

CAPÍTULO 3 **REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN** **CENS-NORMA TÉCNICA - CNS-NT-03**

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 3.....	8
3. REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.....	8
3.1. DISPOSICIONES GENERALES.....	8
3.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	9
3.2.1. Redes de distribución urbanas en M.T.....	9
3.2.2. Redes de distribución rural en M.T.....	10
3.2.2.1. Redes de distribución rurales en M.T. a 7.6 kV.....	10
3.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	14
3.3.1. Redes de distribución urbanas en B.T. (Red trenzada).....	14
3.3.1.1. Calibre de los conductores.....	15
3.3.1.2. Cajas para derivación de acometidas.....	15
3.3.1.3. Conectores para conexión a red trenzada.....	16
3.3.1.4. Anclaje de acometida sobre poste.....	16
3.3.1.5. Cinta y hebilla de acero inoxidable.....	16
3.3.1.6. Grapa de retención (tensor) para acometida en poste.....	16
3.3.1.7. Acometida domiciliaria.....	17
3.3.1.8. Cable para conexión de la caja a red trenzada.....	17
3.3.1.9. Electrodo de puesta a tierra.....	17
3.3.1.10. Grapas de retención y suspensión.....	17
3.3.1.11. Perchas de un puesto.....	17
3.3.2. Redes de distribución rurales en B.T.....	17
3.4. REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS EN M.T Y B.T.....	18
3.4.1. Ductos y canalizaciones.....	18
3.4.2. Cajas de redes subterráneas.....	20
3.5. AISLAMIENTO EN REDES.....	22
3.6. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.....	23
3.7. PROTECCIÓN Y MANIOBRAS DE LÍNEAS Y REDES.....	23
3.7.1. Distribución urbana en M.T.....	24
3.7.2. Distribución rural en M.T.....	24
3.7.3. Estribos.....	24
3.7.4. Grapa para operar en caliente.....	25
3.8. DISEÑO MECANICO.....	25
3.8.1. Hipótesis de diseño para líneas.....	25
3.8.1.1. Condición inicial de tendido.....	25
3.8.1.2. Condición extrema de trabajo mecánico.....	26
3.8.1.3. Condición extrema de flecha.....	26
3.8.2. Diseño topográfico.....	26
3.8.2.1. Selección de ruta.....	26
3.8.2.2. Perfil topográfico.....	26
3.8.3. Estudio de suelos.....	29
3.8.4. Conductores.....	29
3.8.4.1. Plantillado.....	29
3.8.4.2. Cálculo de flechas y tensiones.....	29
3.8.5. Apoyos.....	30
3.8.5.1. Factores de seguridad.....	32
3.8.5.2. Hipótesis de carga.....	32
3.8.5.3. Esfuerzos.....	32
3.8.5.4. Gráficas de utilización.....	33
3.8.6. Crucetas.....	33
3.8.7. Herrajes.....	33
3.8.8. Aisladores.....	38
3.8.9. Templetes.....	38
3.9. ZONAS DE SERVIDUMBRE PARA M.T. Y B.T.....	41



CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

NORMA:

CNS-NT-03

CAPÍTULO 3

3.10.	MARCACIÓN DE EQUIPOS.....	41
3.10.1.	Marcación de apoyos.....	41
3.10.1.1.	Transformadores.....	42
3.10.1.1.1.	Etiqueta de NO PCB's.....	43
3.10.1.2.	Seccionadores.....	43
3.10.1.3.	Seccionalizadores.....	44
3.10.1.4.	Reconectores.....	44

ELABORÓ:

P1 CET

REVISÓ:

P2 CET

APROBÓ:

J U PROYECTOS

FECHA DE APROBACIÓN:

DICIEMBRE 2016

VERSIÓN:

4

PÁGINA:

3 de 44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios técnicos de diseño	12
Tabla 2. Normas a utilizar	13
Tabla 3. Profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución subterráneas	19
Tabla 4. Niveles de aislamiento	23
Tabla 5. Selección de pernos para postes de concreto de 8m, 10m y 12m.	34
Tabla 6. Selección de pernos para postes de concreto de 14m y 16 m.	36
Tabla 7. Selección de collarines para postes de concreto de 8m, 10m y 12m.	36
Tabla 8. Selección de collarines para postes de concreto de 14m y 16 m.	38
Tabla 9. Distancias horizontales de template postes.	40
Tabla 10. Distancia mínima del poste de 8 m a la columna.	40
Tabla 11. Distancia mínima del poste de 12 m a la columna.	41

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Marcaciones de Apoyo	42
Figura 2 Placa para identificar los transformadores	42
Figura 3. Etiqueta identificadora de “NO PCB”	43
Figura 4. Placa para identificar los seccionadores	43
Figura 5. Placa para identificar los Seccionalizadores	44
Figura 6. Placa para identificar los Reconectores	44

CONTROL DE CAMBIOS - NORMA TÉCNICA

Capítulo	Fecha Modificación	Revisó	Aprobó	Ubicación en el Documento	Descripción de la Corrección
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.1	Se agrega otra condición para que la red sea subterránea.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.1	Se agrega: Uso de estribos y grapas de operar en caliente para la alimentación de transformadores, reguladores y demás dispositivos de red.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.3.1	Se incluyen límites de desbalance de corriente por fase.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.4	Se crean 2 subdivisiones: 3.4.1. Ductos y canalizaciones; 3.4.2. Cajas de redes subterráneas.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.4.2	Se agregan requerimientos adicionales asociados al desagüe de las cajas de inspección, como lo son el uso de válvulas anti-retorno y la instalación de filtros en la base de la caja.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.4.2	Se agrega: Las cajas de inspección en redes de M.T. y B.T. deben de ser independientes.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.7	Se agregan los requisitos establecidos en el RETIE acerca de la instalación de los DPS del transformador.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.7.3	Se incluyen requisitos para la instalación de Estribos, con sus características principales.

CONTROL DE CAMBIOS - NORMA TÉCNICA

3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.7.4	Se incluyen requisitos para la instalación de Grapas para operar en Caliente, con sus características principales.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.8.5	Se incluye exigencia de marcación de postes en vías de alta y extra alta velocidad.
3	24/10/2016	Gestor de Equipo CET	Jefe de Unidad de Proyectos	3.8.7	Se agregan las tablas 5, 6, 7 y 8 que permiten una adecuada selección de collarines y pernos.

CAPÍTULO 3.**3. REDES DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN.**

Dentro del contenido del presente capítulo se incluyen valores, tablas e información adoptada del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE de Agosto 2013, en caso de existir actualizaciones del citado reglamento que modifiquen lo aquí expuesto, primará la información contenida en dicho Reglamento Técnico.

3.1. DISPOSICIONES GENERALES.

Dependiendo del área a servir, las líneas y redes pueden ser urbanas o rurales, y de acuerdo con su instalación, aéreas o subterráneas.

Todos los materiales que son componentes para el diseño, construcción y mantenimiento de redes de MT y BT, deberán cumplir con lo establecido en el capítulo 11 del Tomo I de la norma CENS.

