

MA-DIS-DI-MT11/00

LÍNEAS AÉREAS 60 KV POSTACIÓN HORMIGÓN MANUAL CONSTRUCTIVO

- VERSIÓN 00 -**2008-07-10**

Elaborado por:	Aprobado por:
Inés Almaraz	Virginia Mansilla
FECHA:	FECHA:



0.- TRÁMITE Y REVISIONES

0.1.- TRÁMITE

Esta Manual fue revisado por un grupo de trabajo integrado por:

Marcelo Pérez

S.G. Normalización

0.2.- REVISIONES

No corresponde, esta es la primera versión del presente Manual.

1.- MARCO GENERAL

1.1.- INTRODUCCIÓN

El presente Manual indica los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de tensión nominal 60 kV en postación de hormigón, aislación tipo suspensión y conductores desnudos.

1.2.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Tiene por objeto especificar las características generales del tipo de instalación mencionada en el punto anterior y establecer los requisitos necesarios para la instalación de las mismas. Es de aplicación a todas las líneas de subtransmisión de tensión nominal de 60 kV en todo el ámbito geográfico del país ya sea construido por UTE o por empresas contratadas.

1.3.- ALCANCE

Este documento especifica las condiciones mínimas que deben cumplir las instalaciones de las líneas mencionadas en el punto anterior en cuanto a:

- Características generales de la instalación
- Requerimientos mínimos de proyecto
- Distancias de seguridad
- Condiciones de montaje de la línea
- Herramientas y equipamiento básico necesario para efectuar los trabajos

No contiene especificaciones acerca de los materiales a utilizar en la instalación, los mismos deben cumplir lo establecido en las normas correspondientes.

1.4.- VIGENCIA

La entrada en vigencia de este documento es Julio de 2008.

1.5.- INVOLUCRADOS

Los involucrados son:
DIS L1 REDES Y DISTRIBUCIÓN.
DIS L2 EXPLOTACIÓN.
DIS L3 OBRAS Y PROYECTOS
DIS L9 PROYECTOS Y PLANIFICACION
y se difunde a los mismos.

2.- DEFINICIONES/ABREVIATURAS

2.1.- DEFINICIONES

Creep o fluencia lenta: Es un fenómeno que se manifiesta por una deformación permanente (alargamiento) que sufren los conductores aéreos cuando le es aplicado un esfuerzo constante durante un periodo prolongado de tiempo.

Cadena de aisladores: En este manual se considera cadena de aisladores al conjunto de aisladores de plato U70BL encadenados o bien al aislador polimérico tipo suspensión.

Aislador polimérico: Es un aislador compuesto que se caracteriza por tener una cubierta de material polimérico.

Aislador portapunte: Se define así a cualquier aislador que cumple la función de mantener al puente a distancias seguras entre fases y fase tierra en apoyos de amarre y derivación.

2.2.- ABREVIATURAS

ACSR – Conductor aluminio con alma de acero

ALAL – Conductor de aleación de aluminio

AC – Conductor de acero cincado

PAT – Puesta a Tierra

U70BL – Aislador de plato tipo caperuza y badajo

3.- REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1.- REFERENCIAS INTERNAS

NO-DIS-DI-0001 - Norma de Diseño de Instalaciones de Distribución.

NO-DIS-OB-MT02/01 - Norma de Recepción de líneas de Media Tensión

3.2.- REFERENCIAS EXTERNAS

Normas de Materiales

Fichas Preventivas de Seguridad

3.3.- REFERENCIAS RECOMENDADAS

Estos documentos no son necesarios para la aplicación del Instructivo, pero se han utilizado como referencias bibliográficas.

CIGRE – Brochure 273 “Overhead conductor safe design tension with respect to Aeolian Vibrations” (June 2005).

4.- DESARROLLO

4.1.- CONDICIONES DE DISEÑO

4.1.1.- CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS

El tipo de terreno con el fin de cuantificar la turbulencia del viento, considerado para la elaboración de este manual es tipo #2 (plano, abierto sin obstáculos, sin nieve), según CIGRE – Brochure 273 “Overhead Conductor Safe Design Tension with respect to Aeolian Vibrations”.

4.1.2.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS

La temperatura promedio del mes más frío del año se estima en 5 °C en todo el territorio nacional.

4.1.3.- CRITERIO DE PROYECTO

Las líneas son proyectadas según la condición de diseño seguro a efectos del control de las vibraciones eólicas, definidos en CIGRE – Brochure 273 “Overhead conductor safe design tension with respect to Aeolian Vibrations (June 2005), Single conductor with span-end Stockbridge dampers”.

Para eso, la tensión horizontal (H) de los conductores antes de cualquier carga significativa de viento, hielo y antes del creep, a la temperatura media del mes más frío en el lugar de construcción de la línea, se determina como sigue a continuación:

Terreno tipo #2

$$\frac{H}{w} < \frac{2780}{\left(\frac{L \cdot D}{m}\right)^{0,12}} \quad y \quad \frac{L \cdot D}{m} < 15$$

siendo

w Peso del conductor por unidad de longitud (Kgf/m)

m Masa del conductor por unidad de longitud (Kg)

L Largo del vano (m)

D Diámetro del conductor (m)

Los valores de Creep adoptados para los diferentes conductores utilizados en este manual son:

- Conductores ACSR y AC T=11 °C
- Conductores ALAL T= 5 °C

4.2.- MATERIALES

4.2.1.- CONDUCTORES

Los conductores de fase previstos para la realización de estos proyectos son desnudos y de los siguientes tipo y secciones: ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150, ALAL 300 mm².

El conductor previsto para la función de hilo de guardia es tipo AC 35 mm².

En caso de usarse conductor de hilo de guardia con fibra óptica OPGW (dado que las características de estos conductores y de sus accesorios dependen del fabricante), el proyectista deberá rehacer el proyecto en función de las características particulares del conductor OPGW a tender.

4.2.2.- AISLADORES

En general los aisladores son cadenas de tipo suspensión polimérica. Se admite utilizar platos de porcelana en mantenimiento o ampliaciones de líneas existentes realizadas con aislación de porcelana.

