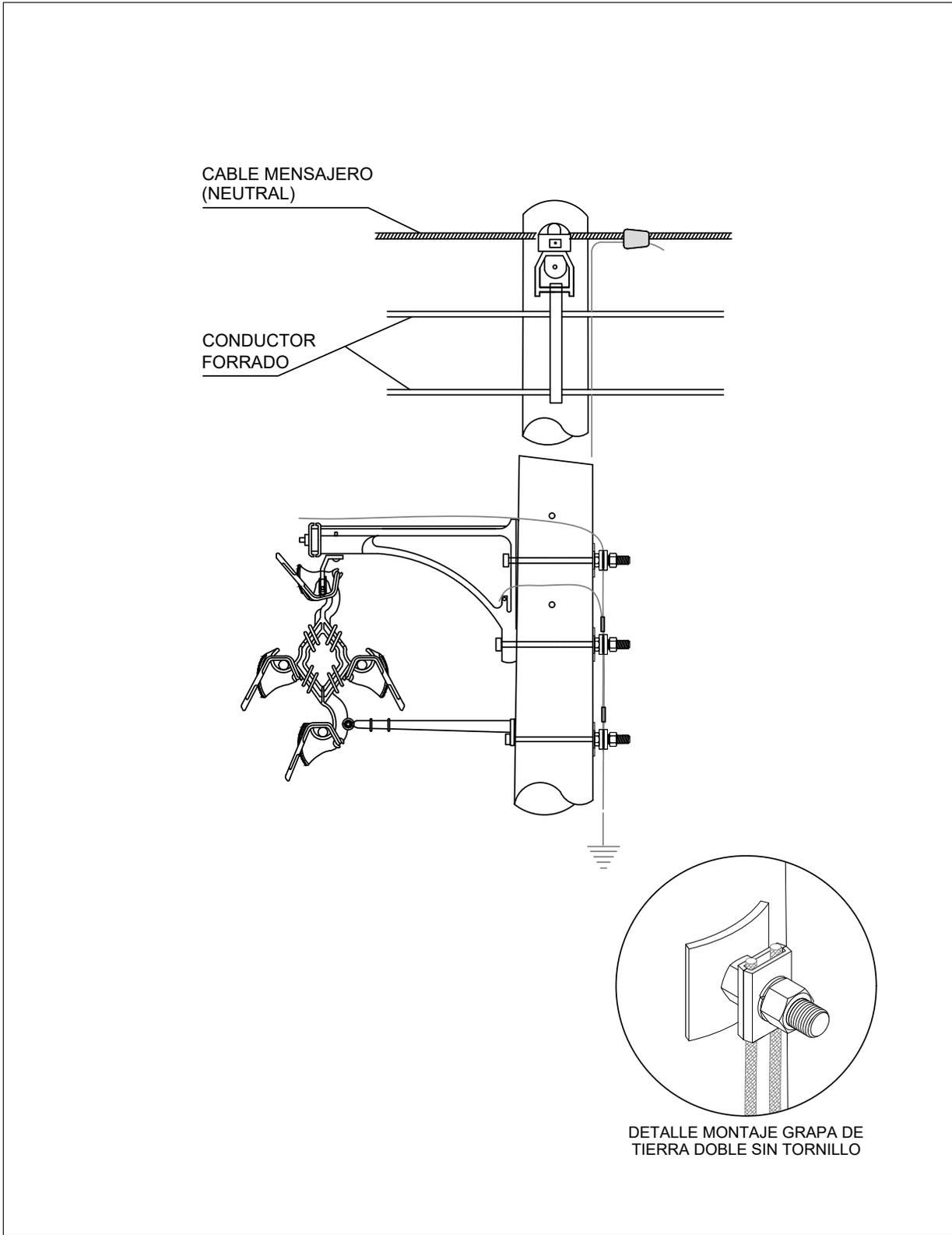


DETALLE MONTAJE GRAPA DE TIERRA DOBLE SIN TORNILLO

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
	S/E						
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV					
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. TANGENTE, 34,5 KV				CÓDIGO:	
						HOJA 1 SIGUE -	
						Nº PL030110	

CAD: PL030200 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 5°, 13,2 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

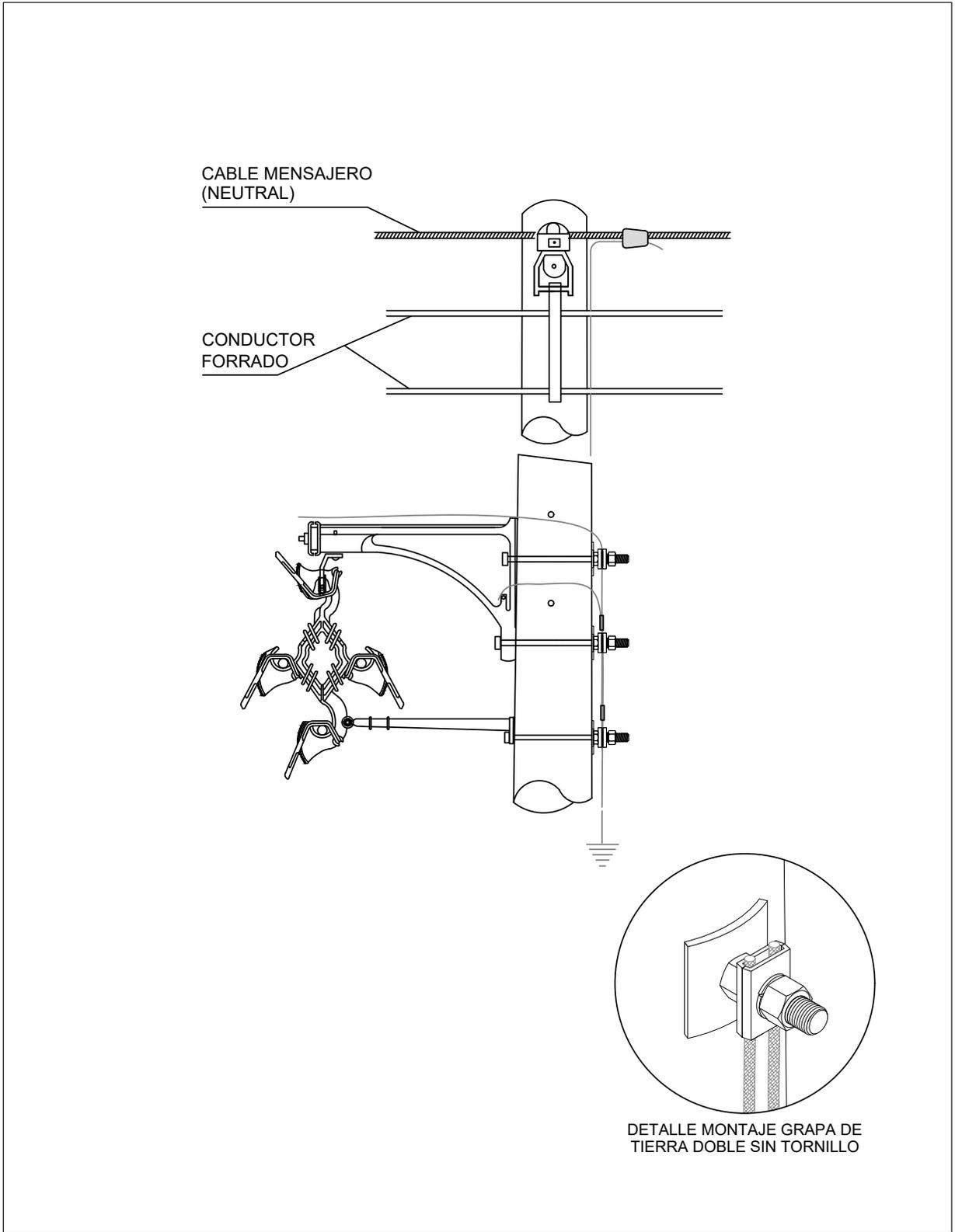
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
	S/E						
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV					
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 6°, 13,2 KV				CÓDIGO:	
						HOJA 1 SIGUE -	
						Nº PL030200	

CAD: PL030210 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 5°, 34.5 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

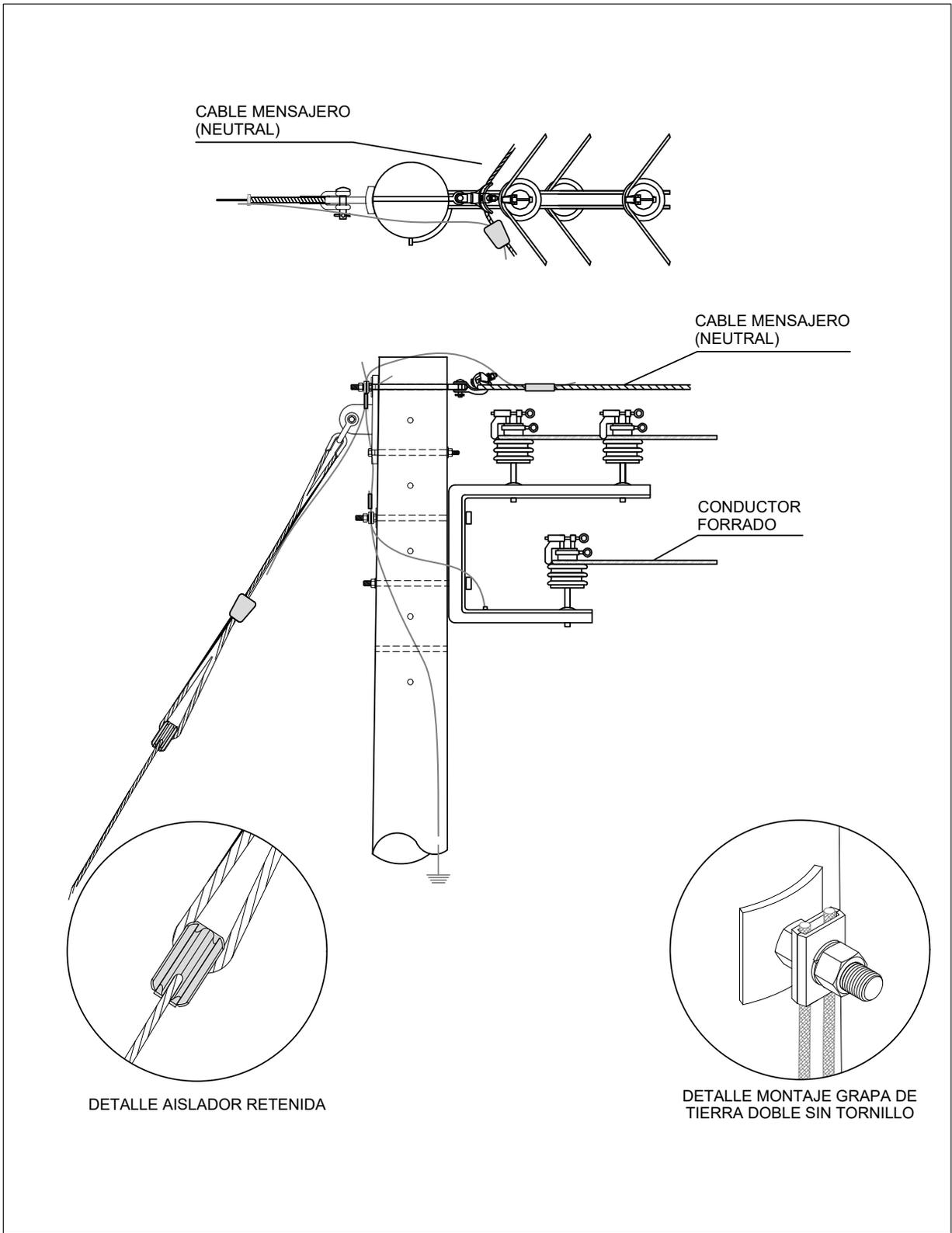
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
	S/E						
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV					
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 6°, 34,5 KV				CÓDIGO:	
						HOJA 1 SIGUE -	
						Nº PL030210	

CAD: PL030300 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

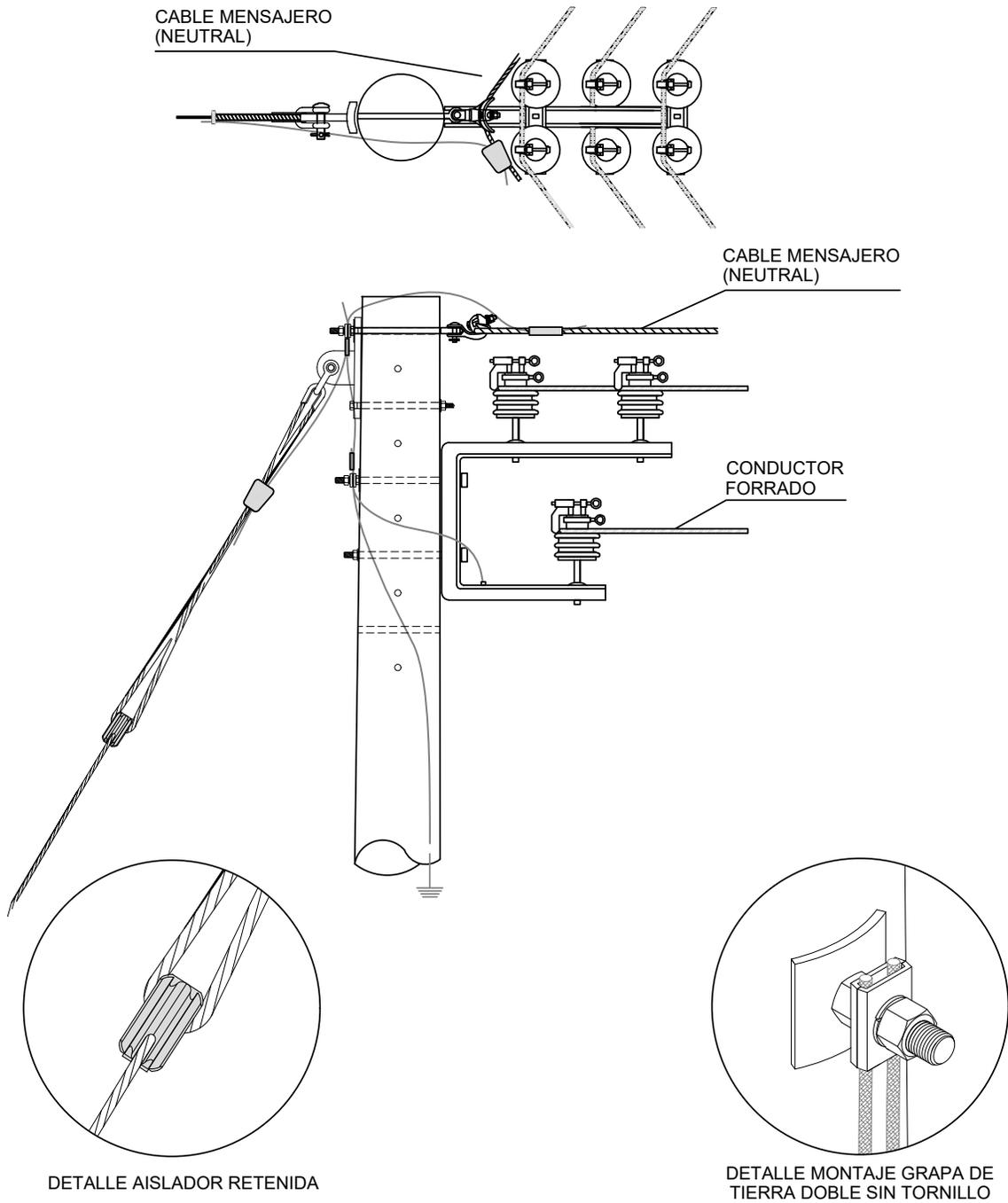
DIN-A4



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				 CÓDIGO: .
ID. CLIENTE	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 13,2 kV				HOJA 1 SIGUE -	
						Nº PL030300