Las líneas y redes serán por lo general aéreas, excepto en los siguientes casos donde la red será subterránea:

- ❖ Donde las normas de construcción de los municipios expresamente prohíban la instalación de redes aéreas.
- ❖ Cruzando parques, distribuidores de tráfico y parqueaderos de zonas comerciales.
- ❖ Por aquellos sitios donde su ubicación no permita lograr las distancias mínimas de seguridad y se haya agotado el recurso de red compacta.
- ❖ En los sectores clasificados por CENS como de distribución urbana subterránea.
- ❖ En zonas de conservación histórica.
- ❖ En puentes vehiculares y zonas en las que se requiera por la configuración existente.
- ❖ En zonas aledañas a helipuertos o aeropuertos, en los cuales la construcción de redes aéreas restrinja su operación normal.

Todas las líneas y redes entregadas para operar por CENS, deberán tener legalizada la servidumbre. Los permisos requeridos para la ejecución de un proyecto serán tramitados por el interesado. Terminada la obra de ejecución de un proyecto, se deberá entregar a CENS debidamente rotulado, marcado y los planos finales de construcción actualizados.

Todo proyecto que se vaya a realizar en cercanías a aeropuertos o dentro del cono de seguridad deberá presentar autorización de la Aeronáutica Civil, en la cual indique que los apoyos a instalar no comprometen la operación normal de sus pistas.

Los operadores de otros servicios que compartan infraestructura en M.T y B.T. de CENS S.A E.S.P. deben garantizar la disponibilidad de espacios y cumplir los procedimientos seguros para el montaje, adecuación, operación y mantenimiento de la infraestructura de esos servicios y del servicio de electricidad, de acuerdo a lo establecido en el capítulo 10 de esta norma.

La alimentación de transformadores, reguladores y demás dispositivos de red, así como de los equipos de protección en media tensión, se deberá hacer por medio de un sistema de estribos y grapas para operar en caliente. Dicho sistema deberá garantizar una buena conexión electromecánica y tener el calibre apropiado de acuerdo a las características de la red o el equipo a alimentar y conforme a lo señalado en los numerales 3.7.3 y 3.7.4 del presente capítulo.

3.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN.

En el diseño, construcción, reposición y mantenimiento de los circuitos de MT, deben ser considerados los siguientes criterios operativos:

- ❖ Mantener un solo calibre de conductor para la troncal del circuito, en los cascos urbanos la troncal se debe proyectar en calibre 266.8 MCM, y los ramales en 2/0 salvo que por cálculos se requiera de un conductor de mayor capacidad.
- ❖ En redes rurales el calibre del conductor estará soportado por los cálculos electromecánicos adecuados, y el calibre mínimo permitido será de 2 AWG.
- ❖ En lo posible seccionar el circuito principal en 3 partes tratando de dividir la carga proporcionalmente (mediante el uso de reconectores, seccionadores o cuchillas), procurando que cada una de estas secciones tengan suplencia preferiblemente con un circuito de otra S/E de potencia, con el fin de darle una mayor operatividad y confiabilidad al sistema. Cuando se instalen equipos en serie (seccionadores, reconectores, reguladores, etc), el calibre del cable que los une debe ser igual al del circuito.
- ❖ Sobre la troncal principal no se deben instalar fusibles en serie, únicamente se deberán usar en las derivaciones hacia ramales secundarios y deberán estar acompañados de DPS.
- ❖ Se debe procurar antes de construir nuevos circuitos, redistribuir la carga entre los circuitos existentes.
- ❖ En general se deberá propender por la utilización de corredores viales para instalación de los nuevos circuitos y de ser posible se regirá por esta premisa las remodelaciones.
- ❖ La red principal o troncal corresponde a la ruta del tramo de mayor calibre o momento eléctrico acumulado desde la subestación hasta el último punto de análisis.

3.2.1. Redes de distribución urbanas en M.T.

Las redes de distribución nuevas en área urbana en media tensión pueden ser trifásicas o bifásicas de acuerdo a la infraestructura existente, situación que deberá ser tomada en cuenta para determinar el punto de conexión de la factibilidad de servicio para proyectos, montajes especiales o experimentales a los que haya lugar.

En los cascos urbanos con zonas arborizadas o donde se requiera compactar la red para cumplimiento de distancias de seguridad, se usará red cubierta con sus herrajes asociados. Los aisladores a utilizar en estas redes deberán ser en material sintético o polimérico.

En el perímetro urbano la distancia máxima entre postes será de 70 m para MT. Se deben hincar los postes en los linderos de las edificaciones y en el límite del andén y la vía (borde del sardinel) conservando las distancias de seguridad establecidas en el capítulo 2 y el artículo 13 del RETIE.

Cuando por condiciones técnicas o del terreno no se puedan construir los cruces de línea, se permitirán los pasos en flojo (previa autorización de la Empresa); la distancia máxima de pasos en flojo será de 10 m.

Los postes de las estructuras terminales, deben ser autosoportados y fundidos con el fin de no utilizar templete o retenidas directos a tierra en las zonas urbanas, se deberán utilizar templete tipo STOP (a poste).

Cuando la red es la prolongación de una red principal o troncal de CENS, no se requiere la instalación de cortacircuitos en el punto de arranque, y siempre se debe mantener el mismo tipo de conductor y calibre.

Toda expansión urbana deberá cumplir con las distancias de seguridad establecidas en el capítulo 13 del RETIE, en el caso que las estructuras convencionales no cumplan con estas distancias por la conformación urbanística del proyecto, deberá proyectarse el uso de estructuras tipo bandera de tal forma que garantice las distancias de seguridad durante todo su trazado. Para su construcción se deben tener en cuenta las estructuras del capítulo 3 de las normas para el diseño y construcción de redes de distribución de CENS TOMO II.

La impedancia de puesta a tierra en cada punto de aterrizaje, debe cumplir con lo indicado en el capítulo 2, de las normas para el diseño y construcción de redes de distribución, al igual que el cálculo del calibre del bajante del electrodo de puesta a tierra y la selección de los electrodos de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra deberá atender a las indicaciones establecidas en el capítulo 2 de la norma CENS y la IEEE 80.

3.2.2. Redes de distribución rural en M.T.

La distribución rural en media tensión podrá expandirse a un nivel de tensión de 34.5 kV, 13.2 kV o 7.620 kV dependiendo de las características del punto de conexión definidas por CENS dando continuidad a la configuración existente.

En el caso de la electrificación rural las distancias entre apoyos dependerán de la topografía del terreno y del diseño debidamente aprobado por CENS, y debe soportarse con los respectivos cálculos mecánicos, perfiles topográficos y curvas de tendido de conductores.

3.2.2.1. Redes de distribución rurales en M.T. a 7.6 kV

Se adopta la norma RA8-25: CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE ELECTRIFICACIÓN RURAL de Empresas Públicas de Medellín E.S.P.

En consecuencia también se adoptan las normas de Empresas Públicas de Medellín E.S.P:

RA3-011	Suspensión con neutro superior
RA3-012	Ángulo con neutro superior de 5 a 30 grados
RA3-013	Terminal con neutro superior
RA3-014	Referencia con neutro superior
RA3-026	Montaje transformador convencional
RA3-040	Instalación de aisladero monofásico y pararrayos

RA4-001	Suspensión secundaria
RA4-002	Ángulo secundario
RA4-003	Terminal secundaria
RA4-004	Referencia secundaria
RA4-017	Poste de acometida secundaria rural
RA4-020	Instalación de acometida aérea
RA4-100	Integrador de baja tensión
RA6-019	Instalación de amortiguadores

Estas normas solo aplican para el cumplimiento de la norma RA8-25 en electrificación rural, no son válidas para cualquier otra aplicación y no modifica otras secciones de la norma CENS.