En caso de aislación de porcelana, la cantidad de unidades depende de la función que tenga el apoyo:

Nº de aisladores U70BL			
Suspensión simple	Suspensión doble	Amarre simple	Amarre doble
5	2 x 5	6	2 x 6

En el caso de aisladores portapuentes, se pueden usar aisladores de porcelana tipo caperuza y badajo o aisladores linepost poliméricos (no se deben usar aisladores poliméricos tipo suspensión). Cuando se decida colocar aisladores linepost poliméricos como portapuentes, se debe definir su ubicación de forma de cumplir las distancias mínimas entre fases de los puentes y de los puentes a masa.

Los aisladores deben cumplir con lo especificado en las normas de materiales UTE correspondientes.

4.2.3.- MORSETERIA Y GRAPAS

Constituyen estos materiales los conjuntos de elementos que permiten vincular el conductor al aislador y el aislador al herraje.

4.2.4.- ACCESORIOS

Se consideran en esta clasificación a las enmiendas preformadas, las varillas de armar o armor-rods, etc.

4.2.5.- APOYOS

Son de 18 metros de altura, de hormigón armado y/o pretensado, vibrado o centrifugado de resistencia adecuada a los esfuerzos que tengan que soportar.

4.2.6.- APOYOS ESPECIALES

Cuando sea imprescindible, por condiciones topográficas, cruces, etc.; se permite el uso de apoyos especiales (torres, columnas sobreelevadas, etc.), estos deben ser calculados y verificados por el proyectista de forma de cumplir la reglamentación vigente.

4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD

4.3.1.- DISTANCIA A MASA

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no debe ser inferior a 0.50 metros.

4.3.2.- DISTANCIAS A CONSTRUCCIONES

Las distancias mínimas que deben existir en las condiciones más desfavorables entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren debajo de ella, deben ser las siguientes:

1) Estado de equilibrio del conductor

a) Edificios

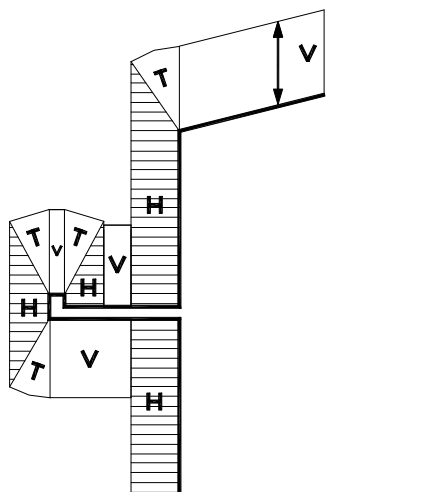
- Distancia horizontal: 2.68 m
- Distancia vertical para puntos no accesibles a personas: 4.18 m
- Distancia vertical para puntos accesibles a personas: 4.48 m

b) Carteles, chimeneas, antenas y toda construcción no catalogada como Edificio

- Distancia horizontal: 2.68 m
- Distancia vertical (por encima o debajo) para estructuras accesibles a personas: 4.48 m
- Distancia vertical (por encima o debajo) para estructuras no accesibles a personas: 2.68 m

2) Estado de desplazamiento del conductor por acción del viento para todos los casos:

- Distancia horizontal: 1.78 m
- Distancia vertical: se deben cumplir las mismas distancias especificadas para el punto 1).



H: distancia horizontal

V: distancia vertical

T: transición

Las distancias horizontales rigen hasta la zona por encima del nivel de la construcción donde la diagonal iguale a la distancia vertical requerida como se muestra en el diseño adjunto.

En zonas urbanas y suburbanas se debe procurar que la distancia de seguridad horizontal mínima se exija a la línea de edificación existente, aun en el caso de ausencia de construcciones.

Para el caso particular de embarcaderos en zonas rurales o construcciones similares, la distancia a verificar debe incluir la envolvente de maniobras de los vehículos involucrados.

Para casos no contemplados en el presente capítulo se aplica lo establecido en el código NESC vigente para las condiciones de temperatura y viento locales.

4.3.3.- GÁLIBOS

Los conductores, con su máxima flecha vertical, deben quedar situados por encima de cualquier punto del terreno a una altura mínima de 6 metros y por encima de la faja de uso público de las carreteras nacionales a una altura mínima de 6.5 metros.

A efectos de la determinación de los vanos máximos por gálibo de este manual se consideró un gálibo mínimo de 6.00 metros, en otros casos debe verificarse en forma particular.

4.3.4.- CRUCES

Los conductores e hilos de guardia no deben presentar ningún empalme en vanos de cruce.

Los apoyos de suspensión de cruce de carreteras llevan doble cadena de aisladores, se aceptan la disposición en "V" invertida.

Los apoyos de ángulos, anclajes y fines de línea de cruce de carreteras llevan doble aislador.

4.3.4.1.- CRUCES CON LÍNEAS ELÉCTRICAS Y DE TELECOMUNICACIÓN

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

Se debe procurar que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superficie no debe ser menor de:

$$1,5 + U/150 \text{ metros}$$

siendo U la tensión nominal en kV de la línea inferior y considerándose los conductores de la misma en su posición de máxima desviación bajo la acción de la hipótesis de viento.

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

$$1,5 + (U+L'+L'')/100 \text{ metros}$$

en donde:

U = Tensión nominal en kV de la línea superior

L'= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.

L''= longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior.

Si los apoyos del vano de cruce de la línea inferior son de suspensión, no pueden tener componente vertical ascendente.

Las líneas de telecomunicación deben ser consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento debe estar sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

4.3.4.2.- CARRETERAS Y FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera o sobre las cabezas de rieles en el caso de ferrocarriles sin electrificar debe ser de 8 metros.

La altura mínima de los conductores sobre la rasante de un camino debe ser de 7.50 metros

El ángulo entre el eje de la línea y el de la carretera en el punto de cruce, no debe ser menor de 45°.

4.3.4.3.- CRUCES SOBRE RÍOS Y CANALES NAVEGABLES

En los cruzamientos con ríos y canales navegables, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua debe ser:

- sobre la máxima crecida conocida: **2,90** metros.
- sobre la creciente extraordinaria: **G + 2,90** metros

en que G lo da Hidrografía para los navegables en forma deportiva y comercial, y en el resto se toma **G = 2 metros**.

- sobre la media diaria : 6 metros

4.3.4.4.- CRUCE SOBRE CAUCES NO NAVEGABLES Y ZONAS INUNDABLES.