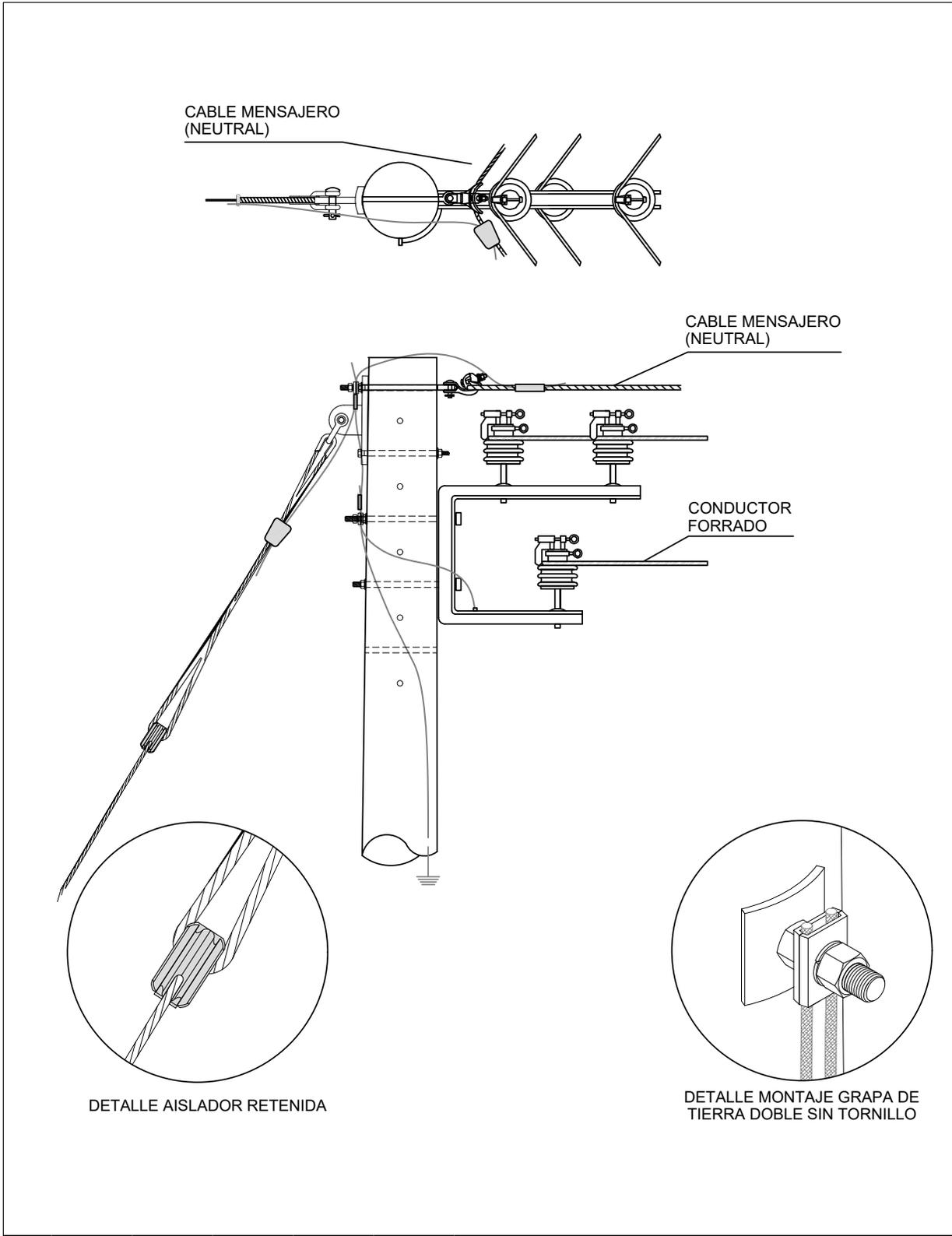
CAD: PL030310 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 34.5 KV, ACSR 477.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
VERSIÓN	S/E	TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE	LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				CÓDIGO	
		TÍTULO PLANO				HOJA 1 SIGUE -
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 34,5 KV, ACSR 477				Nº PL030310

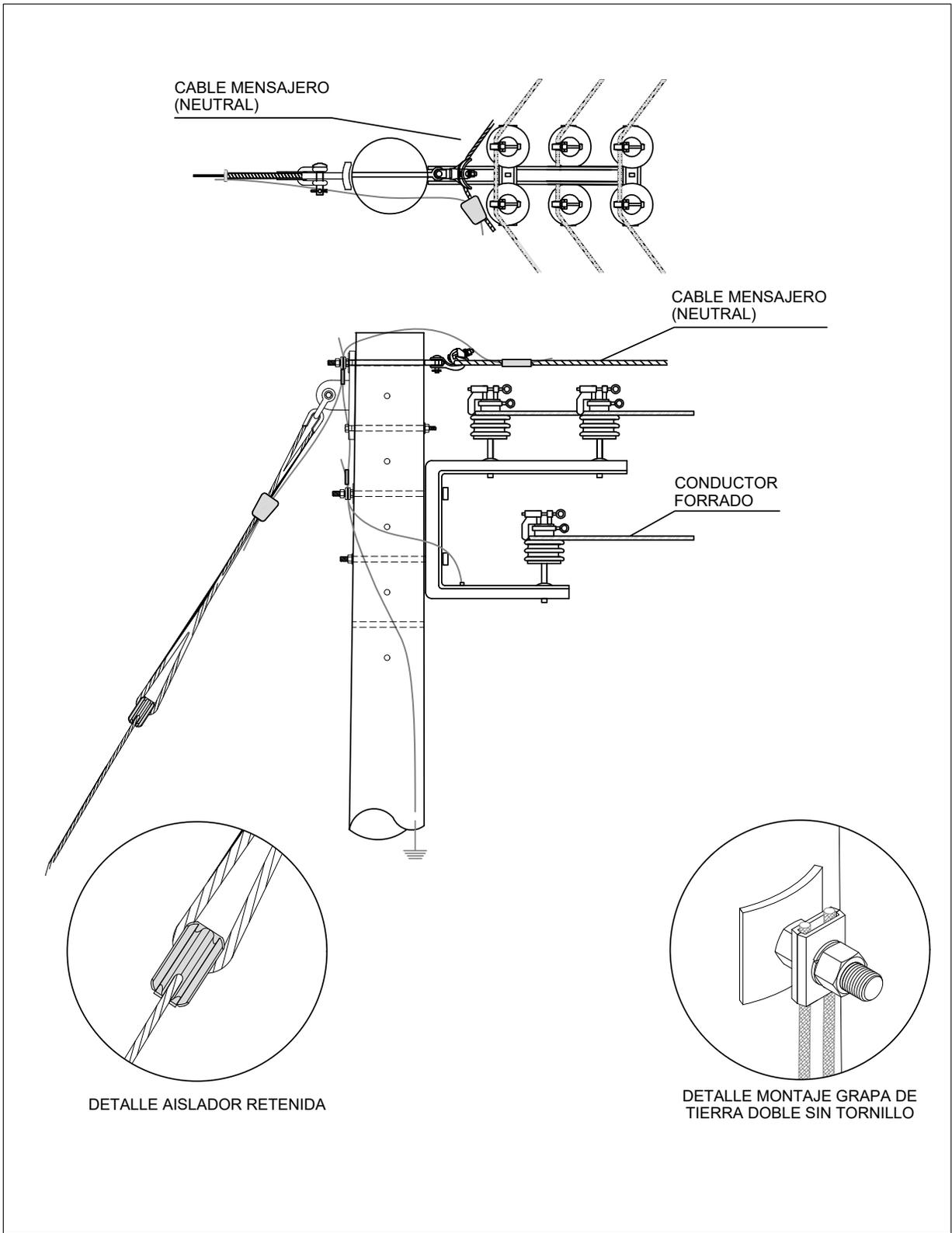
CAD: PL030320 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 34.5 KV ACRS 266,1 AWG.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 7°-60°, 34,5 kV, ACSR 266, 1/0				
DIN-A4		CÓDIGO:				HOJA 1 SIGUE -
		Nº PL030320				

CAD: PL030400 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 60°-90°, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

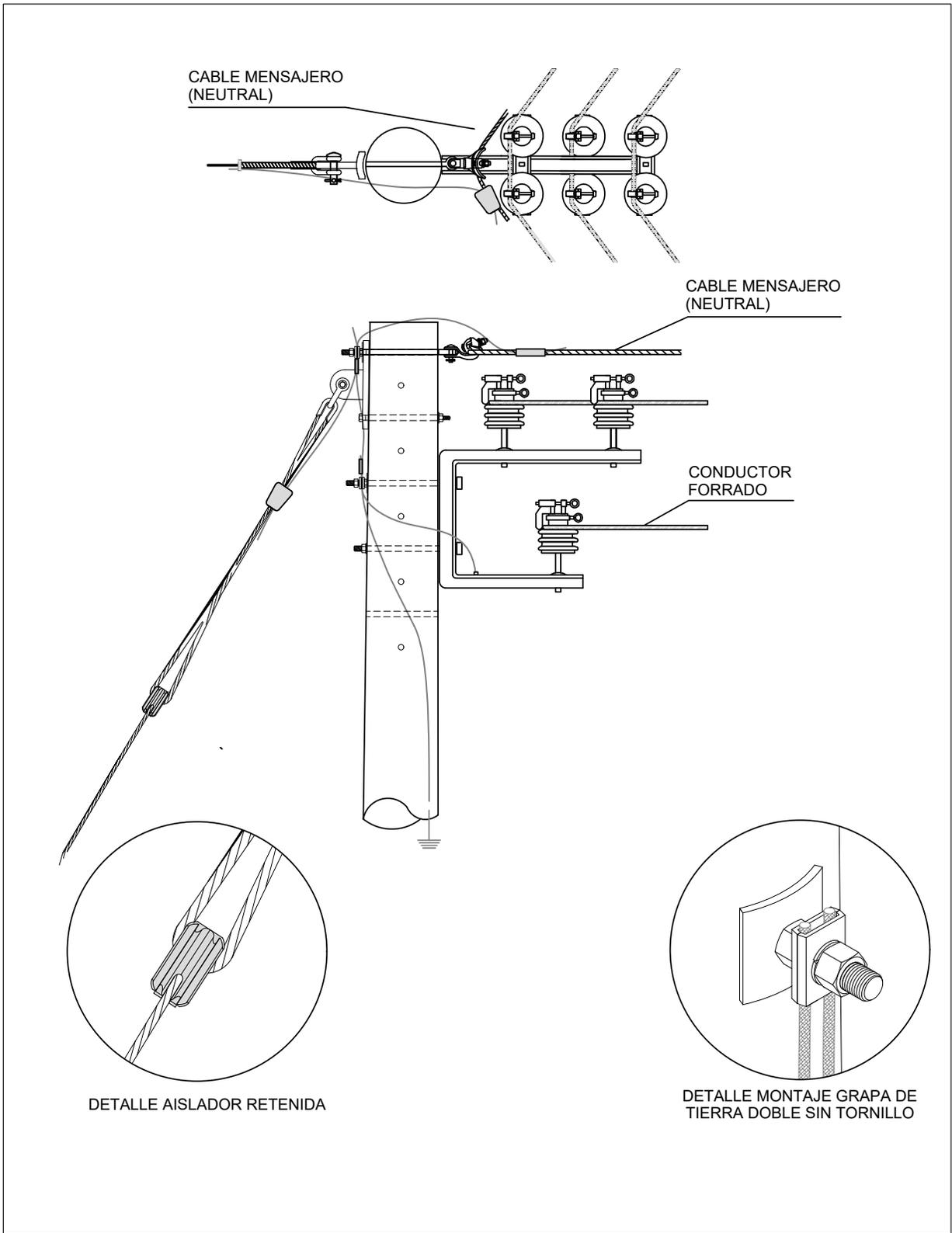


--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				 CÓDIGO: .
ID. CLIENTE	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 61°-90°, 13,2 kV				HOJA 1 SIGUE -	
DIN-A4						Nº PL030400

CAD: PL030410 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 60°-90°, 34.5 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