En el caso que los materiales señalados en las normas anteriormente listadas no se encuentren entre los materiales especificados en el Capítulo 11 de la norma CENS se tomara el más cercano que se adapte a la necesidad previo visto bueno de CENS.

Las demás normas referidas en la Tabla 2. Normas a utilizar, se continuarán bajo norma CENS.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Regulación-	Primaria = 3%
	Secundaria =3%
	Rango voltaje +/-10%
Parámetros eléctricos	Alimentadores a 13.2 Kv.
Configuración Red	Ramales monofásicos a 7.6 Kv.
	Ramales secundarios trifilares a 120/240 V
	Ramales secundarios bifilares a120 V
Capacidad Transformadores monofásicos –Carga	3 KVA
	5 KVA
	10 KVA
	Se seleccionaran de acuerdo a la tabla de demanda diversificada diseñada para el sector rural.
	Se localizaran en sitios donde haya concentración de carga.
Calibre conductores	Líneas 13.2 kV. 7.6 Kv =ACSR No 2
	Ramales secundarios trifilares 120/240 V = Triplex No.4 AWG
	Ramales secundarios bifilares 120 V= Duplex 4 No.AWG
	Acometida cable concéntrico 1x 8 +8

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN				
	Para la selección del conductor técnico-económico óptimo se utilizara la tabla que relaciona en el anexo1.				
	Anexo ejemplo				
	USUARIOS	Secundaria	Secundaria	PRIMARIA	
		DPX No.4 Mts.	TPXNo.4 Mts.	ACSR No 2.	
		1	≤ 200	≤ 690	> 690
		2	≤ 110	≤ 390	> 390
		3	≤ 90	≤ 300	> 300
		4	≤ 60	≤ 230	> 230
		5	≤ 50	≤ 180	> 180
Posteria	Según Norma CENS				
Medidor de energía	Según Norma CENS				
Materiales y equipos	Los materiales y equipos suministrados por particulares o firmas contratistas para ser Instalados en el sistema de las Centrales Eléctricas de Norte de Santander S.A E.S.P deben ser nuevos y cumplir con el RETIE y tener certificado de producto, además de cumplir con las Especificaciones técnicas y Características Técnicas Garantizadas de las Empresas.				

Tabla 1. Criterios técnicos de diseño

CÓDIGO NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	Observación
RA3-011	Suspensión con neutro superior	Se Adopta
RA3-012	Ángulo con neutro superior de 5 a 30 grados	Se Adopta
RA3-013	Terminal con neutro superior	Se Adopta
RA3-014	Referencia con neutro superior	Se Adopta
RA3-026	Montaje transformador convencional	Se Adopta
RA3-040	Instalación de aisladero monofásico y pararrayos	Se Adopta
RA4-001	Suspensión secundaria	Se Adopta
RA4-002	Ángulo secundario	Se Adopta
RA4-003	Terminal secundaria	Se Adopta
RA4-004	Referencia secundaria	Se Adopta
RA4-017	Poste de acometida secundaria rural	Se Adopta
RA4-020	Instalación de acometida aérea	Se Adopta
RA4-100	Integrador de baja tensión	Se Adopta
RA6-001	Instalación de viento convencional	Según Norma CENS

CÓDIGO NORMA	DESCRIPCIÓN DE LA NORMA	Observación
RA6-010	Puesta a Tierra de Redes De Distribución Eléctrica	Según Norma CENS
RA6-019	Instalación de amortiguadores	Se Adopta
RA7-001	Tornillos y pernos	Se Adopta
RA7-007	Aislador tipo pin para 13.2 kV	Según Norma CENS
RA7-019	Percha	Según Norma CENS
RA7-024	Grapas de retención y suspensión	Según Norma CENS
RA7-030	Conector de comprensión tipo derivación	Según Norma CENS
RA7-035	Poste en concreto reforzado	Según Norma CENS
RA7-036	Poste en fibra de vidrio	Según Norma CENS
RA7-047	Extensión de ojo	Según Norma CENS
RA7-060	Transformadores que quedarán conectados al Sistema	Según Norma CENS
RA7-105	Aislador de porcelana tipo carrete	Según Norma CENS
RA7-108	Dispositivo de protección de sobretensión para el Sistema de 13.2 KV	Según Norma CENS
RA7-203	Caja hermética tipo intemperie para alojar medidor	Según Norma CENS
RA7-210	Conector de presión elástico en forma "C" con cuña	Según Norma CENS
RA7-211	Cable trenzado múltiple de aluminio, Aislado en XLPE 600 V.	Según Norma CENS
RA7-214	Cable de cobre aislado en polietileno XLP - 75°C o XLPE - 90° Con neutro concéntrico, para acometidas.	Según Norma CENS
RA7-217	Medidores de energía activa clase 1 y 2, monofásicos (bifilares - trifilares) y trifásicos	Según Norma CENS
RA8-001	Barrajes secundarios	Según Norma CENS
RA8-003	Cables y alambres de cobre con voltaje de servicio hasta 2000 V	Según Norma CENS
RA8-005	Fusibles para protección de ramales y transformadores de distribución	Según Norma CENS
RA8-040	Distancias mínimas de seguridad de conductores de energía eléctrica a edificios , otras instalaciones y al suelo	RETIE
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas	

Tabla 2. Normas a utilizar

Parágrafo 1: Los sistemas de puesta a tierra a utilizarse en este tipo de redes deberán ser los resultantes de algún procedimiento de cálculo, reconocido por la práctica de la ingeniería actual y los valores máximos de las tensiones de paso y de contacto a que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

3.3. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN.

3.3.1. Redes de distribución urbanas en B.T. (Red trenzada)

- ❖ Para el sector urbano las redes serán en cable trenzado antifraude, y serán alimentadas de transformadores de distribución con capacidad máxima de 45 kVA, por lo que los diseños en general (expansión o remodelación) se deberán ajustar a esta capacidad.
- ❖ En los casos en que se considere conveniente por parte de CENS, se permitirá la instalación de transformadores de mayor capacidad siempre y cuando se cumpla con los límites de regulación y pérdidas establecidos en el capítulo 2.
- ❖ Bajo condiciones de operación normal, el desbalance de corriente por fase en los transformadores de distribución no debe exceder el 20%, conforme a lo señalado en la NTC 5001.
- ❖ Las redes de baja tensión se construirán con postes de concreto, fibra de vidrio (PRFV), metálicos o en el material ensayado y probado para tal fin.
- ❖ El neutro en baja tensión en el sector urbano se aterrizará en el punto de ubicación del transformador y mínimo cada tres apoyos y en los finales de circuito, a fin de mejorar la seguridad del sistema, conectado por medio de conductor del electrodo de puesta a tierra, el cual se selecciona de acuerdo a lo establecido en la Tabla 34 del capítulo 2. El calibre mínimo del conductor del electrodo de puesta a tierra se debe seleccionar según la Tabla 35 del capítulo 2, si el material es Cobre, el mínimo establecido es alambre N° 4 AWG.
- ❖ El conductor de puesta a tierra es cable o alambre y se protegerá con tubo galvanizado metálico de ½" y de mínimo 3 m de longitud, asegurado con cinta de acero inoxidable mínimo en tres puntos cuando sea externa al poste, siempre y cuando el apoyo no cuente con el ducto embebido para esta aplicación.
- ❖ En toda la red se deberá garantizar la misma topología de red, tanto para la troncal como para los circuitos ramales según el tipo de transformador que sirva al circuito (trifásica tetrafilar o bifásica trifilar).
- ❖ En sectores donde CENS lo considere conveniente se podrán proyectar configuraciones de medida concentrada en el nodo del transformador, e instalando en la vivienda un repetidor de lectura. De igual forma se permitirá incorporar las nuevas tecnologías en la distribución de BT o nuevas configuraciones que faciliten la gestión operativa, y permitan mejorar los indicadores de calidad, confiabilidad del servicio y promuevan la disminución de la vulnerabilidad del sistema.
- ❖ La separación de los apoyos en BT no será mayor a treinta (30) metros en redes nuevas, remodelaciones y expansiones de red que requieran la reubicación de los apoyos existentes y en todo caso su diseño debe contemplar la interdistancia requerida en el RETILAP si se prevé que van a ser utilizados para la instalación de luminarias.