En cauces no navegables o zonas inundables, la altura mínima de los conductores sobre la superficie del agua debe ser:

- sobre la máxima crecida conocida: **2 metros**
- sobre la media diaria : **6 metros**

4.3.5.- PARALELISMOS

4.3.5.1.- PARALELISMOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS

Entre los conductores contiguos de las líneas paralelas no debe existir una separación inferior a la determinada por la fórmula siguiente:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + \frac{U}{150}$$

en la cual:

D = Separación entre conductores en metros en el centro del vano.

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se toma del cuadro adjunto

F = Flecha máxima en metros

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

U = Tensión nominal de la línea en kV de mayor tensión.

Angulo de oscilación	Valores de K
Superior a 65°	0,70
Comprendido entre 40° y 65°	0,65
Inferior a 40°	0,60

4.3.5.2.- PARALELISMOS CON LÍNEAS ELÉCTRICAS DE TELECOMUNICACIÓN

Se debe evitar, siempre que sea posible, el paralelismo de las líneas eléctricas de media tensión con líneas de telecomunicación.

4.4.- CONSTRUCCION Y ARMADO DE ESTRUCTURAS

4.4.1.- DISTRIBUCIÓN DE POSTACIÓN

La distribución de la postación sobre el perfil altimétrico correspondiente se debe determinar en la fase de proyecto teniendo en cuenta las especificaciones y las verificaciones exigidas en la Norma de Diseño de Instalaciones de Distribución (NO-DIS-DI-0001).

La ubicación en el sitio de las columnas debe ser marcada por medio de estacas, las que se deben pintar de color llamativo (rojo o amarillo) y numerar apropiadamente.

En el caso del señalamiento de estructuras, la estaca indica la posición del centro de la misma, la cual el constructor debe remover para iniciar la excavación.

4.4.2.- FUNDACIONES

4.4.2.1.- FUNDACIONES DE HORMIGON

Salvo en los casos particulares mencionados en 4.4.2.2., las fundaciones son de hormigón de un solo bloque.

El hormigón para las fundaciones sin armadura debe ser C.100 de resistencia a la compresión media de 100 kg/cm² y de resistencia a la compresión característica de 60 kg/cm² en probetas cilíndricas normalizadas según UNIT.

El hormigón para las fundaciones sobreelevadas con armadura debe ser C.200 de resistencia a la compresión media de 200 kg/cm² y de resistencia a la compresión característica de 130 kg/cm² en probetas cilíndricas normalizadas según UNIT.

4.4.2.2.- FUNDACIONES DE SUELO CEMENTO

En terrenos de **Ct** mayores o iguales a 6 Kg/cm³ y solamente en apoyos de suspensión simple se puede realizar la fundación con suelo-cemento en una proporción mínima 9:1. Las dimensiones de la fundación son las mismas que las definidas para hormigón.

No se deben realizar fundaciones con suelo cemento en apoyos especiales o en suelos anegados

En estos casos se deben realizar ensayos de flexión sobre una muestra de columnas paradas, según los criterios especificados en la Norma de Recepción de líneas de Media Tensión (NO-DIS-OB-MT02/01).

Se deben desechar la tierra vegetal, los suelos que contengan pastos o raíces, piedra y material de relleno. En el caso de que el suelo natural sea de los antedichos, se debe aportar material apto a tal fin que puede ser piedra fina o balastro. El suelo debe ser tal que al mezclarse con el cemento forme una masa homogénea, que ligue íntimamente y que no deje huecos; el cemento debe estar exento de grumos.

Para la elaboración del suelo cemento se debe mezclar el terreno extraído con el cemento con la humedad natural de los mismos.

4.4.3.- ATERRAMIENTO DE APOYOS

Se deben aterrar todos los apoyos de la línea con una resistencia óhmica máxima admisible de **20 ohms**. Cuando esto no sea posible, se pueden admitir resistencias mayores siempre que el umbral de funcionamiento de los dispositivos de protección sea como máximo el 50 % de la intensidad de la corriente originada por la falla en el punto.

El aterramiento se debe efectuar de acuerdo a los diseños especificados en apartado 4.8 de éste documento.

Si la bajada de tierra es exterior al apoyo, los conductores de puesta a tierra deben estar protegidos contra daños mecánicos mediante tubos adecuados, sobre todo en las zonas pobladas.

Dado que el hilo de guardia se encuentra entonces multiaterrado, la medición de la puesta a tierra de cada apoyo debe realizarse con un equipo capaz de realizar tal medida individual o bien se realiza con el hilo de guardia desconectado de la misma.

4.4.4.- ATERRAMIENTO DE ALAMBRADOS

Los alambrados deben ser seccionados y aterrados según los criterios que se indican:

- a) En todos los cruces de sobre alambrados.
- b) En el caso de paralelismo de la línea con el alambrado a una distancia menor o igual a 15 metros, cada:

1000 m - para sistema con neutro aislado

400 m - para sistema con neutro aterrado

4.4.5.- ESTRUCTURAS

El diseño de los diferentes tipos de estructuras se muestra en los dibujos anexos en este manual. Todas las estructuras deben quedar bien definidas y se deben armar de acuerdo con los detalles mostrados en los dibujos.

En el caso de apriete entre estructuras metálicas y entre éstas y hormigón se deben aplicar los torques siguientes:

- pernos de 16mm de diámetro o superior: 7 kg.m
- pernos de 12mm de diámetro: 3,5 kg.m

Para el montaje de equipos (conexiones de puentes y cables de tierra) y grapas, salvo recomendación distinta del fabricante se deben verificar los siguientes torques:

- grapas: 3 kg.m
- pernos de 12mm para seccionadores: 5 kg.m
- clemas para PAT : 2,5 kg.m
- cut outs: 2,5 kg.m
- descargadores: 3 kg.m
- bornes de MT en transformadores: 2,5 kg.m

Las estructuras que vayan en ángulo deben quedar alineadas con la bisectriz del mismo.

Los aisladores al instalarse, deben limpiarse completamente de polvo, basura, etc., con el fin de evitar al máximo las probabilidades de arcos eléctricos por contaminación.

En las estructuras que se prevea la utilización de escaleras para el acceso a los equipos, se debe regularizar la superficie de apoyo de la misma.