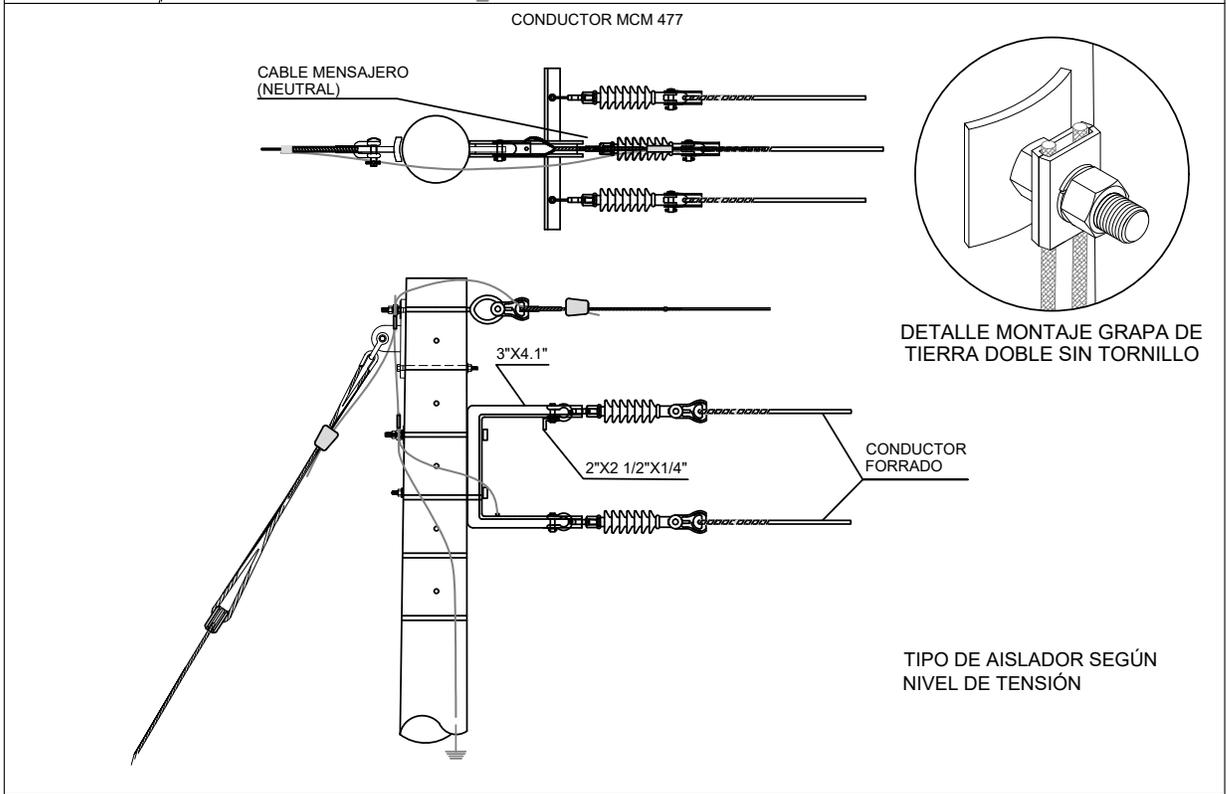
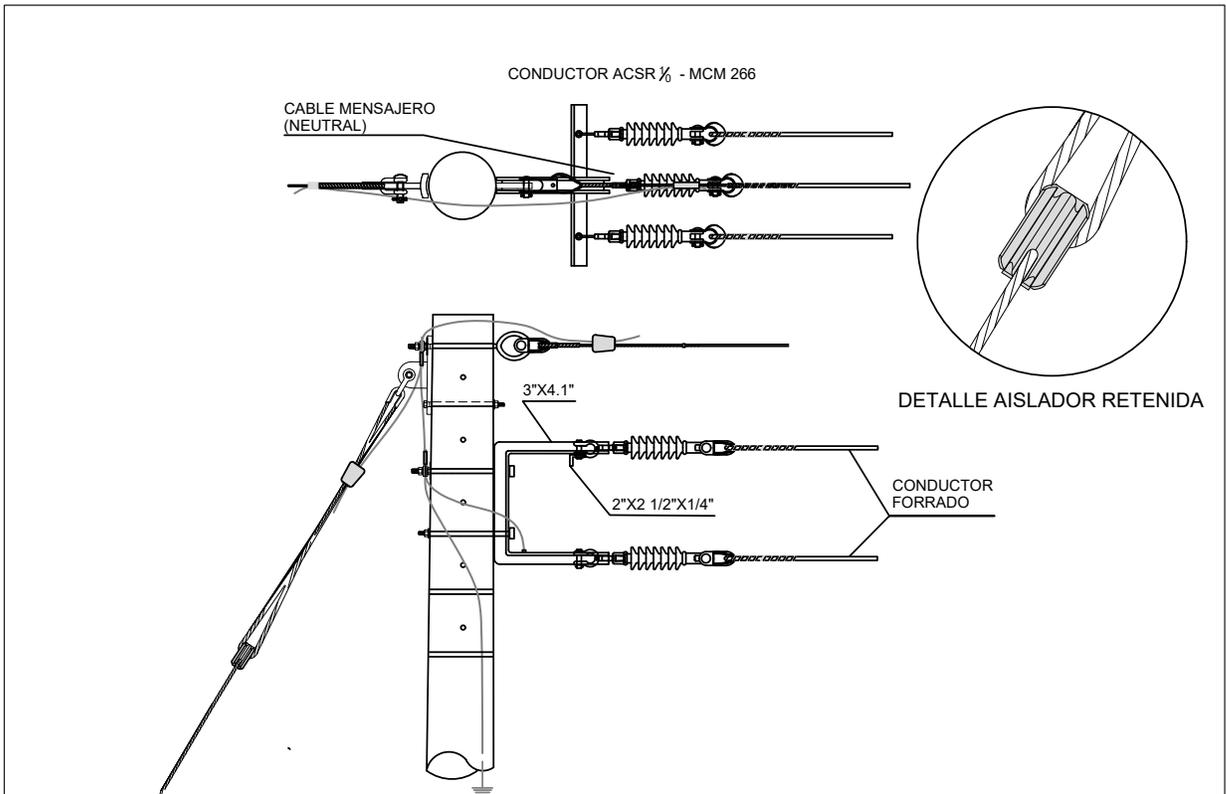
DIN-A4



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
ID. CLIENTE	ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 61°-90°, 34,5 kV				CÓDIGO:	
						HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL030410

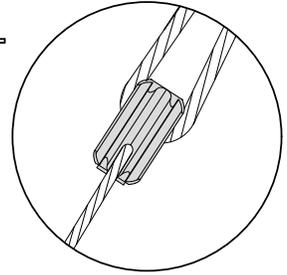
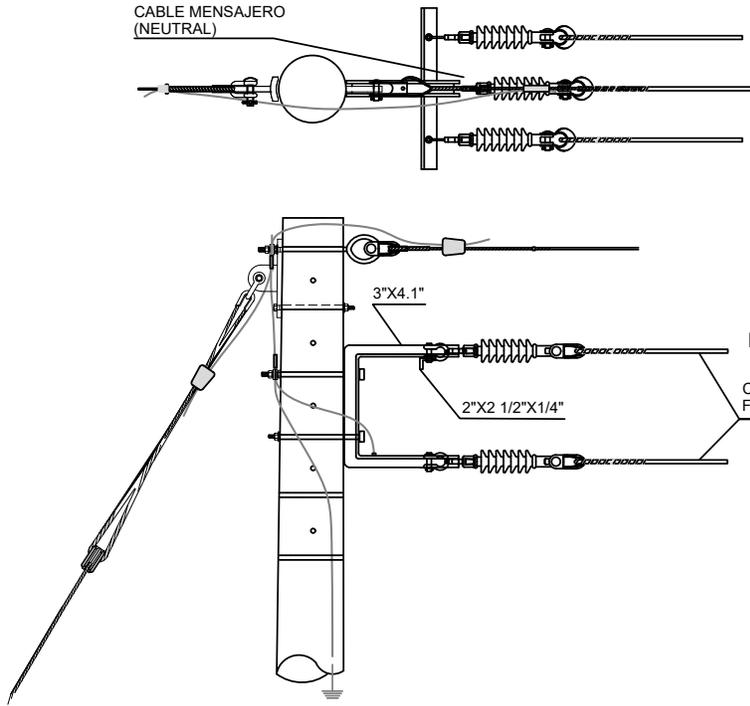
CAD: PL030500 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. REMATE, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:21 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA			
VERBALE	S/E								
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV									
ID. CLIENTE	TÍTULO PLANO ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. REIMATE, 13,2 kV						CÓDIGO:		
DIN-A4						HOJA	1	SIGUE	-
						Nº	PL030500		

CONDUCTOR ACSR 1/0 - MCM 266

CABLE MENSAJERO
(NEUTRAL)

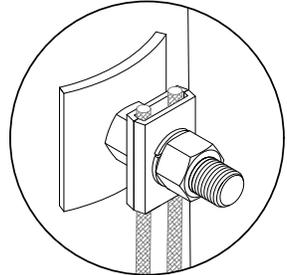
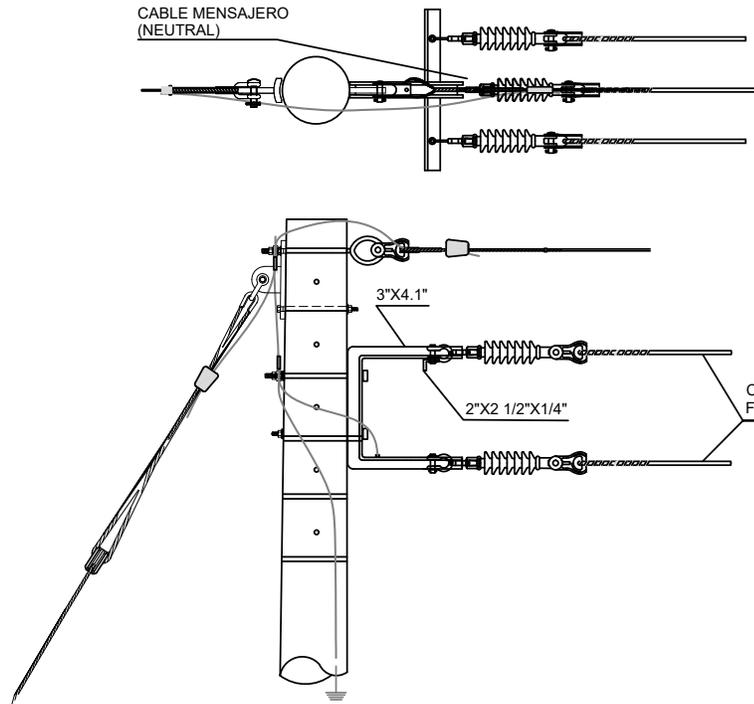


DETALLE AISLADOR RETENIDA

CONDUCTOR
FORRADO

CONDUCTOR MCM 477

CABLE MENSAJERO
(NEUTRAL)



DETALLE MONTAJE GRAPA DE
TIERRA DOBLE SIN TORNILLO

CONDUCTOR
FORRADO

TIPO DE AISLADOR SEGÚN
NIVEL DE TENSIÓN

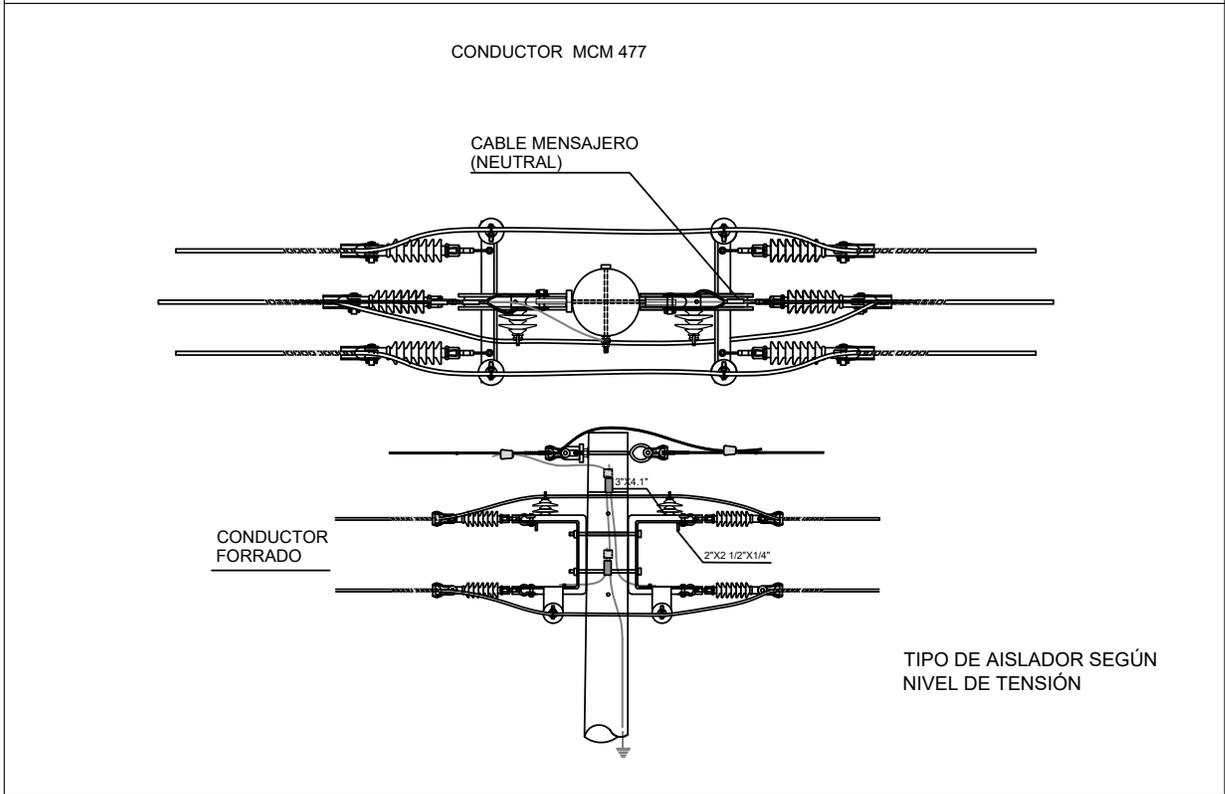
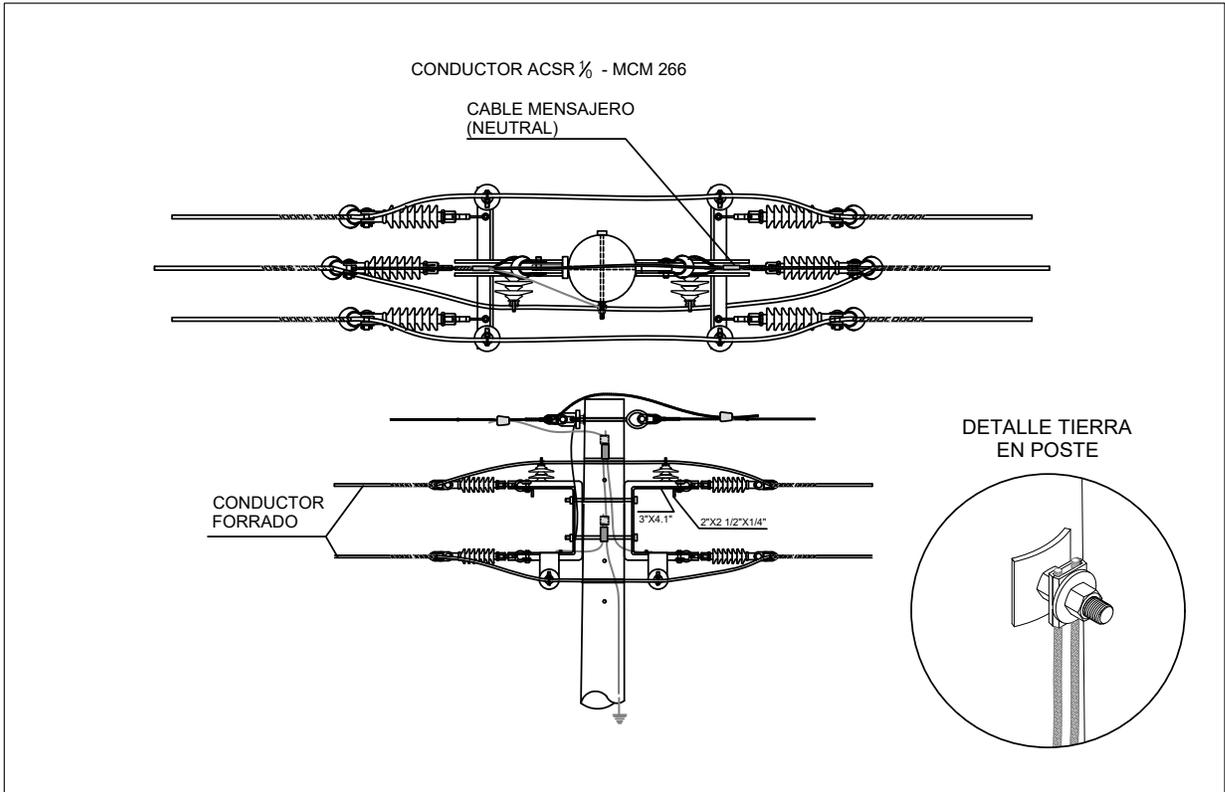
CAD: PL030510 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. REMATE, 34.5 KV.DWG 27/12/2021 11:22 AM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
S/E		TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. REMATE, 34,5 kV				HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL030510