3.3.1.1. Calibre de los conductores.

- ❖ Los conductores de baja tensión, son de cable cuádruplex, triplex o dúplex de aluminio y aislamiento tipo XLPE 600V tal como se muestra en la especificación de producto del capítulo 11. El neutro puede ser en ACSR o en aleación de aluminio AAAC y las fases deberán ser en AAC.
- ❖ El calibre del neutro puede ser como máximo un calibre inmediatamente inferior al de las fases.
- ❖ Los conductores de las salidas del transformador deben ser en cable trenzado de un calibre que cumpla con la capacidad de corriente, regulación y pérdidas de potencia.
- ❖ Los extremos de los cables en finalizaciones de circuito y los puntos de empalme con conectores convencionales se deben cubrir con tapones adecuados para tal fin o con cinta autofundente y una capa de cinta aislante, para protegerlos contra contactos accidentales y entrada de humedad al cable.

3.3.1.2. Cajas para derivación de acometidas.

- ❖ La caja deberá ser instalada sobre el vano de la red trenzada a una distancia horizontal mínima de 2 m con respecto al poste, en aquellos casos en donde no sea posible su instalación en el vano, la caja para derivación de acometidas podrán ser ubicadas a 30 y 50 cm respectivamente de la parte superior del poste y se deberá contar con la autorización de CENS para ello. En el caso de poste de 12 m la ubicación del soporte para los conductores y la caja se hará siguiendo la horizontal del tendido de la red.
- ❖ La marcación de la conexión de la caja, será tal que permita una fácil instalación de las fases y de la secuencia de conexión de la misma, tanto en derivaciones como en los alimentadores de las cajas de distribución.
- ❖ El diseño de la caja de derivación debe ser tal que resista la radiación de los rayos solares y un ambiente con alta contaminación industrial en material polimérico, debe tener espacio suficiente para la entrada del alimentador principal y derivación de mínimo 8 acometidas domiciliarias todas ellas por la parte inferior, los barrajes deben tener la capacidad de corriente necesaria para la conexión de usuarios residenciales y comerciales, debe estar certificadas por una entidad acreditada por la autoridad correspondiente, debe poseer una cerradura y medios adecuados para asegurar en el poste.
- ❖ La conexión del cable a la red se debe hacer de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo para las fases R S T ó A B C con los conductores marcados con el código de colores de la tabla 9 del capítulo 2, respectivamente con el neutro en la parte inferior.
- ❖ Las conexiones y empalmes se harán con conectores certificados para tal fin, en redes trenzadas se deberá instalar un conector adicional al conductor del neutro. Dichos conectores podrán ser bimetálicos, tipo cuña o doble ranura, y en todos los casos se deberá garantizar una unión electromecánica adecuada y un aislamiento que proteja la conexión del ingreso de humedad.

3.3.1.3. Conectores para conexión a red trenzada.

- ❖ Las conexiones y empalmes se harán con conectores certificados para tal fin, en redes trenzadas se deberá instalar un conector adicional al conductor del neutro.
- ❖ Deben ser tipo cuña o de perforación, bimetálicos tipo tornillo fusible para conexión sellada a cables aislados XLPE-90°C (Principal y derivación), además debe llevar tapón sellador para el cable derivado, en caso de usarse el conector tipo cuña, el acabado final debe quedar totalmente aislado con cinta autofundente y aislante del mismo color del conductor y las cintas deben ser adecuadas para este uso de manera que no cause daño a los conductores o sus aislamientos
- ❖ Para efectos del presente reglamento los conectores, empalmes y terminales usados como elementos de unión, conexión o fijación de conductores o para el control del par galvánico en las uniones de conductores, terminales o bornes que el contacto pueda generar corrosión.
- ❖ Los conectores deben cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique y demostrarlo con certificado de producto expedido por organismo de certificación de productos acreditado. Deben garantizar que no generan corrosión con el conductor o conductores que conecta.
- ❖ El material del conector, empalme o terminal debe garantizar que los cambios de temperatura no afecten las características de la conexión y se puedan presentar puntos calientes o posibles puntos con riesgo de falla.
- ❖ Los proyectos para usuarios comerciales deben tener una conexión directa a la red por medio de conectores de perforación o tipo cuña aislados en forma adecuada.

3.3.1.4. Anclaje de acometida sobre poste.

- ❖ Las acometidas se sujetarán al poste por medio de una grapa de retención (tensor) aislada para cable concéntrico.

3.3.1.5. Cinta y hebilla de acero inoxidable.

- ❖ La cinta y hebilla deben ser de acero inoxidable, $\frac{3}{4}$ " de ancho, baja en carbono y alta resistencia mecánica con las especificaciones descritas en el capítulo 11 de la norma CENS y será utilizada como elemento de fijación de medidores en poste, perchas de un puesto, fijación de ductos bajantes, entre otros.

3.3.1.6. Grapa de retención (tensor) para acometida en poste.

- ❖ Su fabricación debe ser de tal forma que resista las condiciones corrosivas del medio ambiente, con resistencia mecánica mínima de 200 kg, los anclajes deben venir para alojar la acometida de concéntrico de varios calibres. Los anclajes pueden ser de tipo cuña o preformado.

3.3.1.7. Acometida domiciliaria.

- ❖ La acometida debe ser en cable de cobre ser de tipo antifraude como el concéntrico, aislamiento en polietileno reticulado color negro (XLPE-90°C) y se debe asegurar que la regulación de tensión en la acometida no supere los límites establecidos en la tabla 21 del capítulo 2 (2%).
- ❖ El calibre mínimo debe ser N° 10 AWG para instalaciones monofásicas de capacidad instalable menores o iguales a 3 kVA y 8 AWG para instalaciones superiores a 3 kVA y menores o iguales a 15 kVA, en todo caso se deberá hacer el cálculo correspondiente.
- ❖ Salvo excepciones que permite la NTC 2050 en la sección 230-23, el cable se debe sujetar mediante tensores de acometida o aisladores tipo carrete. Cuando existe solo una o dos acometidas domiciliarias, o acometidas de calibres superiores al dos se conectarán directamente de la red mediante conectores apropiados, utilizando conectores por separado para cada acometida.

3.3.1.8. Cable para conexión de la caja a red trenzada.

- ❖ Se debe utilizar conductores de cable trenzado con aislamiento y chaqueta en polietileno reticulado XLPE-90°C, triplex o dúplex, de calibre mínimo 2 AWG con neutro AAAC o ACSR.