Los herrajes destinados a utilizar en zona poluida deben poseer una protección adicional al galvanizado en caliente normal (pintura siliconada sobre el galvanizado en caliente normal o galvanizado reforzado).

4.4.6.- TENDIDO DE CONDUCTORES

Cada carrete de conductor debe ser examinado y el cable inspeccionado en busca de cortaduras, dobleces u otros daños.

El ejecutor debe evitar en todo momento que el conductor sea arrastrado por el suelo o sobre otros objetos (cercas, portones, etc.), que sea aplastado por vehículos o pisoteado por ganado.

Los conductores se deben tender utilizando poleas previamente colocadas por las cuales se debe deslizar el conductor y se debe tener especial cuidado de que a éste no se le ocasionen raspaduras ni se le retuerza; el conductor debe ser tendido sin tocar el suelo en ningún momento.

Todas las reparaciones en los conductores deben ser efectuadas antes del tensado de estos.

Una vez realizado el tendido de cable se procede a la sujeción del mismo a los aisladores o cadenas de aisladores. Esto incluye la colocación de elementos preformados y/o grapas, colocación de accesorios de acople con los aisladores de suspensión y/o sujeción a los aisladores rígidos.

En las uniones de conductores de aleación de aluminio (ALAL) se deben limpiar las zonas de contacto previamente con cepillo de cerdas de alambre y utilizando grasa conductora, inhibidora de la corrosión.

En las uniones de conductores de aluminio con alma de acero (ACSR) se deben limpiar las zonas de contacto previamente con cepillo de cerdas de plástico y utilizando grasa conductora, inhibidora de la corrosión.

4.4.7.- APOYOS DE SUSPENSION

A efectos de mejorar el comportamiento de los conductores e hilo de guardia ante vibraciones eólicas, se deben instalar sobre los cables varillas de armar tipo armor-rods.

4.4.8.- AMARRES Y DERIVACIONES

En los amarres y derivaciones el ejecutor debe dejar colas de un mínimo de 3 metros de longitud de conductor, sobre cada grapa de retención, para proceder a realizar los "puentes" correspondientes, luego de haber aprobado el Director de Obra el tensado de los conductores.

Todos las puntas de cable, deben ser sujetados entre sí por medio de zunchos o alambre de aluminio a efectos de impedir su separación.

En todos los casos, los conectores a utilizar deben ser de tipo elásticos de cuña; no se admite el uso de conectores de ranuras paralelas.

Todos los terminales deben ser de tipo bimetálicos aéreos de montaje por compresión hexagonal.

Los portapuentes se deben realizar con cadenas de 5 aisladores de porcelana U70BL o mediante aislador rígido tipo linepost 72.5 kV.

4.5.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Previo al comienzo de los trabajos, el Contratista debe contar con el equipo y herramientas necesarias para realizar los mismos.

En particular se detalla a continuación un equipamiento mínimo.

4.5.1.- EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL

Se debe cumplir con lo dispuesto en las Fichas Preventivas de Seguridad correspondientes a la tarea que se realizan.

4.5.2.- EQUIPOS

- Camión grúa con canasto y con capacidad mínima adecuada para maniobrar columnas de 18 metros
- 3 carros para defilar bobinas, el mismo deberá tener dispositivo de frenado (por equipo de defilado y tensado).
- Cisterna.
- Hormigonera (1 por cuadrilla de parado de columna).
- Vibrador (1 por cuadrilla de parado de columna).
- 1 teodolito
- 1 telurímetro
- Cilindros para probetas para ensayos de hormigón

- Cono de Abrams
- 1 generador
- Equipo para realizar excavaciones acorde al alcance del presente manual
- Compresor o martillo neumático

4.5.3.- HERRAMIENTAS POR CUADRILLA

- 3 maquinetas (por equipo de defilado y tensado).
- 3 dinamómetros (adecuado a la carga) y/o regletas.
- Escaleras.
- 1 taladro.
- 1 pinza hidráulica para compresión.
- Poleas de tendido
- 1 plomada
- 1 pinza para cortar cable
- 1 cinta de medición
- 1 martillo
- 1 sierra

4.5.4.- HERRAMIENTAS POR OFICIAL

- 1 llave francesa.
- 1 juego de llaves fijas.
- 1 torquímetro.
- 1 pinza.
- 1 alicate.
- 1 destornillador

4.6.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO

A continuación se transcriben tablas de cálculo mecánico para cada tipo de conductor seleccionado.

Las mismas especifican para distintos vanos, la tensión máxima a la que puede estar sometido el conductor, sin que se excedan las tracciones máximas definidas en la Norma de Diseño de Instalaciones de Distribución NO-DIS-DI-0001/00, para los proyectos que abarca este manual.

Es a partir de estas tablas que se determinan para cada tipo de conductor los vanos máximos establecidos en la “Guía de estructuras según función de apoyo” para las condiciones de vano máximo por gálibo y vano máximo por distancia entre fases.

- El **vano máximo por gálibo**, se determina para terreno plano y partiendo de la flecha máxima que puede tener el conductor. Esta flecha es la diferencia entre la altura del conductor más bajo en el apoyo y el gálibo mínimo.
- El **vano máximo por distancia entre fases (eolovano máximo)**. Este vano es mayor o igual que el vano máximo por gálibo, y es aquel para el cual la flecha máxima cumple con el criterio de separación mínima entre conductores impuesto en los apoyos.

CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES
CONDUCTOR ALAL 150 CON VARILLAS DE PROTECCION

T = tensión máxima en daN F = flecha en m Tmedia mes mas frio = 5°C			Viento: $80 \times 15,9 \times 10^{-3} = 1,272$ daN/m Tens.máx.admisible: 33,33 % R Tcreep = 5°C			Sección: 150 mm ² Diámetro: 15,9 mm Terreno tipo #2: Abierto, plano, sin obstrucciones.			Mód. Elast: 5700 daN/mm ² Coefic. dilat: $23 \times 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$		Peso cable: 0,413 daN/m Tensión rotura: 4275 daN	
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (5°C - T _{creep} = 0 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
80	1101	25,76	0,30	1048	24,50	919	21,49	0,36	282	1,17	682	2667
90	1072	25,08	0,39	1079	25,24	894	20,92	0,47	300	1,40	786	2836
100	1054	24,64	0,49	1117	26,12	881	20,60	0,59	319	1,62	833	2797
110	1041	24,35	0,60	1156	27,05	873	20,42	0,72	338	1,85	879	2760
120	1033	24,15	0,72	1197	28,01	870	20,34	0,85	357	2,08	922	2725
130	1026	24,01	0,85	1238	28,96	868	20,31	1,00	376	2,32	964	2691
140	1012	23,67	1,00	1273	29,78	860	20,12	1,18	392	2,58	1004	2659
150	1010	23,63	1,15	1314	30,73	863	20,19	1,35	410	2,83	1041	2627
160	1001	23,42	1,32	1349	31,56	860	20,11	1,54	426	3,10	1077	2597
170	988	23,11	1,51	1381	32,30	853	19,95	1,75	439	3,40	1112	2567
180	984	23,02	1,70	1416	33,13	854	19,97	1,96	455	3,68	1111	2418
190	936	21,89	1,99	1425	33,33	817	19,11	2,28	457	4,08	1107	2266
200	878	20,54	2,35	1425	33,33	773	18,08	2,67	456	4,53	1103	2126
210	826	19,33	2,75	1425	33,33	734	17,18	3,10	454	5,01	1100	2001
220	781	18,27	3,20	1425	33,33	701	16,40	3,56	453	5,51	1097	1891
230	742	17,35	3,68	1425	33,33	672	15,73	4,06	452	6,04	1095	1796
240	708	16,57	4,20	1425	33,33	648	15,15	4,59	451	6,59	1093	1715
250	679	15,89	4,75	1425	33,33	627	14,66	5,15	450	7,16	1091	1645

CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES
CONDUCTOR ALAL 300 CON VARILLAS DE PROTECCION

T = tensión máxima en daN F = flecha en m Tmedia mes mas frio = 5°C			Viento: 80 x 22,5 x10 ⁻³ =1,800 daN/m Tens.máx.admisible:22,46 % R Tcreep = 5°C			Sección: 300 mm² Diámetro: 22,5 mm Terreno tipo #2: Abierto, plano, sin obstrucciones.			Mód. Elast: 5500 daN/mm² Coefic. dilat: 23 X10 ⁻⁶ /°C		Peso cable: 0,827 daN/m Tensión rotura: 8550 daN	
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (5°C - T _{creep} = 0 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
80	1920	22,46	0,34	1687	19,73	1580	18,48	0,42	513	1,29	621	2322
90	1920	22,46	0,44	1762	20,61	1588	18,58	0,53	561	1,49	678	2322
100	1920	22,46	0,54	1835	21,46	1598	18,68	0,65	606	1,71	733	2322
110	1920	22,46	0,65	1906	22,29	1607	18,79	0,78	649	1,93	785	2322
120	1828	21,39	0,81	1920	22,46	1534	17,94	0,97	670	2,22	810	2211
130	1714	20,04	1,02	1920	22,46	1444	16,89	1,21	682	2,56	825	2072
140	1604	18,76	1,26	1920	22,46	1362	15,94	1,49	694	2,92	839	1939
150	1502	17,57	1,55	1920	22,46	1290	15,09	1,80	704	3,31	851	1816
160	1411	16,50	1,88	1920	22,46	1227	14,35	2,16	712	3,72	861	1706
170	1332	15,57	2,24	1920	22,46	1173	13,72	2,55	720	4,15	871	1610
180	1263	14,78	2,65	1920	22,46	1128	13,19	2,97	727	4,61	879	1528
190	1206	14,10	3,09	1920	22,46	1089	12,74	3,43	733	5,09	886	1458
200	1157	13,54	3,57	1920	22,46	1057	12,36	3,91	738	5,60	893	1399
210	1117	13,06	4,08	1920	22,46	1030	12,04	4,43	743	6,14	898	1350
220	1082	12,66	4,62	1920	22,46	1006	11,77	4,97	747	6,70	904	1308
230	1053	12,32	5,19	1920	22,46	986	11,54	5,54	751	7,28	908	1273
240	1028	12,02	5,79	1920	22,46	969	11,34	6,14	755	7,89	913	1243
250	1007	11,77	6,42	1920	22,46	954	11,16	6,77	758	8,53	916	1217



CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES
CONDUCTOR ACSR 125/30 CON VARILLAS DE PROTECCION

<div> <div>T = tensión máxima en daN</div> <div>F = flecha en m</div> <div>Tmedia mes mas frio = 5°C</div> </div> <div> <div>Viento: $80 \times 16,3 \times 10^{-3} = 1,304$ daN/m</div> <div>Tens.máx.admisible: 33,33 % R</div> <div>Tcreep = 11 °C</div> </div> <div> <div>Sección: 157,7 mm²</div> <div>Diámetro: 16,3 mm</div> <div>Terreno tipo #2: Abierto, plano, sin obstrucciones.</div> </div> <div> <div>Mód. Elast: 8036 daN/mm²</div> <div>Coefic. dilat: $17,8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$</div> </div> <div> <div>Peso cable: 0,591 daN/m</div> <div>Tensión rotura: 5760 daN</div> </div>												
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (5°C - T _{creep} = - 6 °C)			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
80	1579	27,41	0,30	1423	24,70	1494	25,94	0,32	513	0,92	868	2671
90	1534	26,64	0,39	1442	25,03	1452	25,20	0,41	532	1,12	914	2633
100	1508	26,17	0,49	1474	25,59	1427	24,77	0,52	556	1,33	958	2599
110	1490	25,86	0,60	1511	26,24	1411	24,50	0,63	582	1,54	1001	2567
120	1478	25,65	0,72	1552	26,94	1401	24,32	0,76	608	1,75	1042	2539
130	1469	25,50	0,85	1594	27,67	1394	24,21	0,90	634	1,97	1082	2512
140	1448	25,14	1,00	1626	28,24	1376	23,89	1,05	654	2,21	1120	2487
150	1445	25,09	1,15	1669	28,98	1376	23,88	1,21	679	2,45	1156	2463
160	1433	24,87	1,32	1705	29,60	1366	23,71	1,38	700	2,70	1190	2440
170	1414	24,55	1,51	1735	30,12	1350	23,43	1,58	717	2,98	1223	2419
180	1408	24,44	1,70	1772	30,77	1346	23,37	1,78	738	3,24	1255	2399
190	1396	24,24	1,91	1804	31,32	1337	23,21	1,99	755	3,53	1284	2380
200	1387	24,09	2,13	1837	31,88	1331	23,10	2,22	773	3,82	1313	2362
210	1375	23,87	2,37	1865	32,38	1320	22,92	2,47	788	4,13	1340	2344
220	1365	23,69	2,62	1894	32,89	1313	22,80	2,72	803	4,45	1366	2328
230	1352	23,47	2,89	1920	33,33	1302	22,61	3,00	816	4,79	1381	2287
240	1304	22,64	3,26	1920	33,33	1259	21,86	3,38	815	5,22	1378	2207
250	1261	21,89	3,66	1920	33,33	1220	21,18	3,78	813	5,68	1376	2133

CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES
CONDUCTOR ACSR 240/40 CON VARILLAS DE PROTECCION

T = tensión máxima en daN			Viento: 80 x 21,8 x10 ⁻³ =1,744 daN/m			Sección: 282,5 mm ²			Mód. Elast: 7546 daN/mm ²			Peso cable: 0,985 daN/m	
F = flecha en m			Tens.máx.admisible: 22,21 % R			Diámetro: 21,8 mm			Coefic. dilat: 18,9 X10 ⁻⁶ /°C			Tensión rotura: 8646 daN	
Tmedia mes mas frio = 5°C			Tcreep = 11 °C			Terreno tipo #2: Abierto, plano, sin obstrucciones							
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (5°C - T _{creep} = - 6 °C)			55 °C		Parámetros		
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín	
80	1920	22,21	0,41	1728	19,99	1783	20,62	0,44	614	1,28	623	1950	
90	1920	22,21	0,52	1808	20,91	1788	20,68	0,56	669	1,49	680	1950	
100	1920	22,21	0,64	1884	21,79	1793	20,74	0,69	722	1,71	733	1950	
110	1859	21,50	0,80	1920	22,21	1740	20,13	0,86	757	1,97	769	1887	
120	1743	20,16	1,02	1920	22,21	1637	18,93	1,08	776	2,28	788	1770	
130	1637	18,93	1,27	1920	22,21	1543	17,85	1,35	793	2,63	805	1662	
140	1542	17,84	1,56	1920	22,21	1462	16,90	1,65	807	2,99	819	1566	
150	1461	16,89	1,90	1920	22,21	1392	16,10	1,99	820	3,38	832	1483	
160	1392	16,09	2,27	1920	22,21	1333	15,42	2,36	831	3,79	843	1413	
170	1334	15,42	2,67	1920	22,21	1284	14,85	2,77	840	4,23	853	1354	
180	1285	14,87	3,10	1920	22,21	1243	14,37	3,21	849	4,70	862	1305	
190	1245	14,40	3,57	1920	22,21	1208	13,97	3,68	857	5,19	870	1264	
200	1211	14,01	4,07	1920	22,21	1179	13,64	4,18	864	5,70	877	1229	
210	1182	13,68	4,59	1920	22,21	1155	13,35	4,70	870	6,24	883	1200	
220	1158	13,40	5,15	1920	22,21	1134	13,11	5,26	875	6,81	889	1176	
230	1137	13,16	5,73	1920	22,21	1116	12,90	5,84	880	7,40	894	1155	
240	1120	12,95	6,33	1920	22,21	1100	12,72	6,45	885	8,02	898	1137	
250	1104	12,77	6,97	1920	22,21	1087	12,57	7,08	889	8,66	902	1121	

CÁLCULO MECANICO DE CONDUCTORES HILO DE GUARDIA AC 35 CON VARILLAS DE PROTECCION

T = tensión máxima en daN F = flecha en m Tmedia mes mas frio = 5°C			Viento: 80 x 7,52 x10 ⁻³ =0,602 daN/m Tens.máx.admisible: 33,33 % R Tcreep = 11 °C			Sección: 35,5 mm ² Diámetro: 7,52 mm Terreno tipo #2: Abierto, plano, sin obstrucciones		Mód. Elast: 18500 daN/mm ² Coefic. dilat: 11,5 X10 ⁻⁶ 1/°C		Peso cable: 0,285 daN/m Tensión rotura: 4410 daN		
Vano	-10 °C			10 °C + Viento		E D S (5°C - T _{creep})			55 °C		Parámetros	
(m)	T	%	F	T	%	T	%	F	T	F	Fmáx	Fmín
80	753	17,07	0,30	724	16,43	724	16,43	0,31	352	0,65	1234	2641
90	742	16,82	0,39	738	16,74	714	16,19	0,40	358	0,81	1257	2603
100	732	16,60	0,49	753	17,08	705	15,99	0,51	366	0,97	1284	2569
110	723	16,41	0,60	769	17,44	697	15,81	0,62	374	1,15	1311	2539
120	715	16,22	0,72	785	17,80	690	15,65	0,74	382	1,34	1339	2510
130	708	16,06	0,85	801	18,17	683	15,50	0,88	390	1,55	1367	2484
140	701	15,90	1,00	817	18,53	677	15,36	1,03	397	1,76	1395	2460
150	695	15,75	1,15	833	18,89	672	15,23	1,19	405	1,98	1421	2438
160	689	15,62	1,32	849	19,25	667	15,11	1,37	412	2,21	1447	2416
170	683	15,49	1,51	864	19,59	662	15,00	1,56	419	2,45	1472	2396
180	678	15,36	1,70	879	19,92	657	14,90	1,76	426	2,71	1495	2377
190	672	15,25	1,91	893	20,25	653	14,81	1,97	433	2,97	1518	2359
200	668	15,14	2,13	907	20,56	649	14,72	2,20	439	3,25	1540	2342
210	663	15,03	2,37	920	20,87	645	14,63	2,44	445	3,53	1560	2326
220	659	14,93	2,62	933	21,16	642	14,55	2,69	450	3,83	1580	2311
230	654	14,84	2,88	946	21,44	638	14,47	2,95	455	4,14	1598	2296
240	650	14,75	3,16	958	21,72	635	14,40	3,23	460	4,46	1616	2282
250	646	14,66	3,44	969	21,98	632	14,33	3,52	465	4,79	1632	2268

4.7.- TABLAS DE TENDIDO

Debido a que la realización de los proyectos de líneas de 60 kV se realizan sobre un relevamiento altimétrico del perfil de suelo la construcción de la tabla de flechado se debe realizar para cada cantón proyectado según sus condiciones particulares.