CAD: PL030600 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. DOBLE REMATE, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:22 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

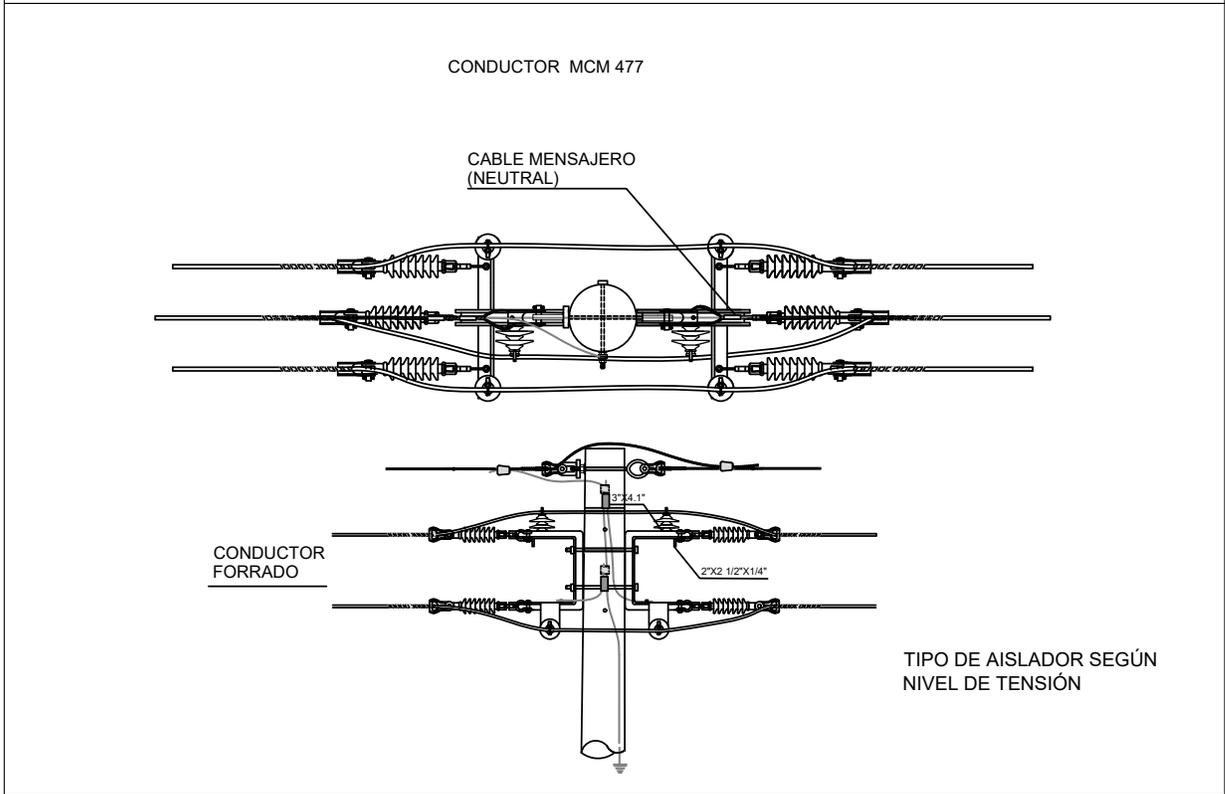
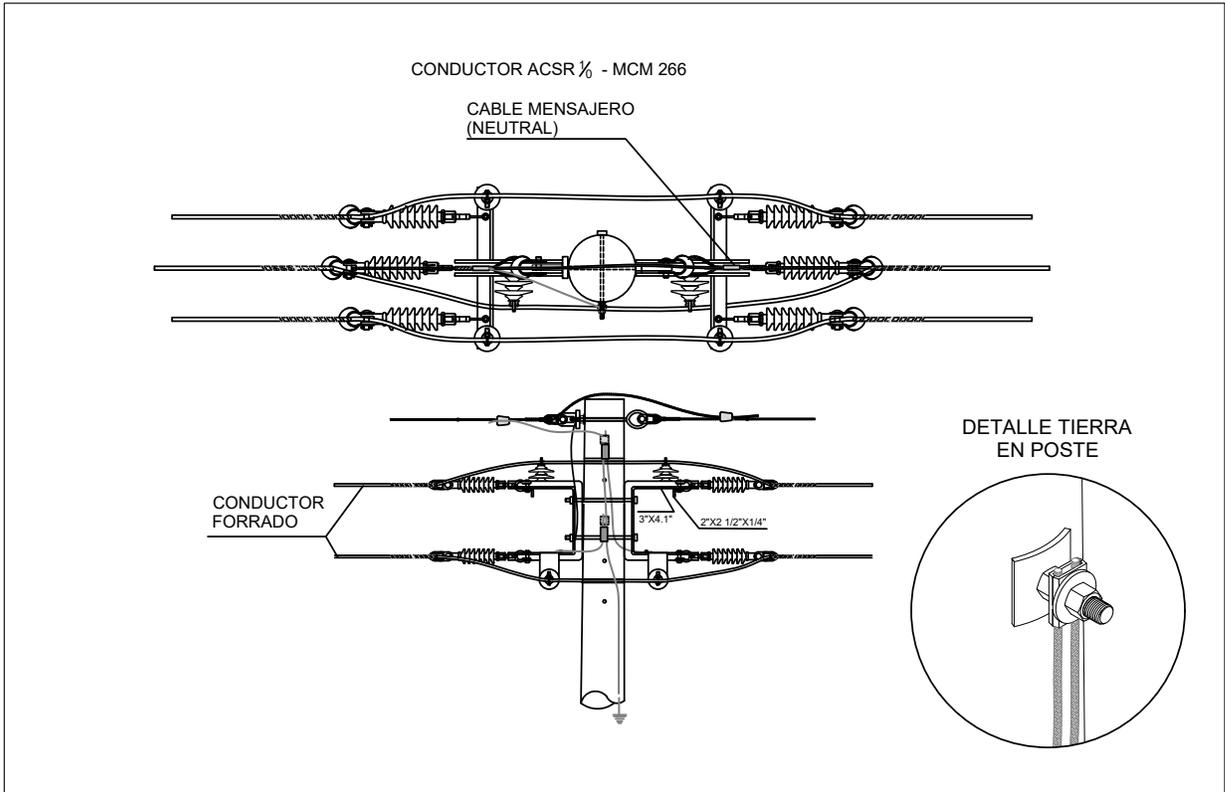
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
	S/E					
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV						
ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. DOBLE REMATE, 13,2 kV						
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
						HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL030600

CAD: PL030610 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. DOBLE REMATE, 34.5 KV.DWG 27/12/2021 11:22 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

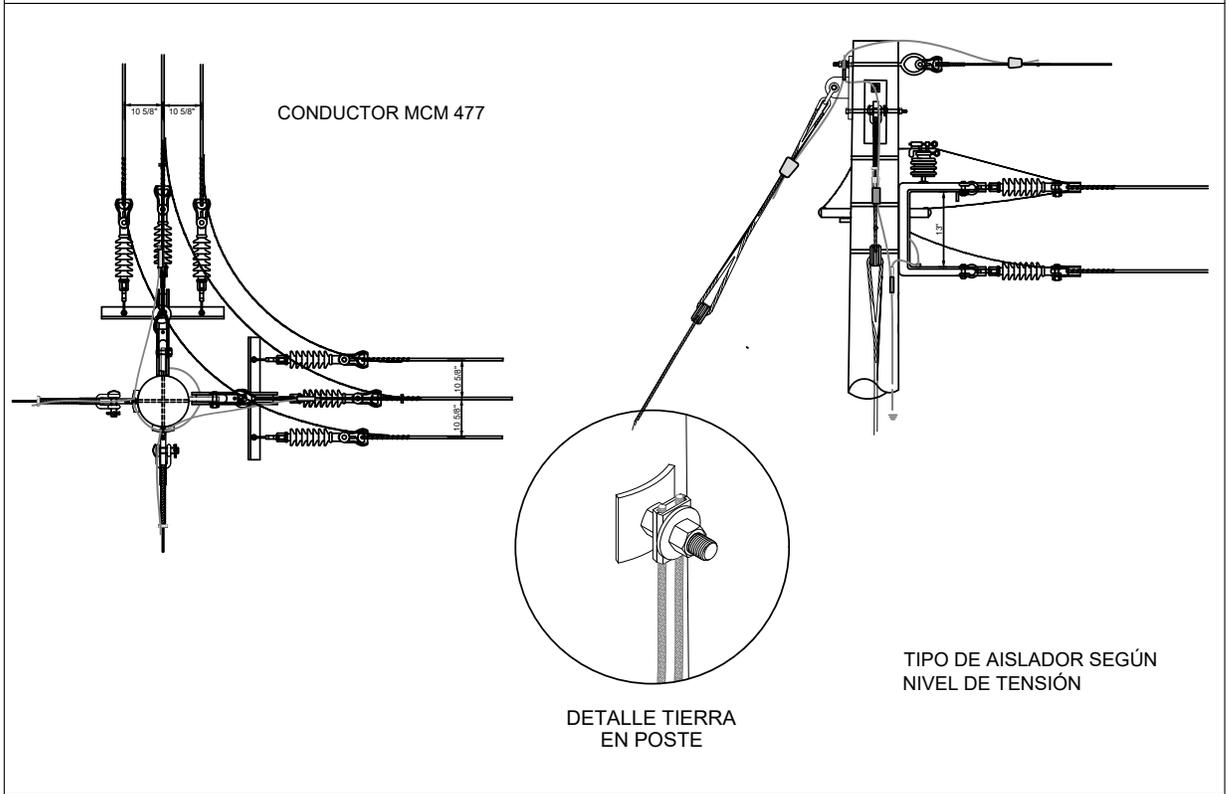
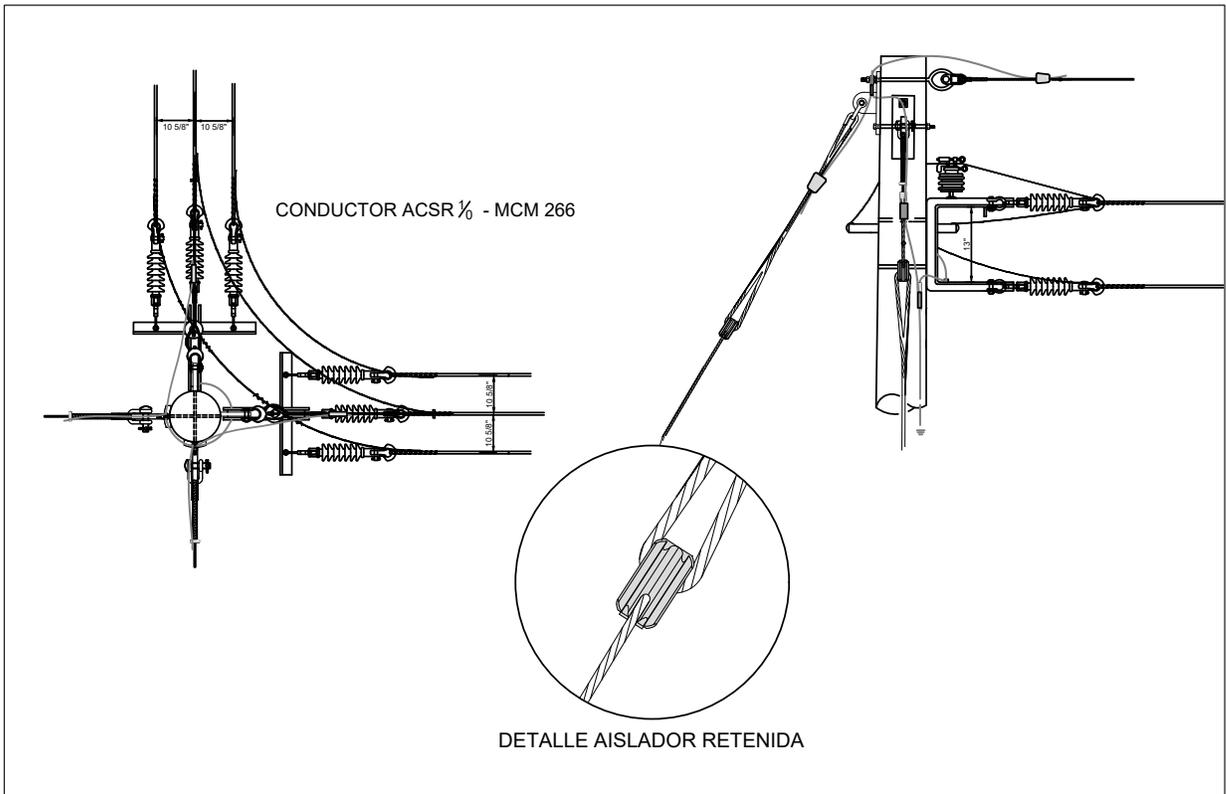
DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
	S/E					
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV						
ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. DOBLE REMATE, 34,5 kV						
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
						HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL030610