3.3.1.9. Electrodo de puesta a tierra.

- ❖ Debe ser fabricada en material resistente a la corrosión y debidamente certificado, las características técnicas deberán ser las especificadas en el capítulo 11 y cumplir con el numeral 2.11.3.1 del Capítulo 2.

3.3.1.10. Grapas de retención y suspensión.

- ❖ Su fabricación debe ser de tal forma que resistan las condiciones corrosivas del medio ambiente. Deberán ser de un material resistente a la tensión ejercida y al peso de los conductores.
- ❖ Las grapas de retención del conductor y los empalmes deben soportar una tensión mecánica en el cable de por lo menos el 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.

3.3.1.11. Perchas de un puesto.

- ❖ Se permite la instalación de perchas de un puesto con su respectivo aislador de carrete para apoyar la red trenzada, los cuales deben cumplir con la especificación técnica señalada en el Capítulo 11.

3.3.2. Redes de distribución rurales en B.T.

- ❖ En el sector rural se podrán construir redes en cable trenzado o sistemas de medida centralizada.

- ❖ Los apoyos pueden ser de concreto, metálico, o fibra de vidrio dependiendo de las condiciones de acceso que existan en el sector.
- ❖ El neutro en baja tensión se aterrizará cada 3 apoyos, en el apoyo de ubicación del transformador y en todos los apoyos finales del circuito o en los apoyos que por topografía del terreno sean más vulnerables a descargas atmosféricas, la conexión se realizará por medio de conductor de puesta a tierra el cual se selecciona de acuerdo a lo establecido en la Tabla 34 del Capítulo 2. El calibre mínimo se debe seleccionar según la Tabla 35 del capítulo 2, si el material es Cobre, el mínimo establecido es alambre N° 4 AWG.
- ❖ En el caso de electrificación rural las distancias de pasos en flojo (previa autorización de la Empresa) y entre postes, dependerán de la topografía del terreno y el diseño debidamente registrado en la Empresa.
- ❖ El suministro de energía eléctrica mediante transformadores exclusivos con capacidad menor a 5kVA se llevará a cabo ante las siguientes condiciones:
 - Se tiene un solo usuario.
 - No existe capacidad disponible o posibilidad de ampliarla con transformadores de CENS para atender la carga solicitada.
 - El estudio de factibilidad se hará teniendo en cuenta la proyección de demanda o teniendo en cuenta los usuarios asociados al punto de transformación.

3.4. REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS EN M.T Y BT.

Los diámetros mínimos de los ductos establecidos son: Para 34,5 kV y 13,2 kV de 6", BT 4" y para alumbrado público según el diseño presentado. Se debe dejar mínimo dos ductos de reserva por cada uno de los niveles de tensión.

Además deben cumplir con las disposiciones establecidas en el capítulo 3 de la NTC 2050 revisión de noviembre de 1998 en especial las secciones 341-352 de la misma y el capítulo 7 del RETIE.

3.4.1. Ductos y canalizaciones.

- ❖ Las canalizaciones o ductos deben ser de materiales que reúnan las siguientes condiciones:
 - No higroscópicos.
 - Poseer un grado de protección adecuada al uso.
 - Garantizar que no rasguen o deterioren el aislamiento de los conductores.
- ❖ Se acepta el uso de tubos corrugados de PVC de doble pared (tipo TDP) o de polietileno de alta densidad para la protección mecánica térmica de cables de redes de media y baja tensión
- ❖ Deberá mantenerse una distancia útil de 0,2 metros entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, calefacción, vapor, aire comprimido, etc.). Si esta distancia no puede ser mantenida se debe separar en forma efectiva las instalaciones a través de una hilera

cerrada de ladrillos u otros materiales dieléctricos, resistentes al fuego, a los arcos eléctricos y malos conductores de calor y de por lo menos 5 cm de espesor.

- ❖ Los conductores dentro del ducto deben conservar la misma disposición y adecuación a lo largo de todo su recorrido, asegurando que se mantenga la separación de los circuitos
- ❖ No se permite la instalación de cables sobre el nivel del suelo terminado, se entiende por “suelo terminado” el que habitualmente es pisado por las personas.
- ❖ La profundidad de enterramiento de ductos para redes de distribución subterráneas, tomadas desde la superficie superior del suelo terminado hasta la parte superior del conductor o del ducto no debe ser menor a los valores encontrados en la tabla 3. Excepción: cuando existan conflictos con otras instalaciones subterráneas existentes en áreas peatonales para menos de 150 V pueden ser enterradas a una profundidad no menor a 0,45 m.

TENSION FASE – FASE (V)	PROFUNDIDAD DEL DUCTO (m)	PROFUNDIDAD DEL CONDUCTOR EN ENTERRAMIENTO DIRECTO (m)
Alumbrado público	0.50	0.50
0 a 600	0.60	0.60
601 a 34500	0.75	0.95
34501 a 57500	1.00	1.20

Tabla 3. Profundidades mínimas de enterramiento de redes de distribución subterráneas

- ❖ Los ductos se instalarán con una pendiente mínima del 1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo de 0,70 de relleno sobre el ducto.
- ❖ Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones deberán estar alojados en un ducto que salga como mínimo 0.3 m del perímetro de la construcción.
- ❖ Se deben instalar todos los conductores de un circuito de la línea, sea monofásica o polifásica con su conductor de neutro y puesta a tierra de protección en el mismo ducto, si por las dimensiones del ducto no caben todos los conductores del circuito, se deberán utilizar ductos paralelos, siempre que estén cercanos y no sean de materiales conductores de la electricidad. En ductos metálicos o conductores todo el circuito debe ir en el mismo ducto, ya que circuitos incompletos inducen corrientes que calientan el ducto, comprometiendo la seguridad.
- ❖ Las canalizaciones subterráneas en ductos, deben tener cámaras de inspección o de paso que cumplan los requerimientos anteriormente expuestos, deben ser instaladas en tramos rectos una cámara máximo cada 40 metros de conducto y en donde existan cambios de ángulo o de dirección de la trayectoria, salvo cuando existan causas debidamente justificadas que permita una distancia mayor, (por ejemplo, cruce de grandes avenidas), en cuyo caso deberá quedar asentado en la memoria o especificación técnica del proyecto.

- ❖ Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja será una superficie firme, lisa, libre de discontinuidades y sin obstáculos. El cable se dispondrá con una barrera de protección contra el deterioro mecánico, para lo cual se podrán utilizar ladrillos u otro tipo de cubierta mecánica. A una distancia entre 20 y 30 cm por encima del cable deben instalarse cintas de identificación o señalización no degradables en un tiempo menor a la vida útil del cable enterrado.
- ❖ Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, deben realizarse en cámaras o cajas de inspección que permitan mantener las condiciones y grados de protección aplicables. Las dimensiones internas de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salidas serán adecuadas a las funciones específicas y permitirán el tendido en función de la sección de los conductores.
- ❖ Los circuitos y sus fases dentro de las cajas de inspección deben quedar debidamente identificados en las cámaras de inspección.
- ❖ Las uniones entre conductores deben asegurar la máxima hermeticidad posible y no deben alterar su sección transversal interna. Cuando se utilicen ductos metálicos, estos deben ser galvanizados en caliente y estar conectados eléctricamente a tierra.
- ❖ Se permite el uso de conductores de aluminio en redes subterráneas de baja y media tensión siempre que el cable esté certificado para uso subterráneo, sea instalado por profesionales competentes y se cumpla una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC, tanto el producto como en la instalación.
- ❖ Todas las instalaciones subterráneas se deben conectar a tierra y unir equipotencialmente, toda caja de inspección que cuente con barrajes, estos deberán disponer de un SPT y estar debidamente aterrizados.
- ❖ Los ductos y canalizaciones de la red de M.T. podrán alojar redes de telecomunicaciones previa autorización de CENS S.A E.S.P. y solo serán de paso, siempre y cuando exista disponibilidad de ductos libres para las redes de telecomunicaciones y no estén proyectados para expansiones de la red eléctrica de CENS S.A E.S.P. Además, no se permitirán derivaciones ni la instalación de equipos y puestas a tierra del sistema de telecomunicaciones dentro de las cajas.
- ❖ En la red principal o troncal se permite como máximo un cambio de calibre del conductor.
- ❖ No se permitirán redes de alumbrado público y redes de telecomunicaciones en un mismo ducto.