Las tablas de flechado se deben corresponder con el dimensionado mecánico de los conductores definidos en este documento.

El vano de regulación es un vano ideal representativo del cantón.

Este vano de regulación se calcula como:

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

siendo:

a_i = Vanos sucesivos de alineación, entre dos apoyos de amarre consecutivos (cantón), expresados en metros.

a_r = Vano de regulación, en metros.

Para el flechado seleccionado, el proyectista debe realizar dos verificaciones adicionales:

4.7.1.- VERIFICACION DE LA DISTANCIA ENTRE FASES

Para el tendido seleccionado, el proyectista debe verificar para cada cantón:

- El cumplimiento de las distancias entre fases mínimas para el vano más largo del cantón.

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + 0.40$$

Siendo:

D = Separación entre conductores en metros en el centro del vano.

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se toma del cuadro adjunto

F = Flecha máxima en metros

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

4.7.2.- VERIFICACION ZONA DE DISEÑO (CIGRE)

La condición de diseño en la “Zona de diseño segura mediante la instalación de amortiguadores” según BROCHURE 273 “Overhead conductor safe design tension with respect to aeolian vibrations”, a saber:

$$\frac{H}{w} < \frac{2780}{\left(\frac{L \cdot D}{m}\right)^{0,12}} \quad y \quad \frac{L \cdot D}{m} < 15$$

Siendo:

w Peso del conductor por unidad de longitud (Kgf/m)

m Masa del conductor por unidad de longitud (Kg)

L Largo del vano (m)

D Diámetro del conductor (m)

4.8.- PLANOS DE PROYECTO

4.8.1.- ESTRUCTURAS

- 1.- [SUSPENSIÓN](#)
para ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150 y ALAL 300
- 2.- [AMARRE Y ÁNGULO CON CRUCETA CRC1](#)
ángulos entre 0° y 15° para ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150 y ALAL 300
- 3.- [AMARRE Y ÁNGULO CON CRUCETA CRC1](#)
ángulos entre 15° y 35° para ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150 y ALAL 300
- 4.- [AMARRE Y ÁNGULO CON MÉNSULAS Y VÍNCULOS DE HORMIGÓN \(V1+V2\)](#)
ángulos entre 35° y 90° para ALAL 150
ángulos entre 35° y 60° para ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150 y ALAL 300
- 5.- [AMARRE Y ÁNGULO CON MÉNSULAS Y VÍNCULOS DE HORMIGÓN \(V1+V2+V3\)](#)
ángulos entre 60° y 90° para ACSR 125/30, ACSR 240/40 y ALAL 300
- 6.- [TERMINAL CON MÉNSULAS Y VÍNCULOS DE HORMIGÓN \(V1+V2\)](#)
para ACSR 125/30, ACSR 240/40, ALAL 150 y ALAL 300

4.8.2.- PUESTAS A TIERRA

- 7.- [ESQUEMA PARA PUESTA A TIERRA DE CRUCETA DE SUSPENSIÓN CTS](#)
- 8.- [ESQUEMA PARA PUESTA A TIERRA DE CRUCETA DE AMARRE CRC1](#)
- 9.- [ESQUEMA PUESTA TIERRA DE MÉNSULAS Y VÍNCULOS DE HORMIGÓN EN APOYO DE AMARRE Y TERMINALES](#)
- 10.- [JABALINA ADICIONAL DE PUESTA A TIERRA EN APOYO DE HORMIGÓN](#)

4.9.- GUÍA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCIÓN DE APOYOS

	CONDUCTOR ACSR 125/30		
VANO MAXIMO (Gálibo mínimo = 6 metros)	238 m		
EOLOVANO MAXIMO	246 m		
	COLUMNA	CRUCETA	OBS
SUSPENSION	1200/18	CTS METALICA	**
AMARRE EN LINEA	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO HASTA 15°	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO ENTRE 15° Y 35°	2X2000/18	CRC1 METALICA	**
ANGULO ENTRE 35° Y 60°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2)	***
ANGULO ENTRE 60° Y 90°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2+V3)	***
TERMINAL	2x1200/18	MENS TERM Y VINC DE HA (V1+V2)	****

	CONDUCTOR ACSR 240/40		
VANO MAXIMO (Gálibo mínimo = 6 metros)	189 m		
EOLOVANO MAXIMO	196 m		
	COLUMNA	CRUCETA	OBS
SUSPENSION	1200/18	CTS METALICA	**
AMARRE EN LINEA	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO HASTA 15°	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO ENTRE 15° Y 35°	2X2000/18	CRC1 METALICA	**
ANGULO ENTRE 35° Y 60°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2)	***
ANGULO ENTRE 60° Y 90°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2+V3)	***
TERMINAL	2x1200/18	MENS TERM Y VINC DE HA (V1+V2)	****

CONDUCTOR ALAL 150			
VANO MAXIMO (Gálibo mínimo = 6 metros)	213 m		
EOLOVANO MAXIMO	220 m		
	COLUMNA	CRUCETA	OBS
SUSPENSION	1200/18	CTS METALICA	**
AMARRE EN LINEA	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO HASTA 15°	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO ENTRE 15° Y 35°	2X2000/18	CRC1 METALICA	**
ANGULO ENTRE 35° Y 60°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2)	***
ANGULO ENTRE 60° Y 90°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2)	***
TERMINAL	2x1200/18	MENS TERM Y VINC DE HA (V1+V2)	****

CONDUCTOR ALAL 300			
VANO MAXIMO (Gálibo mínimo = 6 metros)	191 m		
EOLOVANO MAXIMO	198 m		
	COLUMNA	CRUCETA	OBS
SUSPENSIÓN	1200/18	CTS METALICA	**
AMARRE EN LINEA	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO HASTA 15°	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO ENTRE 15° Y 35°	2X2000/18	CRC1 METALICA	*
ANGULO ENTRE 35° Y 60°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2)	***
ANGULO ENTRE 60° Y 90°	2X2000/18	MENS Y VINC DE HA (V1+V2+V3)	***
TERMINAL	2x1200/18	MENS TERM Y VINC DE HA (V1+V2)	****

OBSERVACIONES:

El vano máximo limitado por el gálibo es considerado para terreno plano.