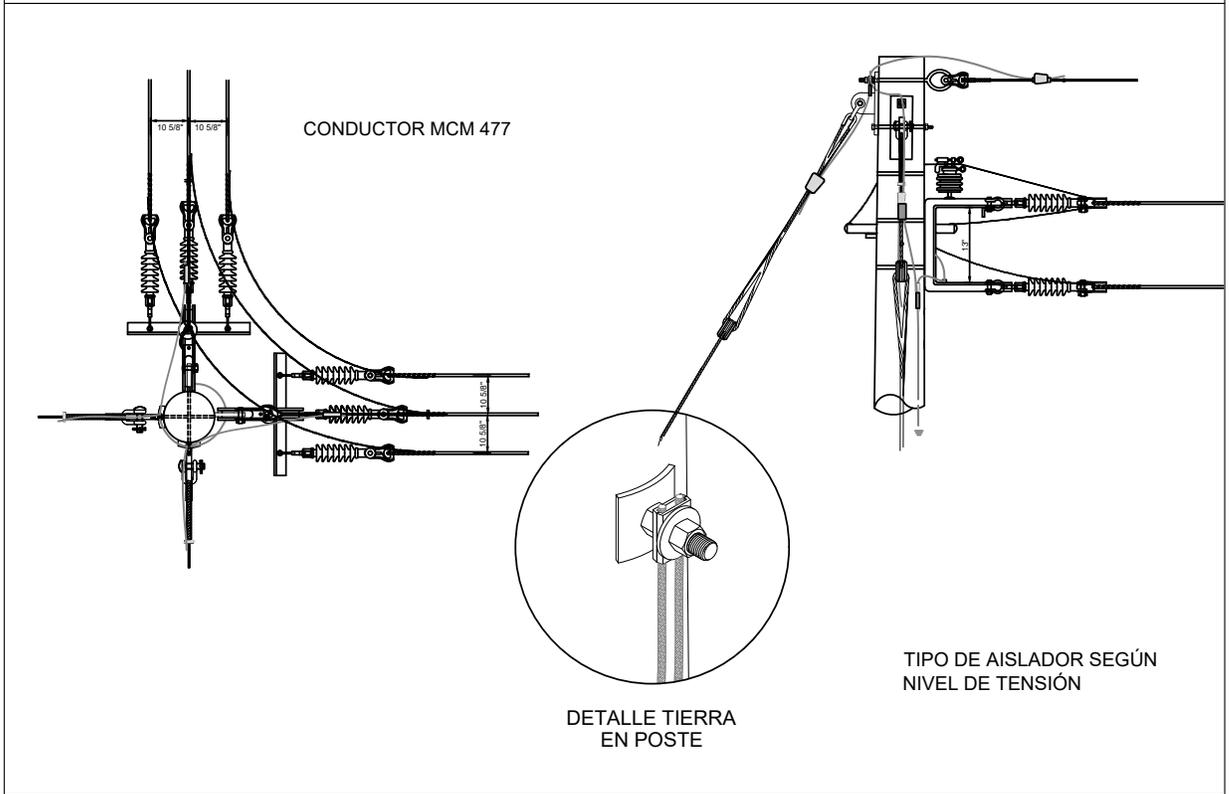
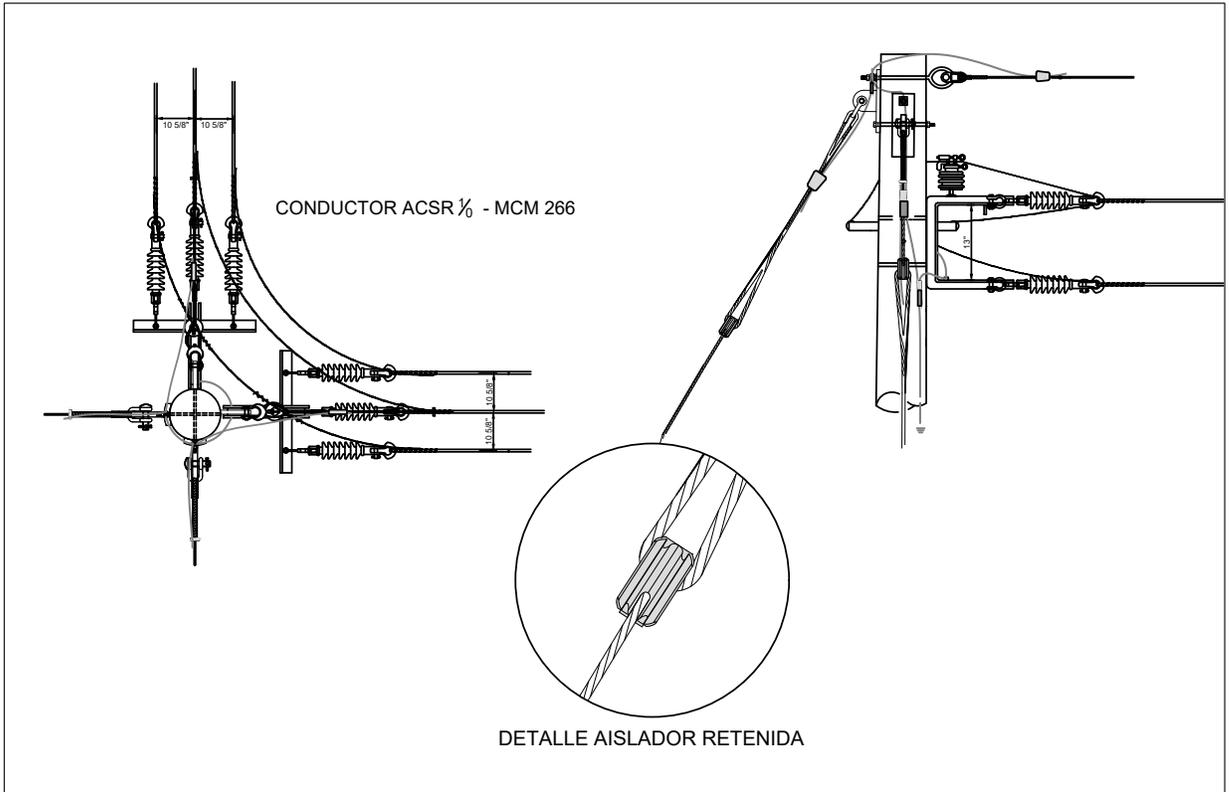
CAD: PL030700 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 90°, 13.2 KV.DWG 27/12/2021 11:22 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

DIN-A4



EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
VERCALA	S/E	TÍTULO PROYECTO				
ID. CLIENTE	TÍTULO PLANO				CÓDIGO	
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV						HOJA 1 SIGUE -
ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 90°, 13,2 kV						Nº PL030700

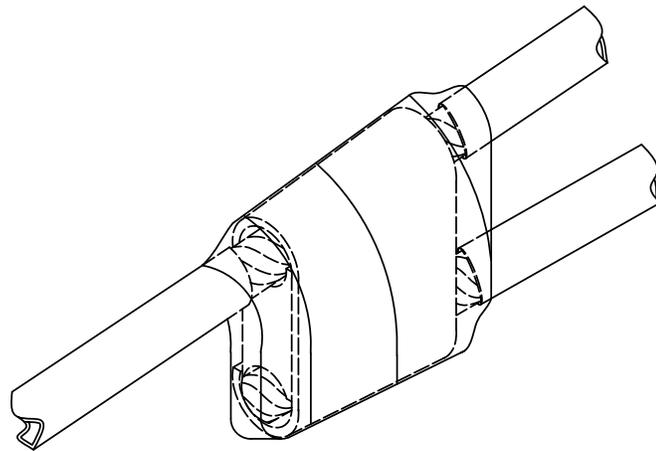
CAD: PL030710 ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 90°, 34,5 KV.DWG 27/12/2021 11:22 AM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				Naturgy	
ID. CLIENTE		ARMADO SIMPLE CIRC. TRIF. ANGULO 90°, 34,5 kV				CÓDIGO	
						HOJA 1 SIGUE -	
						PL030710	

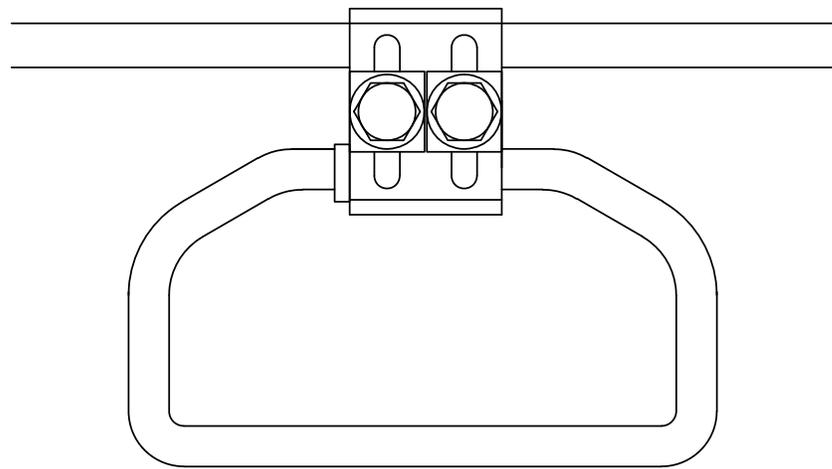
CAD: PL050100-CONEXIÓN CONDUCTOR FORRADO.DWG 03/08/2021 12:23 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC		FECHA		DD		TP		RVS		APR		EDITADO PARA	
ESCALA		S/E		TÍTULO PROYECTO									
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV											
		TÍTULO PLANO										CÓDIGO:	
		CONEXIÓN CONDUCTOR FORRADO										HOJA	
												SIGUE	
												Nº PL050100	

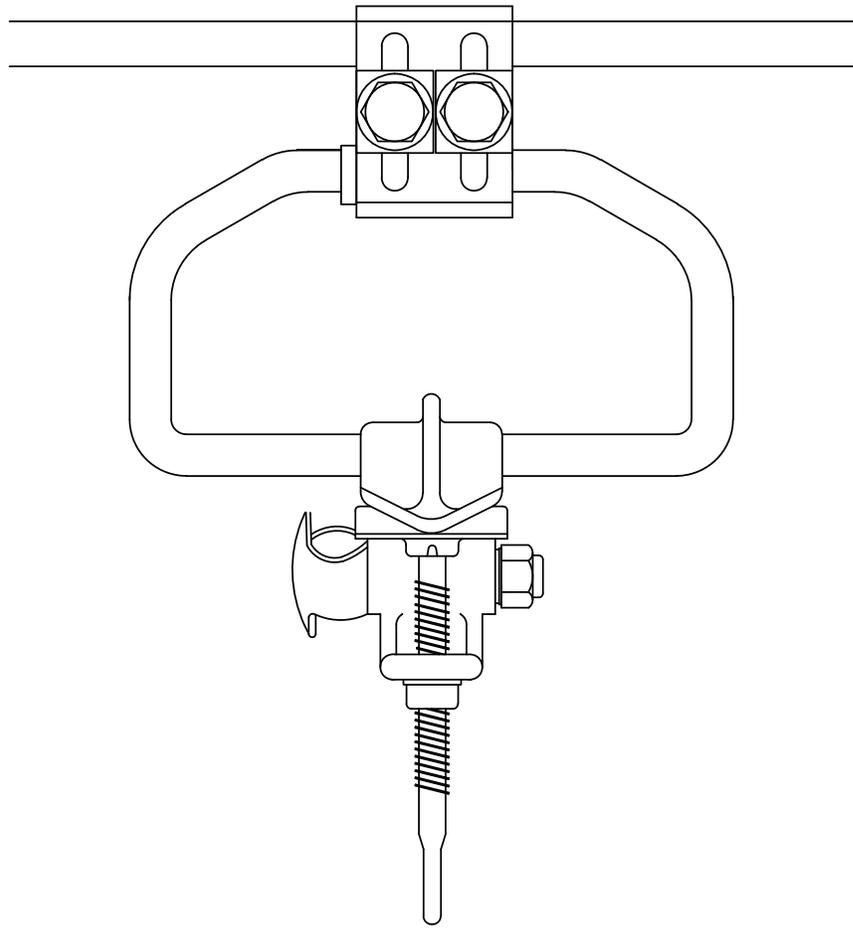
CAD: PL050200--CONECTOR CON ESTRIBO PARA CONDUCTOR FORRADO.DWG 03/08/2021 12:23 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				CÓDIGO:	
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV					
ID. CLIENTE		CONECTOR CON ESTRIBO PARA CONDUCTOR FORRADO				HOJA SIGUE	
						N° PL050200	

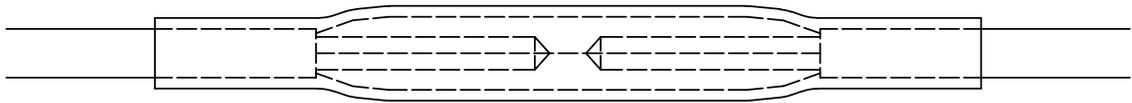
CAD: PL050300--CONEXIÓN AMOVIBLE COMPLETA PARA CONDUCTOR FORRADO.DWG 03/08/2021 12:24 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
	S/E						
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV					
		CONEXIÓN AMOVIBLE COMPLETA PARA CONDUCTOR FORRADO				CÓDIGO: HOJA SIGUE N° PL050300	

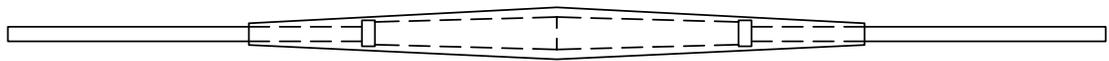
CAD: PL050400-EMPALME SIN TRACCIÓN PARA CONDUCTOR FORRADO.DWG 03/08/2021 12:24 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA: S/E		TÍTULO PROYECTO: LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				 CÓDIGO:
ID. CLIENTE		EMPALME SIN TRACCIÓN PARA CONDUCTOR FORRADO				
						Nº PL050400

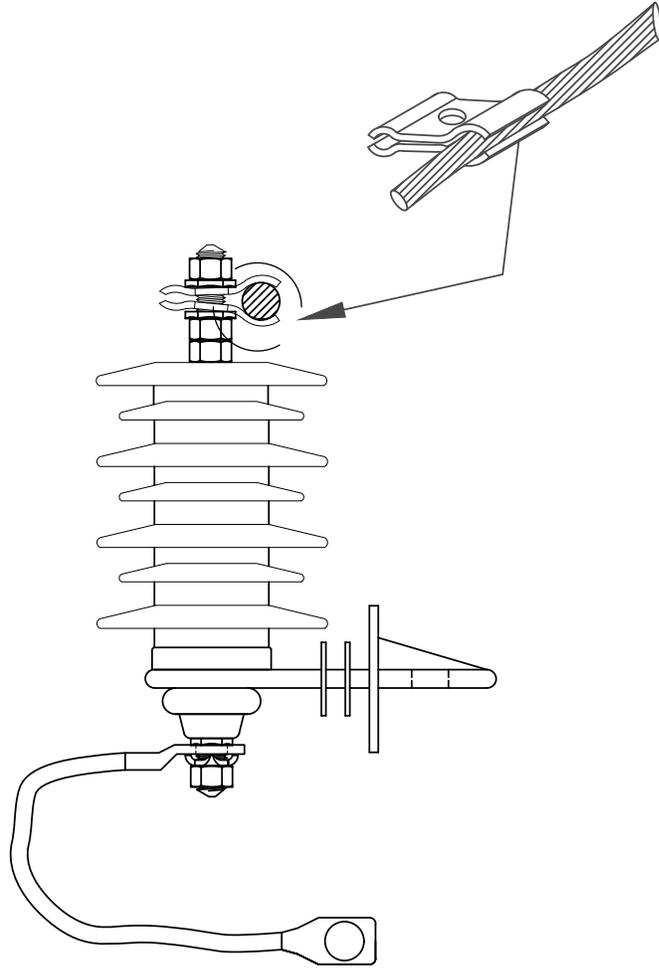
CAD: PL050500--EMPALME PLENA TRACCIÓN PARA CONDUCTOR FORRADO.DWG 03/08/2021 12:24 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