3.4.2. Cajas de redes subterráneas.

- ❖ Se construirán en ladrillo tolete recocido colocado en forma ‘trabado’ en tizón, con las superficies internas pañetadas, el piso de concreto de 175 kg/cm² (2500 psi) sobre una capa de recebo debidamente compactada, en todo caso se deberá su diseño deberá ser soportado por respectivos cálculos dando cumplimiento a lo establecido por la norma de sismorresistencia vigente y deberá contar con un fondo que permita el drenaje de la misma mínimo de 30 x 30 cm.

- ❖ Las dimensiones de las cajas deberán estar de acuerdo con su uso y nivel de tensión, y deberán cumplir con las disposiciones establecidas en la sección 370 de la NTC 2050.
- ❖ Las cajas y tapas para redes subterráneas, podrán ser prefabricadas, siempre que sean de materiales resistentes a la corrosión, que resistan impacto y aplastamiento, dependiendo del ambiente y el uso del suelo donde se instalen, lo cual debe demostrarse mediante el cumplimiento de una norma técnica para ese tipo de producto, tal como la **ANSI/SCTE 77**.
- ❖ Deberán poseer un gancho de tiro a la distancia adecuada, el cual debe estar embebido en la estructura por medio de los métodos adecuados.
- ❖ Las cajas de inspección deben quedar localizadas en andenes y/o zonas verdes siempre y cuando exista la disponibilidad de espacios para tal caso. No podrán tener ningún elemento sobre ellas que impida el libre retiro de la tapa y las tapas respectivas deben ir identificadas con el logo de CENS y un número respectivo asignado por CENS.
- ❖ Las cajas para redes de M.T. podrán alojar redes de 13.2 y 34.5 kV previa aprobación de CENS S.A E.S.P., permitiéndose solo la derivación de un nivel de tensión dentro de la caja. En ningún caso podrán ser cruzadas por ductos de acueducto, gas, alcantarillado e hidrocarburos. Además, las canalizaciones que pertenezcan al sistema de distribución no pueden ser utilizadas para circuitos internos.
- ❖ Las cajas de inspección en redes de M.T. y B.T. deben de ser independientes.
- ❖ Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de boquillas terminales adecuados, los ductos de reserva deberán taponarse a fin de mantenerse libres de basuras, tierra o animales.
- ❖ Se deben construir desagües en las cajas de inspección en la parte más baja de cada trazado y donde se requiera. Estos irán en tubería de 1 ½" a 2 ½" de diámetro y conectado, cuando exista la posibilidad, a la red de aguas lluvias de la vías asegurando una pendiente adecuada, como mínimo del 10%, si la red de aguas lluvias se encuentra a un nivel superior del piso de la cámara de inspección, entonces se debe construir una cámara sencilla intermedia, en la cual la ductería y el drenaje tengan un nivel superior a la red de aguas lluvias.
- ❖ En lugares que son susceptibles a inundaciones, se deberá instalar una válvula anti-retorno (válvula check), adicionalmente deberá instalarse un filtro en predisco o triturado en la base de la caja, que permita una fácil dispersión del agua.
- ❖ Se deben instalar juegos de terminales preformados adecuados para conductores de potencia, para uso exterior o interior según necesidad.
- ❖ Los empalmes y derivaciones de los conductores que deben ser accesibles y realizarse en las cajas de inspección. Las derivaciones deben ser mediante barrajes preformados (rígidos o terminales tipo T (para MT) y debe existir un barraje o terminal por cada fase.
- ❖ Se permite el uso de conductores de aluminio en redes subterráneas de baja y media tensión

siempre que el cable esté certificado para este uso, además debe ser instalado por profesionales competentes y se debe cumplir una norma técnica internacional o NTC, tanto del producto como en la instalación.

- ❖ Los ductos metálicos que realizan el empalme entre la red aérea y la red subterránea deben ser conectados sólidamente a tierra.
- ❖ En los conjuntos cerrados las cajas de inspección pertenecientes al sistema de distribución son de uso exclusivo para este fin y por esta razón no se permite que los circuitos que hagan parte de las instalaciones internas pasen a través de estas cajas, por lo tanto las redes internas deben tener sus propias cajas de inspección de manera independientes a la red de distribución y/o acometidas
- ❖ Las cajas para redes de B.T. podrán alojar redes de alumbrado público y telemáticos, pero solo serán de paso (sin derivaciones) y siempre y cuando exista disponibilidad de ductos libres para las redes de telecomunicaciones y no estén proyectados para expansiones de la red eléctrica de CENS S.A E.S.P y se cuente con la previa autorización de CENS S.A E.S.
- ❖ El diseño de la caja debe contemplar aspectos operativos como:
 - Bucles de conductores, distancia entre conductores de diferentes circuitos.
 - Métodos de sondeo y gancho de tiro.
 - Alturas de trabajo
 - Distancia de seguridad o contacto.
- ❖ Las cajas de distribución deberán contar con los equipos, barrajes y herrajes adecuados para la distribución en media y baja tensión.
- ❖ Los conductores usados deben contar con la identificación adecuada:
 - Conductor principal de entrada.
 - Conductor principal de salida.
 - Derivación de acometida, identificando el nombre o razón social del dueño de la acometida.
 - Derivación de conductor principal.
- ❖ Las entradas y salidas no usadas deberán ser selladas.

3.5. AISLAMIENTO EN REDES.

El tipo de aislamiento se seleccionará de acuerdo con el nivel de tensión de servicio de la siguiente manera:

NIVEL	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	BIL (kV)
Baja tensión	0,6	25

NIVEL	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV)	BIL (kV)
Media tensión 13,2 kV	17,5	95
Media tensión 34,5 kV	36,0	170

Tabla 4. Niveles de aislamiento.

La selección de aisladores cumplirá con lo establecido en el capítulo 11.