(*) - Dirección principal de la columna perpendicular a la cruceta.

(**) - Dirección principal de las columnas paralela a la cruceta.

(***) - Dirección principal de las columnas según bisectriz del ángulo.

(****) - Dirección principal de las columnas paralela a la línea.

5.- REGISTROS

6.- ANEXOS

6.1.- PLANOS CONSTRUCTIVOS

COD. 052577	CRUCETA TRESBOLILLO CTS
COD. 052576	CRUCETA AMARRE Y ANGULO HASTA 35° CRC1
COD. 052604	MENSULA PARA HILO DE GUARDIA EN TERMINAL Y ANGULO
COD. 052602	MENSULA PARA CONDUCTOR EN ANGULO
COD. 052603	MENSULA PARA CONDUCTOR TERMINAL
COD. 052623	VINCULO 1 PARA TERMINAL Y ANGULO
COD. 052624	VINCULO 2 PARA TERMINAL Y ANGULO

6.2.- TIPOS DE OBRA

Se listan a continuación los tipo de obra utilizados por los sistemas de UTE para presupuestación y planificación de inversiones de instalaciones descritas en este manual.

Número y Descripción de Tipo de Obra	Número de Propuesta	Descripción de la Propuesta
155 1 KM L. AEREA 60 KV S.TERNA COL 18M	215	10KM L 60KV S.T. AISL. PORCELANA ACSR 125/30 Z.NORMAL
	2022	10KM L.60KV S.T. AISL. PORCELANA ACSR 240/40 Z.NORMAL
	1498	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ACSR 125/30 Z.NORMAL
	2023	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ACSR 240/40 Z.NORMAL
	1499	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ALAL 150 Z.POLUIDA
	2024	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ALAL 300 Z.POLUIDA

6.3.- PROPUESTAS TIPO

Se listan a continuación las propuestas tipo utilizados por los sistemas de UTE para presupuestación y planificación de inversiones en instalaciones descritas en este manual.

Número de Propuesta	Descripción de la Propuesta
215	10KM L 60KV S.T. AISL. PORCELANA ACSR 125/30 Z.NORMAL
2022	10KM L.60KV S.T. AISL. PORCELANA ACSR 240/40 Z.NORMAL
1498	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ACSR 125/30 Z.NORMAL
2023	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ACSR 240/40 Z.NORMAL
1499	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ALAL 150 Z.POLUIDA
2024	10KM L.60KV S.T. AISL. COMPUESTO ALAL300 Z.POLUIDA

ÍNDICE

0.- TRÁMITE Y REVISIONES	1
0.1.- TRÁMITE	1
0.2.- REVISIONES	1
1.- MARCO GENERAL	2
1.1.- INTRODUCCIÓN	2
1.2.- OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
1.3.- ALCANCE	2
1.4.- VIGENCIA	2
1.5.- INVOLUCRADOS	2
2.- DEFINICIONES/ABREVIATURAS	3
2.1.- DEFINICIONES	3
2.2.- ABREVIATURAS	3
3.- REFERENCIAS NORMATIVAS	3
3.1.- REFERENCIAS INTERNAS	3
3.2.- REFERENCIAS EXTERNAS	3
3.3.- REFERENCIAS RECOMENDADAS	3
4.- DESARROLLO	4
4.1.- CONDICIONES DE DISEÑO	4
4.1.1.- <i>CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS</i>	4
4.1.2.- <i>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS</i>	4
4.1.3.- <i>CRITERIO DE PROYECTO</i>	4
4.2.- MATERIALES	5
4.2.1.- <i>CONDUCTORES</i>	5
4.2.2.- <i> AISLADORES</i>	5
4.2.3.- <i>MORSETERÍA Y GRAPAS</i>	5
4.2.4.- <i>ACCESORIOS</i>	5
4.2.5.- <i>APOYOS</i>	6
4.2.6.- <i>APOYOS ESPECIALES</i>	6
4.3.- DISTANCIAS DE SEGURIDAD	6
4.3.1.- <i>DISTANCIA A MASA</i>	6
4.3.2.- <i>DISTANCIAS A CONSTRUCCIONES</i>	6
4.3.3.- <i>GÁLIBOS</i>	7
4.3.4.- <i>CRUCES</i>	7
4.3.5.- <i>PARALELISMOS</i>	9
4.4.- CONSTRUCCIÓN Y ARMADO DE ESTRUCTURAS	10
4.4.1.- <i>DISTRIBUCIÓN DE POSTACIÓN</i>	10
4.4.2.- <i>FUNDACIONES</i>	10
4.4.3.- <i>ATERRAMIENTO DE APOYOS</i>	11
4.4.4.- <i>ATERRAMIENTO DE ALAMBRADOS</i>	11
4.4.5.- <i>ESTRUCTURAS</i>	11
4.4.6.- <i>TENDIDO DE CONDUCTORES</i>	12
4.4.7.- <i>APOYOS DE SUSPENSIÓN</i>	13
4.4.8.- <i>AMARRES Y DERIVACIONES</i>	13
4.5.- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	13
4.5.1.- <i>EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL</i>	13
4.5.2.- <i>EQUIPOS</i>	13
4.5.3.- <i>HERRAMIENTAS POR CUADRILLA</i>	14
4.5.4.- <i>HERRAMIENTAS POR OFICIAL</i>	14
4.6.- TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO	15

4.7.-	TABLAS DE TENDIDO	21
4.7.1.-	<i>VERIFICACION DE LA DISTANCIA ENTRE FASES</i>	21
4.7.2.-	<i>VERIFICACION ZONA DE DISEÑO (CIGRE)</i>	22
4.8.-	PLANOS DE PROYECTO	23
4.8.1.-	<i>ESTRUCTURAS</i>	23
4.8.2.-	<i>PUESTAS A TIERRA</i>	23
4.9.-	GUÍA DE ESTRUCTURAS SEGÚN FUNCIÓN DE APOYOS	24
5.-	REGISTROS	26
6.-	ANEXOS	26
6.1.-	PLANOS CONSTRUCTIVOS	26
6.2.-	TIPOS DE OBRA	26
6.3.-	PROPUESTAS TIPO	26