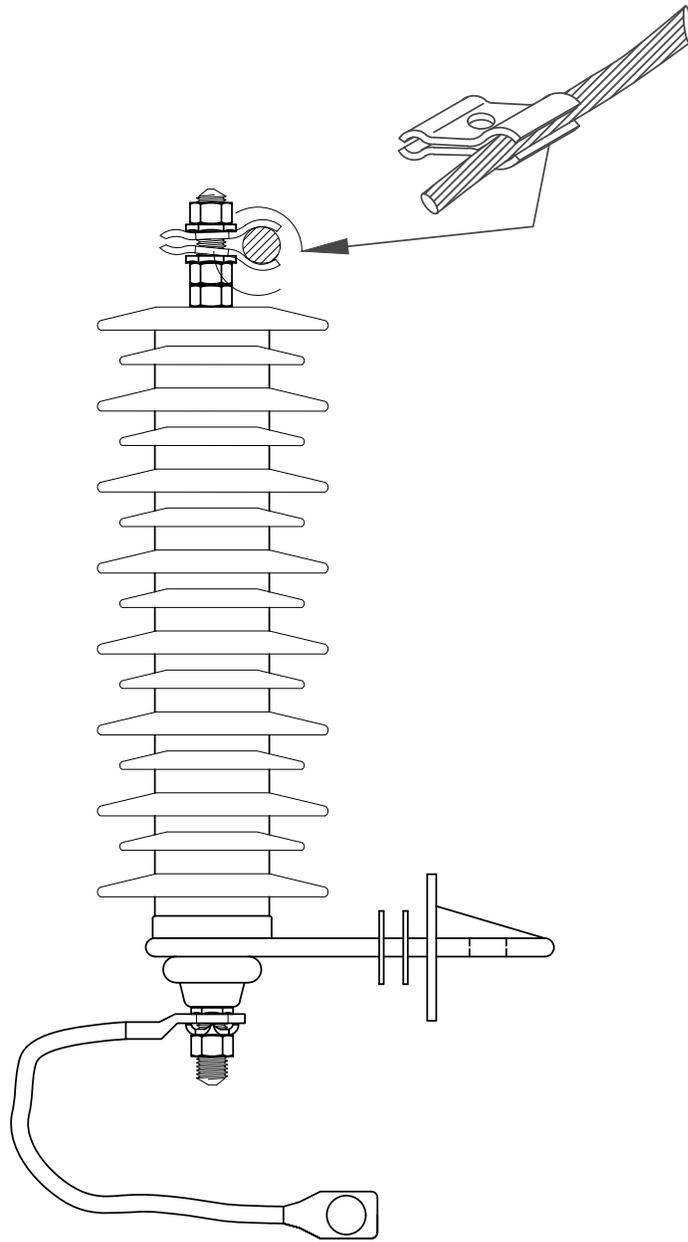
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
S/E		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO:
		EMPALME PLENA TRACCIÓN PARA CONDUCTOR FORRADO				HOJA
						SIGUE
						Nº PL050500

CAD: 1. PL060100 PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 13,2 KV.DWG 03/08/2021 12:18 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



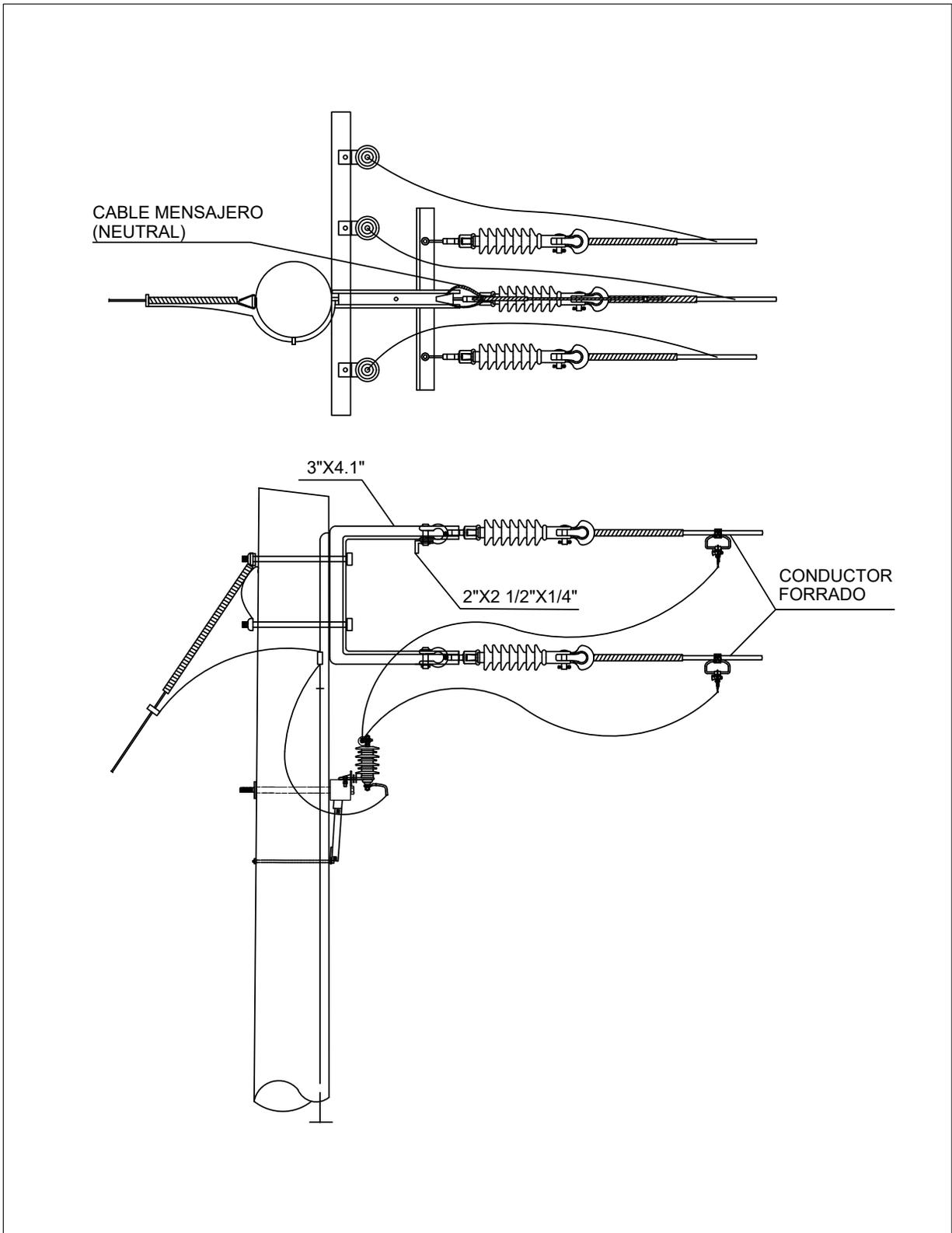
EDIC		FECHA		DD		TP		RVS		APR		EDITADO PARA			
ESCALA		TÍTULO PROYECTO LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO DE 13,2 kV Y 34,5 kV										 CÓDIGO:			
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 13,2 kV												HOJA	
DIN-A4												Nº		PL060100	

CAD: 2. PL060300 PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 34,5 KV.DWG 03/08/2021 12:18 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



EDIC		FECHA		DD		TP		RVS		APR		EDITADO PARA			
ESCALA		TÍTULO PROYECTO										 CÓDIGO:			
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO DE 13,2 kV Y 34,5 kV													
DIN-A4		TÍTULO PLANO										HOJA		SIGUE	
		PARARRAYOS AUTOVÁLVULAS 34,5kV										Nº		PL060300	

CAD: 3.PL060400 MONTAJE PARARRAYOS AUTOVALVULAS EN POSTE PARA CIRCUITO TRIFÁSICO.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07

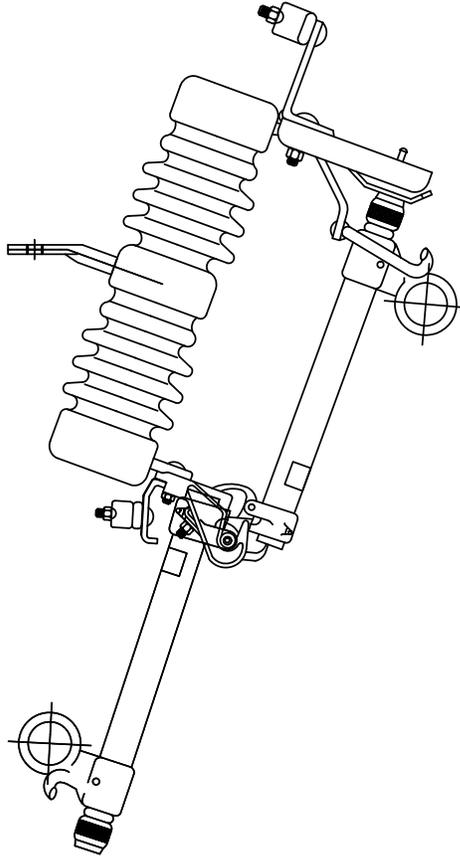


--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
SCALA		S/E		TÍTULO PROYECTO		
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
		TÍTULO PLANO			CÓDIGO	
		MONTAJE PARARRAYOS AUTOVALVULAS EN POSTE PARA CIRCUITO TRIFÁSICO			HOJA 1 SIGUE -	
					Nº PL060400	

DIN-A4

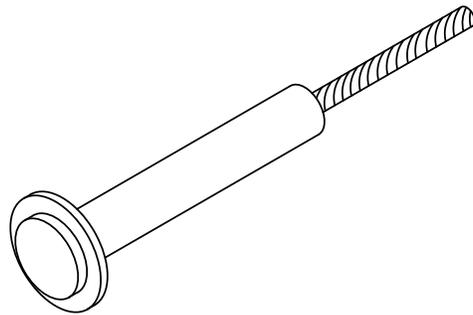
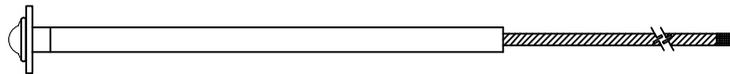
CAD: 4. PL060600-BASE CORTACIRCUITO FUSIBLE DE EXPULSION 15 KV.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV			
BASE CORTACIRCUITOS FUSIBLE DE EXPULSIÓN 15 kV - 200 A		CÓDIGO:		HOJA: SIGUE	
Nº PL060600					

DIN-A4

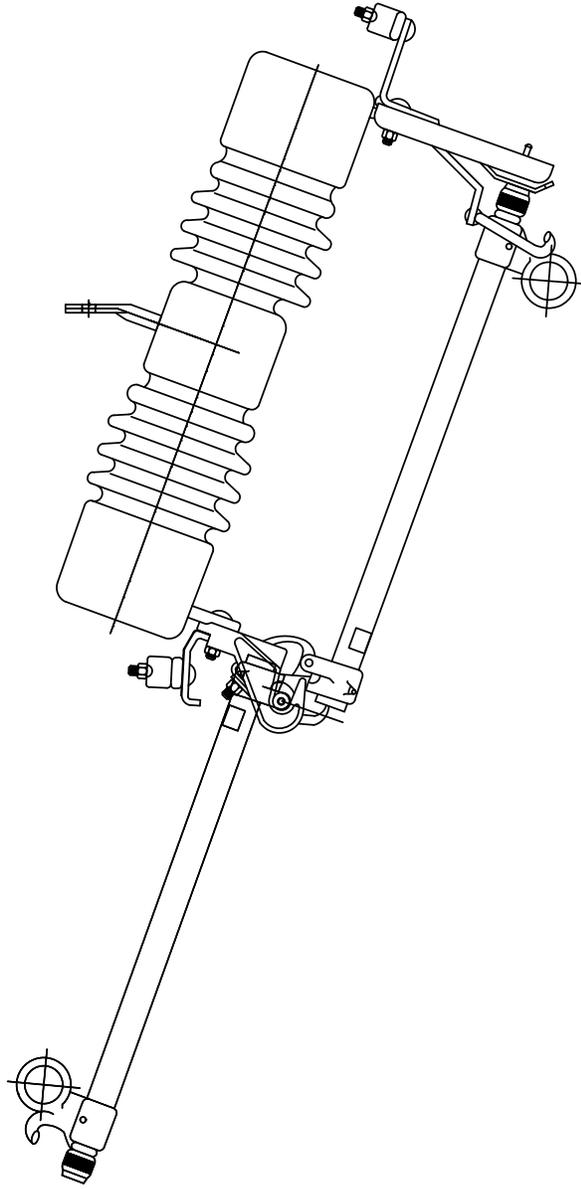
CAD: 5. PL060650 FUSIBLE DE EXPULSIÓN.DWG 03/08/2021 12:20 PM
FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



DIN-A4

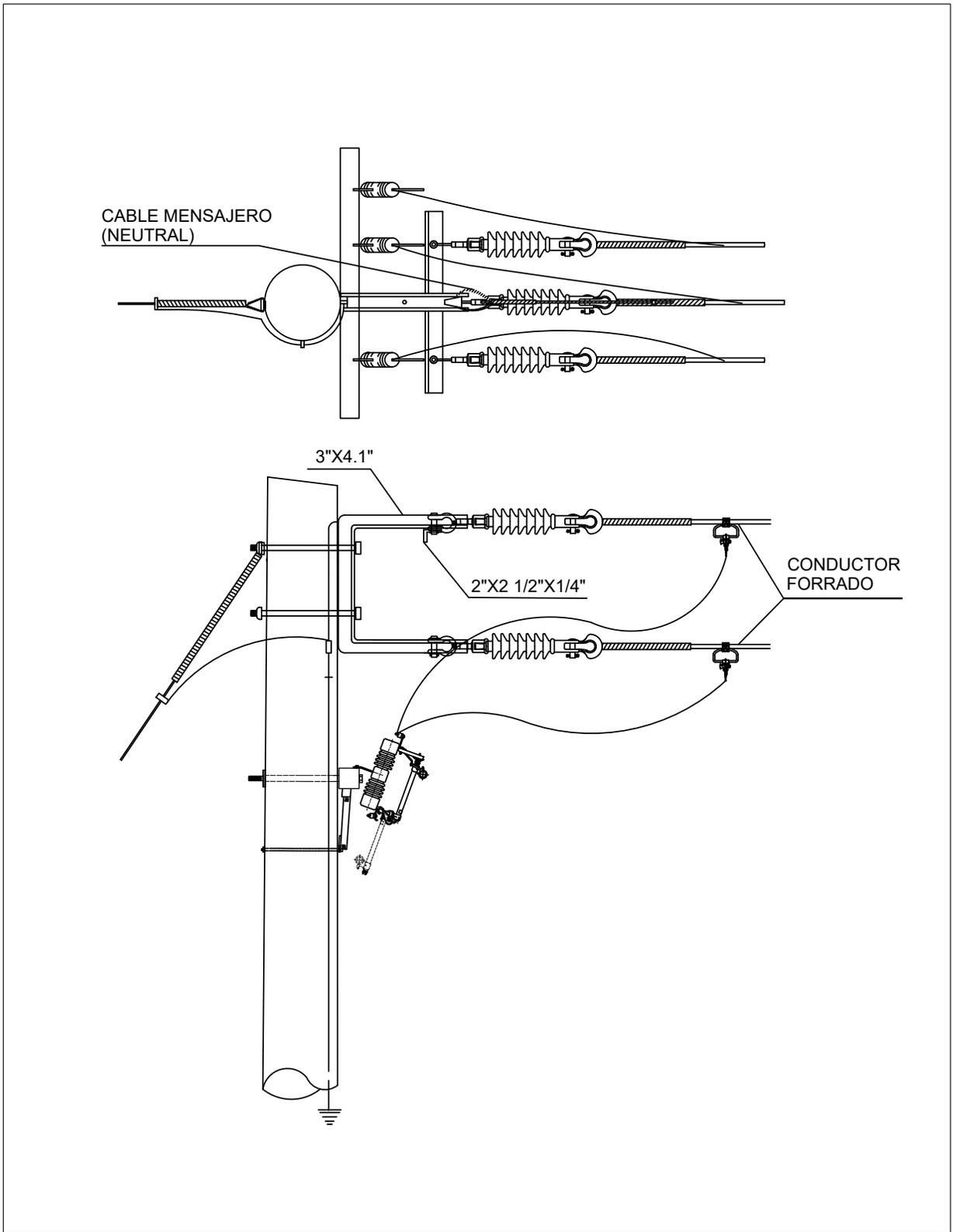
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA	
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				Naturgy 	
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV					
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO:	
		FUSIBLE DE EXPULSIÓN				HOJA	SIGUE
						Nº	PL060650