3.6. SELECCIÓN DEL CONDUCTOR.

- ❖ Todos los cálculos para la selección del conductor tienen como base la demanda máxima diversificada proyectada y se debe seleccionar de tal forma que cumpla con los valores establecidos de regulación, de porcentajes de pérdidas de potencia establecidos en el capítulo 2 y debe tenerse en cuenta el criterio de pérdidas técnicas en la selección del conductor económico.
- ❖ Los conductores deben cumplir con las especificaciones mínimas establecidas en capítulo 11 para cada tipo de red, utilización e instalación.
- ❖ La Empresa no aceptará conductores maltratados, quemados perforados o con abolladuras, estos deben ser nuevos y cumplir con las normas correspondientes.
- ❖ En ningún momento los conductores deben ser sometidos a tensiones mecánicas por encima de las especificadas y el tendido en redes aéreas no debe pasar el 25% de la tensión de rotura.
- ❖ Deben instalarse con los herrajes apropiados para el tipo, material y calibre del conductor.
- ❖ Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión mecánica de rotura sin que el conductor se deslice.
- ❖ En líneas y redes no se permite empalmar más de un conductor, ni se acepta hacer más de un empalme por vano. Los empalmes deberán estar a una distancia mínima de tres (3) metros de los respectivos soportes. No se aceptarán empalmes en vanos que atraviesan vías principales. Las uniones deberán ser ejecutadas con el empalme apropiado para tal fin (ejemplo: Full tensión)
- ❖ Los puentes en postes de abertura deben hacerse en el mismo calibre del ramal principal.
- ❖ En todo apoyo en suspensión o de paso el conductor sobre el aislador de pin debe tener su blindaje correspondiente.

3.7. PROTECCIÓN Y MANIOBRAS DE LÍNEAS Y REDES.

En general, para protección y maniobra de redes en media tensión se tendrán en cuenta los criterios que se describen a continuación, en el Capítulo 11 se resumen los dispositivos de protección y sus características para distintos niveles de tensión.

La protección contra sobrecorriente de los transformadores de distribución se hará a través de fusibles tipo K. Cuando la protección de ramales de MT se realice por medio de fusibles, estos deberán ser tipo T.

Para la instalación de los DPS tipo distribución se deben atender las recomendaciones de los literales **d** y **f** del numeral 20.14.2. del RETIE. Los nuevos transformadores incluyen accesorios que permiten dar cumplimiento a lo anteriormente indicado.

La instalación de los reconectores se debe realizar conforme se indica en la norma CNS-NT-03-01 Montaje de Reconectores en Niveles de Tensión II y III.

3.7.1. Distribución urbana en M.T.

- ❖ Las redes de distribución subterráneas derivadas de subestaciones cabinadas utilizarán como equipo de maniobra seccionadores para operación manual tripolar bajo carga, sin fusibles.
- ❖ La protección contra sobretensiones en la red subterránea se efectúa con descargadores de sobretensión tipo resistencia no lineal ubicados en los puntos donde esté abierto el circuito, al final del circuito y en el poste donde se hace la transición de circuito aéreo a subterráneo o viceversa.

3.7.2. Distribución rural en M.T.

- ❖ En redes aéreas todo circuito derivado de un alimentador principal en media tensión se protegerá con cortacircuitos tipo abierto de caída libre que utilizarán hilos fusibles tipo lento, seleccionados, en forma general, con un valor igual o el más próximo normalizado a la corriente de la demanda máxima diversificada inicial.
- ❖ Todo alimentador primario aéreo rural con tensión igual o superior a 34,5 kV debe llevar cable de guarda aterrizado en todas las estructuras u otro sistema de protección adecuado contra sobretensiones, de tal manera que el número de salidas por año cumpla lo establecido en la tabla 42 del Capítulo 2.
- ❖ La impedancia de puesta a tierra en cada punto de aterrizaje, debe cumplir con lo indicado en tabla 38 del Capítulo 2, el calibre del bajante del electrodo de puesta a tierra se debe calcular de acuerdo a la tabla 37 del Capítulo 2, los electrodos de puesta a tierra se deben seleccionar de acuerdo a la tabla 34 del Capítulo 2.
- ❖ Cuando una línea o red no apantallada se derive de un alimentador primario blindado con cable de guarda se utilizarán DPS's tipo distribución localizados en el punto de derivación.

3.7.3. Estribos

- ❖ Los estribos deberán instalarse en estructuras para derivaciones de red, transformadores de distribución, reguladores de tensión, derivación en acometidas en media tensión, en DPS y demás equipos de control, protección y maniobra susceptibles de mantenimiento, cambio o desincorporación del SDL de CENS.

- ❖ Se deben instalar en la red de media tensión o la red principal, para realizar la debida conexión se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- ❖ Para la instalación en la red troncal se deberá tener el calibre adecuado del estribo, con el fin de evitar puntos calientes o termocuplas que degraden el conductor de la troncal, el calibre mínimo de conexión será calibre 2 AWG, en todo caso se debe asegurar que el calibre del estribo soporte las corrientes a las cuales estará operando.
- ❖ Se instalarán por lo menos a un metro de la estructura que contiene el equipo o derivación a energizar.
- ❖ El ajuste de los estribos se hará a través de conectores de compresión apropiados y certificados, los cuales deberán garantizar una conexión electromecánica permanente y segura.
- ❖ Los estribos y sus componentes deberán cumplir con lo establecido en el RETIE y las normas vigentes que le apliquen.
- ❖ El estribo deberá ser fabricado en cobre, aleación de cobre o aleación probada y ensayada para su uso continuo en las conexiones entre cobre – cobre, cobre – aluminio, aluminio – aluminio.

3.7.4. Grapa para operar en caliente.

- ❖ Las grapas para operar en caliente serán usadas en conjunto con los estribos, destinadas a operar en tensiones de 13.2 kV y 34.5 kV, en estructuras para derivaciones de red, transformadores de distribución, reguladores de tensión, derivación en acometidas en media tensión, en DPS y demás equipos de protección y maniobra susceptibles de mantenimiento, cambio o desincorporación del SDL de CENS.
- ❖ Son utilizados para conexiones bimetálicas, así como monometálicas.
- ❖ El calibre de la grapa será adecuado para el estribo de conexión a la red de media tensión.
- ❖ Las grapas deberán ser adecuadas para la instalación con pértiga, desde el nivel del piso, permitiendo un fácil ajuste a la red de media tensión.
- ❖ La grapa para operar en caliente deberá ser fabricada en cobre, aleación de cobre o aleación probada y ensayada para su uso continuo, con conexiones entre cobre – cobre, cobre – aluminio, aluminio – aluminio.
- ❖ La grapa para operar en caliente deberá cumplir los requerimientos de la NTC 2244.

3.8. DISEÑO MECANICO.

3.8.1. Hipótesis de diseño para líneas.

3.8.1.1. Condición inicial de tendido.

- ❖ Velocidad del viento : 0 km/hora
- ❖ Temperatura del conductor : Temperatura ambiente.
- ❖ Tensión mecánica : Máximo. 25% de tensión de rotura.

3.8.1.2. Condición extrema de trabajo mecánico.

- ❖ Velocidad del viento : 100 km/hora
- ❖ Temperatura del conductor : Temperatura ambiente mínima de la zona donde se instala el conductor.
- ❖ Tensión mecánica : Máx. 50% de tensión de rotura.

3.8.1.3. Condición extrema de flecha.

- ❖ Velocidad del viento : 0 km/hora
- ❖ Temperatura del conductor : Temperatura del conductor a la máxima temperatura ambiente y máxima corriente de diseño.

3.8.2. Diseño topográfico.

3.8.2.1. Selección de ruta.

La ruta debe ser recta y de fácil acceso, pudiendo sufrir desviaciones solo para evitar:

- ❖ Cruce de terrenos.
- ❖ Pantanos.
- ❖ Lagos.
- ❖ Zonas de inestabilidad geológica.
- ❖ Aeropuertos.
- ❖ Bosque cuya tala no autoriza la autoridad competente.
- ❖ Construcciones.
- ❖ Campos deportivos.
- ❖ Otros a consideración de CENS.