CAD: 6. PL060800-BASE CORTACIRCUITO FUSIBLE DE EXPULSION36 KV.DWG 03/08/2021 12:20 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



:									
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA			
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				 CÓDIGO:			
ID. CLIENTE		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV							
DIN-A4		TÍTULO PLAN				HOJA SIGUE			
		BASE CORTACIRCUITOS FUSIBLE DE EXPULSIÓN 36 kV - 200 A				Nº PL060800			

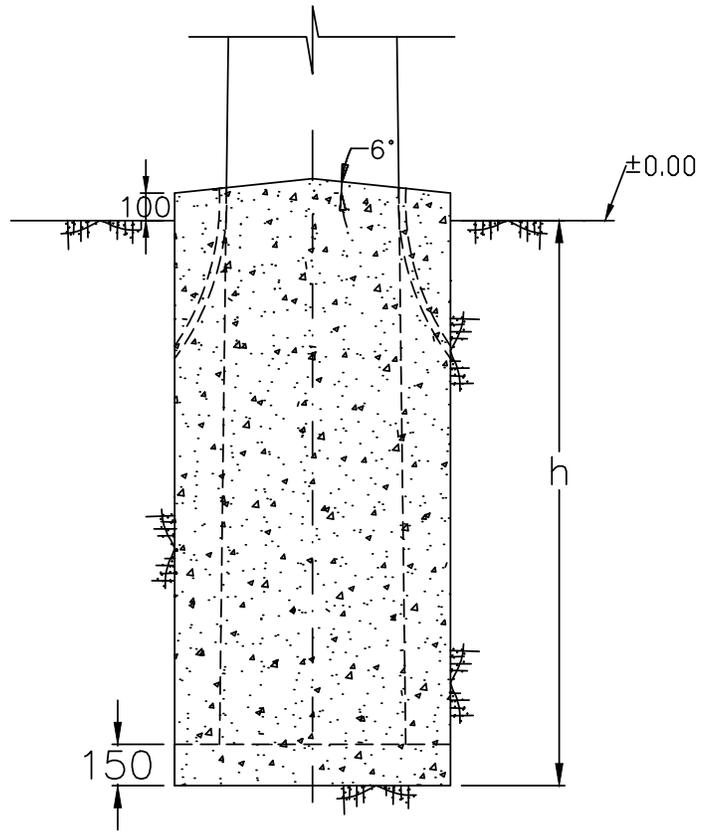
CAD: 7. PL060900 MONTAJE BASE SECCIONADORES FUSIBLE FIJACIÓN EN POSTE.DWG 03/08/2021 12:21 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



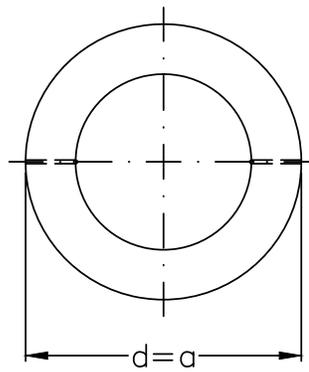
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA S/E		TÍTULO PROYECTO LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				 CÓDIGO:
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO MONTAJE BASE SECCIONADORES FUSIBLE FIJACIÓN EN POSTE				
DIN-A4		Nº PL060900				HOJA 1 SIGUE -

CAD: 1. PL070100 CIMENTACIONES MONOBLOQUES CILINDRICAS.DWG 03/08/2021 12:18 PM
 FORMATO: IT.05093.ES-TI-FO.07



ALZADO



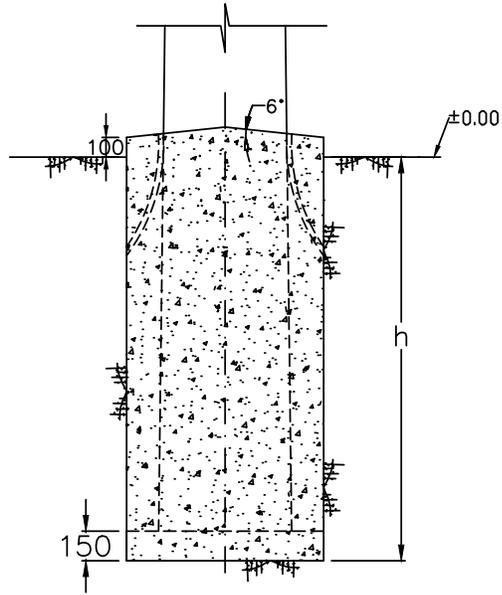
PLANTA

Cotas en mm

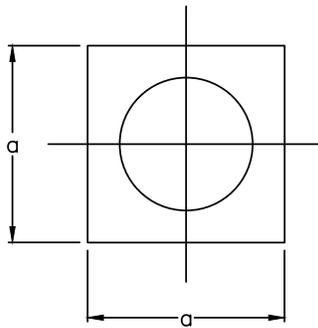
DIN-A4

EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA
ESCALA		TÍTULO PROYECTO				
		LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV				
ID. CLIENTE		TÍTULO PLANO				CÓDIGO
		CIMENTACIONES MONOBLOQUE CILÍNDRICAS				HOJA 1 SIGUE -
						Nº PL070100

CAD: 2. PL070200 CIMENTACIONES MONOBLOQUES CUADRADAS.DWG 03/08/2021 12:19 PM
 FORMATO: IT.050993.ES-TI-FO.07



ALZADO



PLANTA

Cotas en mm

DIN-A4

ID. CLIENTE

LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN
 CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV y 34,5 kV

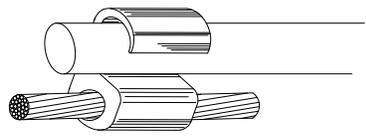
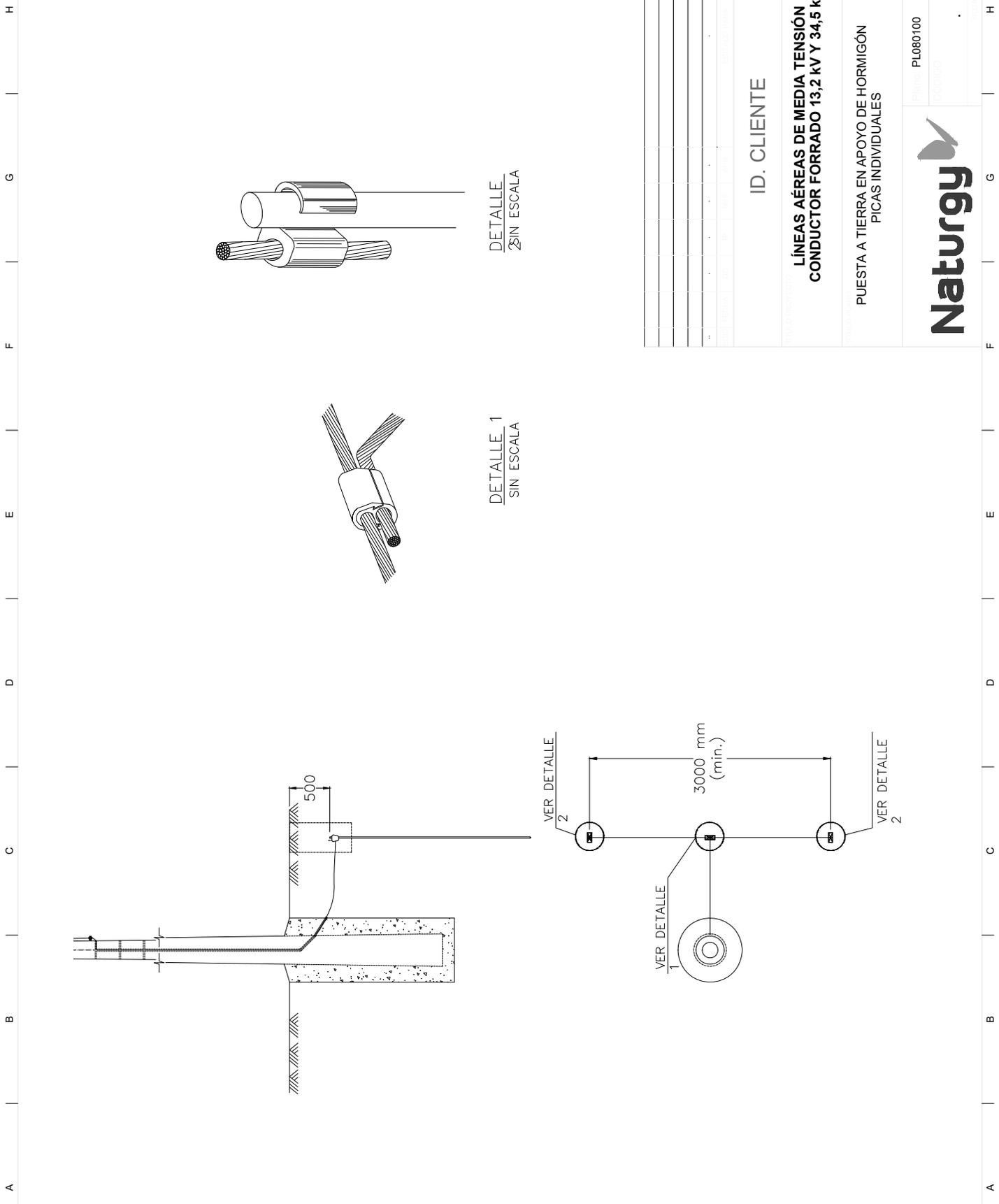
CIMENTACIONES MONOBLOQUE CUADRADAS

Naturgy

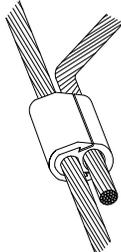
CÓDIGO:

HOJA 1 SIGUE -

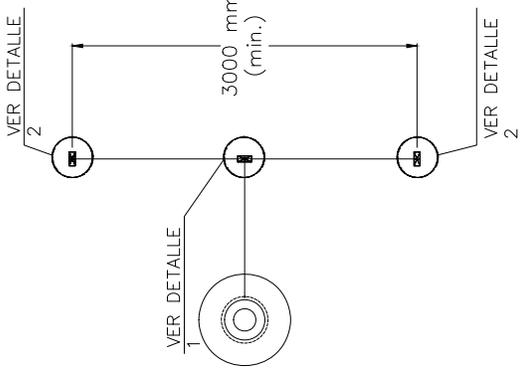
Nº PL070200



DETALLE
SIN ESCALA



DETALLE_1
SIN ESCALA



ID. CLIENTE

LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN
CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV

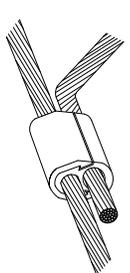
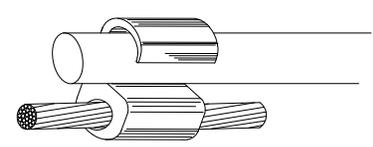
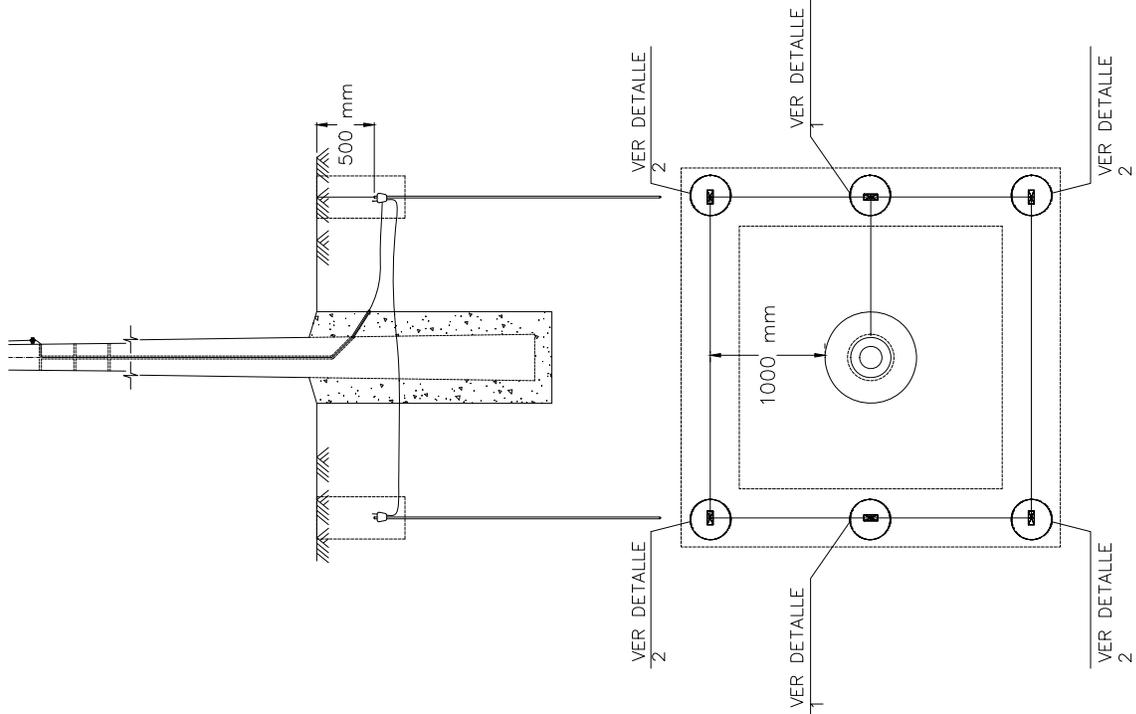
PUESTA A TIERRA EN APOYO DE HORMIGÓN
PICAS INDIVIDUALES

Plan: PL080100



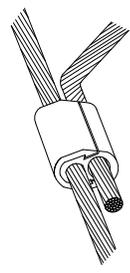
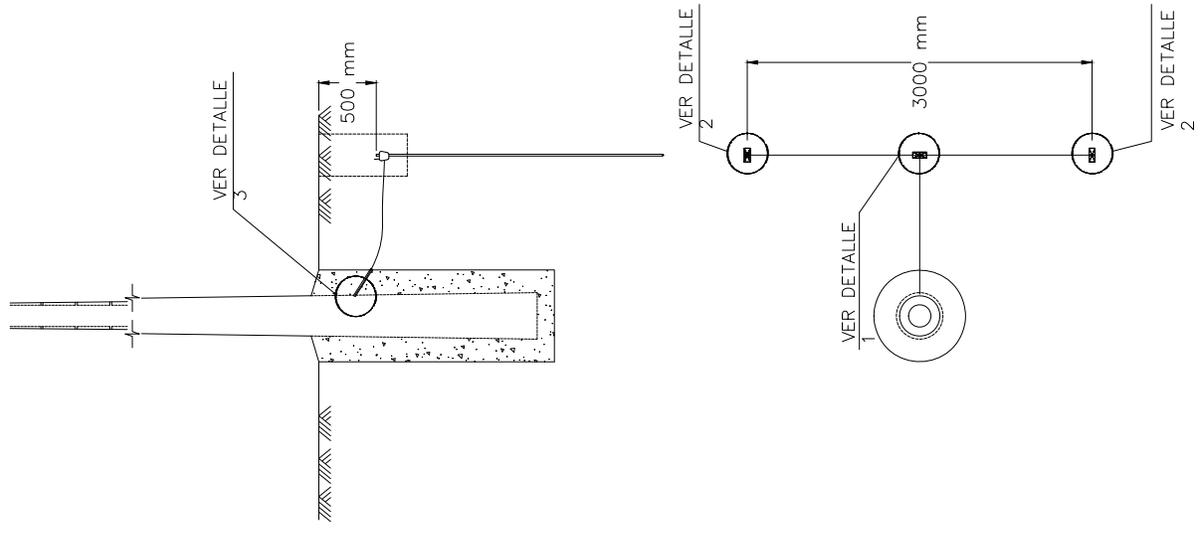
A B C D E F G H

1 2 3 4 5 6

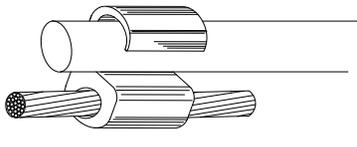


ID. CLIENTE	
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV	
PUESTA A TIERRA EN APOYO DE HORMIGÓN EN ANILLO	
Item: PL080110	Rev: 000000

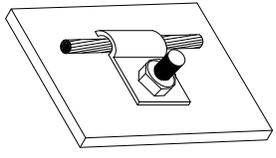




DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE
SIN ESCALA



DETALLE
SIN ESCALA

ID. CLIENTE	
LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR FORRADO 13,2 kV Y 34,5 kV	
PUESTA A TIERRA DE APOYO METÁLICO DE CHAPA CON PICAS INDIVIDUALES	
Plano: PL080200	
CONSEJO	
PROYECTO	
REVISIÓN	
APROBADO	
ELABORADO	
VERIFICADO	
PROYECTADO	

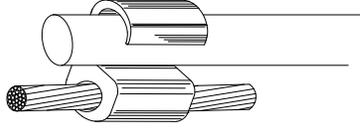
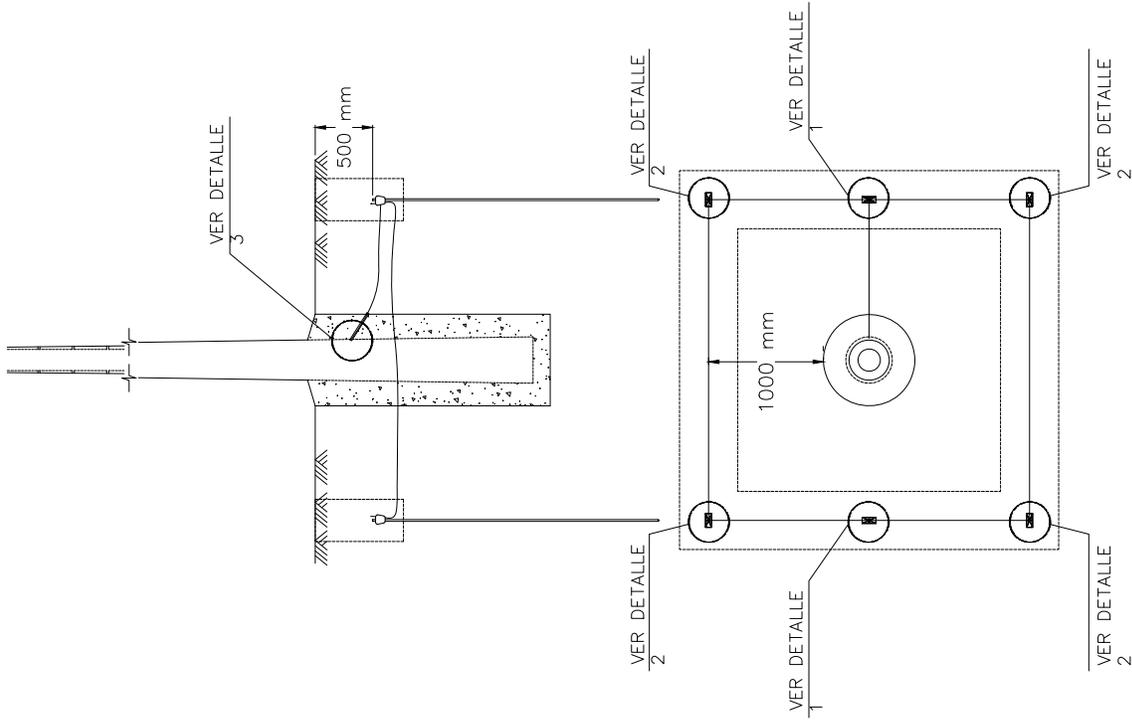


PLANO: PL080200

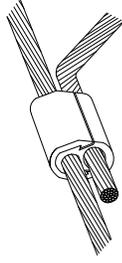
A B C D E F G H

1 2 3 4 5 6

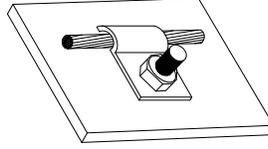
A B C D E F G H



DETALLE
SIN ESCALA



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE
SIN ESCALA

ID. CLIENTE

LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA TENSIÓN
CONDUCTOR FORRADO 13,2 KV Y 34,5 KV

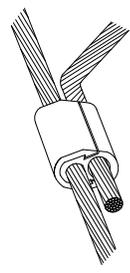
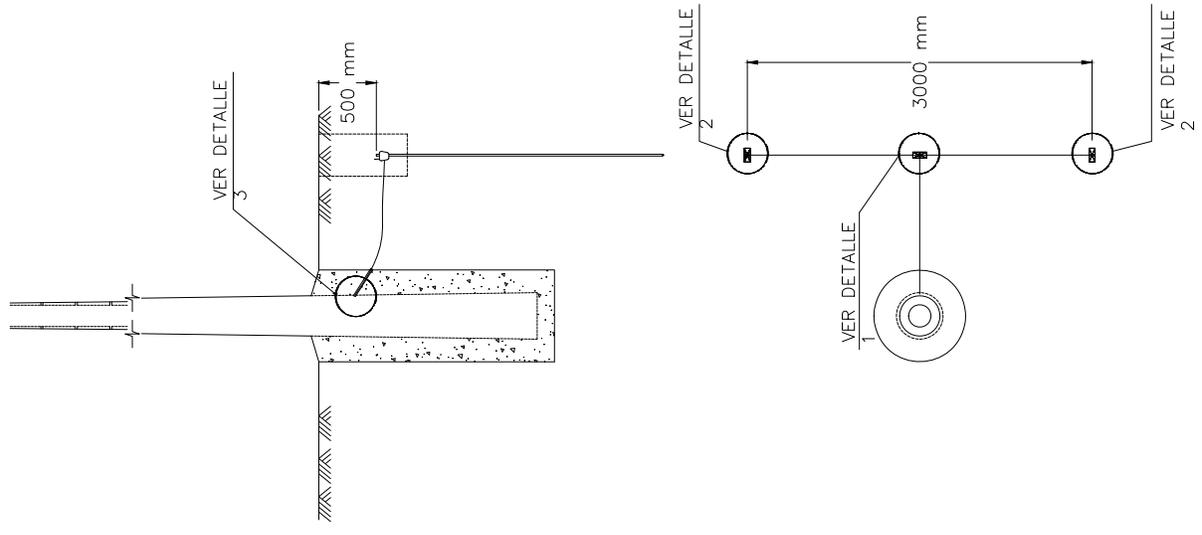
PUESTA A TIERRA DE APOYO METÁLICO DE CHAPA
EN ANILLO

Item: PL080210

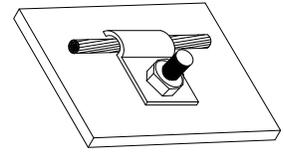
CODIGO



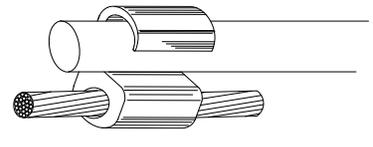
A B C D E F G H



DETALLE 1
 SIN ESCALA

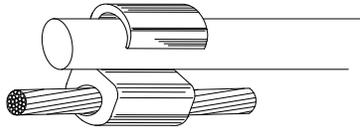
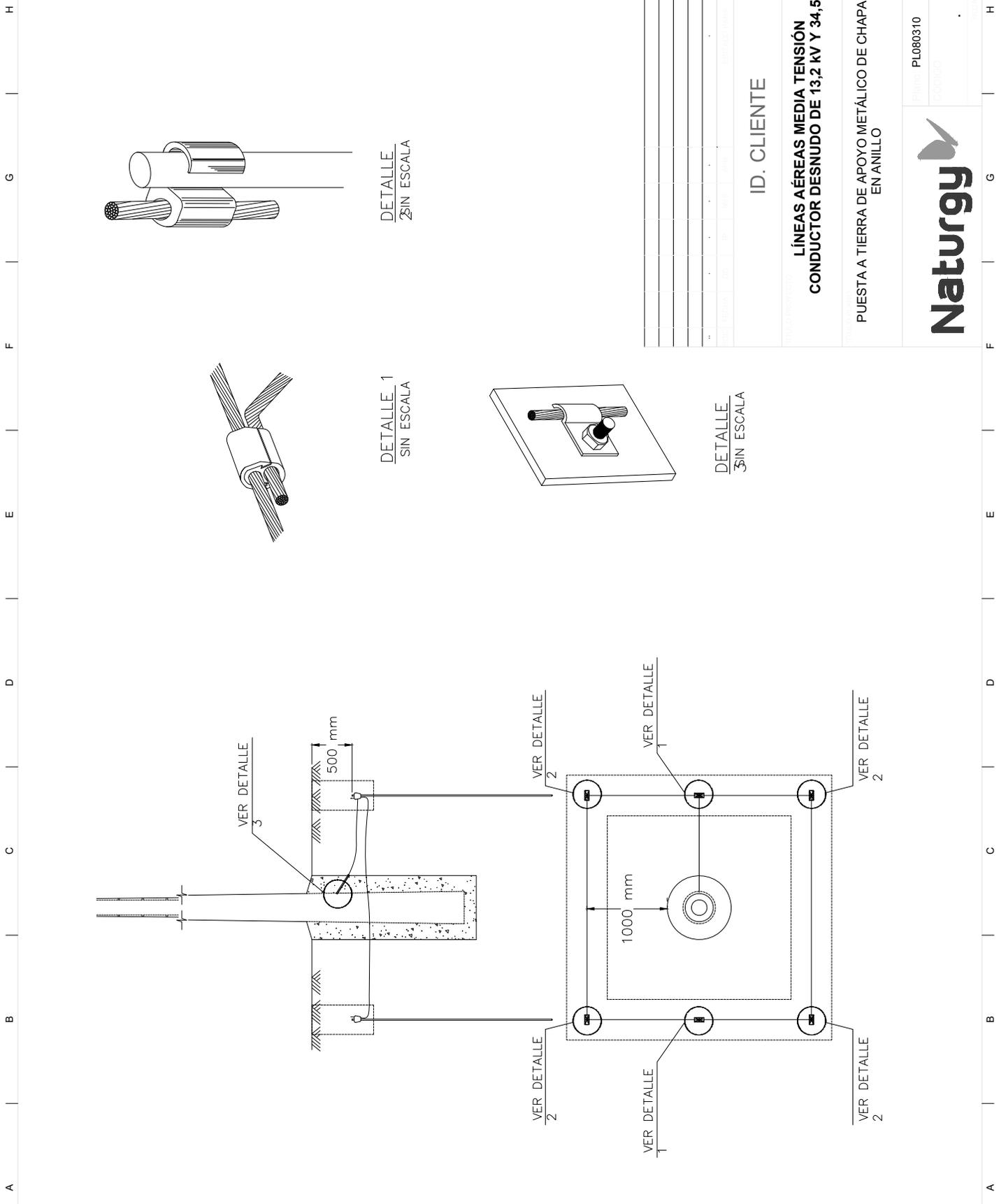


DETALLE 3
 SIN ESCALA

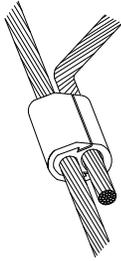


DETALLE 2
 SIN ESCALA

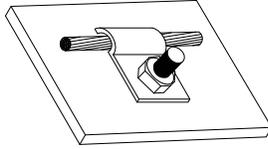
ID. CLIENTE	
LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR DESNUDO DE 13,2 KV Y 34,5 KV	
PUESTA A TIERRA DE APOYO METÁLICO DE CHAPA CON PICAS INDIVIDUALES	
Firm: PL080300 COORDINADO	H G F E D C B A



DETALLE
SIN ESCALA



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE
SIN ESCALA

ID. CLIENTE	
LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN CONDUCTOR DESNUDO DE 13,2 KV Y 34,5 KV	
PUESTA A TIERRA DE APOYO METÁLICO DE CHAPA EN ANILLO	
Item	PL080310
CONDICIONES	
FECHA	
REVISIÓN	