Cualquier cambio que modifique la ruta directa, debe justificarse técnica y económicamente.

La localización definitiva requiere una evaluación de las siguientes condiciones:

- ❖ Bajo costo de servidumbres.
- ❖ Bajo costo de construcción.
- ❖ Bajo costo de mantenimiento.
- ❖ Bajo impacto Ambiental

3.8.2.2. Perfil topográfico.

El diseño de todas las líneas y redes rurales y/o urbanas de media tensión se hará con base en el

levantamiento topográfico de la ruta, el cual debe incluir una vista de planta de la poligonal y su correspondiente nivelación. Se deben cumplir las siguientes normas para levantamiento topográfico.

- ❖ Indicar gráficamente si el teodolito tiene cero en el Zenit, cero en el nadir, o cero horizontal.
- ❖ Toma de cota con altímetro en el punto de inicio.
- ❖ Toma del azimut en el punto de inicio.
- ❖ La distancia máxima permitida estará determinada por el hecho de que la lectura de los hilos inferior, medio y superior sean REALMENTE leídos en la mira.
- ❖ Indicar todo POT o DELTA así como todos los detalles relevantes con la siguiente denominación:
 - De la letra **A** a la **L** para detalles adelante.
 - De la letra **M** a la **Y** para detalles atrás.
 - La letra **Z** se reserva para contra lectura.
- ❖ Es exigencia ineludible la toma de contra lectura debido a que éste es un punto de auditaje de levantamiento.
- ❖ En todo punto de armada del teodolito tiene que indicarse la altura instrumental.
- ❖ Periódicamente debe verificarse el resultado de cota con altímetro para detectar posibles descalibraciones de teodolito.
- ❖ Los detalles relevantes que deben consignarse en el levantamiento son:
 - Caños, quebradas, ríos, pantanos, árboles o bosques, erosiones, cercas, carreteras, carretables, vías de acceso, aeropuertos, estaciones repetidoras.
 - Cruces o vecindad de líneas eléctricas o telefónicas, edificios, casas, etc., indicando su altura con respecto al eje de la línea. Se define por vecindad una distancia de veinte (20) metros lado y lado del eje de la línea.
- ❖ Debe instruirse a la comisión de topografía sobre la interdistancia aconsejable entre ángulos, la cual debe estar determinada por la ubicación de retenciones 2.000 metros, 3000 metros, etc. Esta interdistancia debe respetarse en lo posible apartándose de ella solamente cuando a criterio del topógrafo sea necesario.
- ❖ La ubicación de los POT debe elegirse donde sea posible la instalación de estructuras.
- ❖ Deben indicarse los nombres de los propietarios de los predios así como el tipo de cultivo y cualquier otra información que pueda ser susceptible de indemnización.
- ❖ En los sitios no hábiles para estructuras debe indicarse claramente "No ubicar estructuras".
- ❖ El estacamiento debe someterse a las siguientes convenciones:

- Cada **POT** debe pintarse de rojo y las referencias atrás y adelante en amarillo, a una distancia entre 5 y 10 metros del POT.
- Cada **DELTA** debe pintarse de rojo y las referencias en amarillo; en este caso deben indicarse sus seis (6) referencias así:
 - Dos en la dirección de llegada, adelante y atrás.
 - Dos en la dirección de salida, adelante y atrás.
 - Dos sobre la bisectriz a lado y lado del punto.
- ❖ Las distancias de las referencias son las mismas indicadas para los **POT**.
- ❖ Tanto en **POT** como en **DELTAS** deben indicarse el número correspondiente y aprovechar cualquier objeto estable tal como piedras, árboles o cercas para resaltar y referenciar el punto.
- ❖ El levantamiento topográfico debe estar consignado en la cartera en forma tal que identifique los diferentes detalles y permita su unificación.
- ❖ La anterior información deberá ser clasificada y entregada al área correspondiente.
- ❖ El levantamiento se podrá hacer mediante taquímetro o distanciómetro, con una precisión en planimetría, de 1:10 000, y en nivelación, de 1 segundo para ángulos por estación de armado.
- ❖ Cuando el levantamiento se hace por taquimetría se someterá a las siguientes restricciones:
 - Máxima visual : 500 metros.
 - Máximo ángulo vertical : 30 grados.
- ❖ Deben identificarse todos los detalles que afecten de alguna manera la construcción y funcionamiento de la línea, localizados sobre el ancho de la misma, tales como:
 - Cultivos que atraviesa.
 - Censo de propietarios.
 - Cruces con:
 - Otras líneas eléctricas.
 - Líneas de comunicaciones.
 - Vías peatonales.
 - Vías vehiculares.
 - Vías férreas.
 - Arroyos, quebradas, ríos.
 - Lagos.
 - Depresiones.
 - Construcciones.
 - Cercados
 - otros.

- ❖ La orientación de estos detalles se definirá mediante el azimut magnético.
- ❖ En aquellas zonas donde la poligonal corre lateralmente a la pendiente del terreno y esta sea mayor del 10%, se debe tomar nivelación de los puntos localizados perpendicularmente a la poligonal, en los sitios donde se tomen las visuales y a una distancia de 8 metros del eje de la línea.
- ❖ La línea se dejará materializada sobre el terreno de la siguiente manera:
 - Mojoneros de concreto: Puntos de iniciación y terminación de la línea.
 - Localización de estructuras
 - En alineamientos mayores de 1.000 metros.
 - Estacas de madera: Como testigos de ángulo y de alineamiento en las desviaciones y se utilizarán como abscisado y la nivelación de la poligonal con base en el punto de iniciación.

3.8.3. Estudio de suelos

Se exigirá un estudio tendiente a determinar la capacidad portante del terreno, la configuración morfogeológica del mismo y el nivel freático, en aquellos casos que CENS lo considere necesario.

3.8.4. Conductores.

3.8.4.1. Plantillado.

La plantilla se elegirá para un vano regulador supuesto, efectuando el cálculo de la tensión para la condición extrema de flecha. Con esta tensión se calcula el parámetro del conductor y con este la catenaria. El vano regulador obtenido se revisará sucesivamente hasta obtener una variación máxima del 5% entre el vano regulador supuesto y el vano regulador resultante en el plantillado.

La curva deberá trazarse y recortarse sobre un medio consistente y transparente, junto con las siguientes curvas adicionales:

- ❖ Curva de tierra: Distancia de seguridad a tierra.
- ❖ Curva de localización de apoyos: Altura del conductor en la estructura. Se requiere trazar curvas igual al número de alturas de estructura que existan.
- ❖ Escala (Ver Capítulo 12).
- ❖ Dimensión: Se construirá para un vano no inferior al vano máximo previsto.
- ❖ Cantidad: Se podrán elegir y construir varias plantillas de acuerdo a las diferentes condiciones topográficas y/o climatológicas que se presenten en línea.

Cuando se localicen las estructuras y se efectúe el cálculo de los vanos reguladores resultantes se comprobará en cada caso el parámetro elegido, no pudiendo ser inferior éste.

3.8.4.2. Cálculo de flechas y tensiones.

El cálculo deberá tener el siguiente grado de detalle de acuerdo al tipo de línea así:

a. Líneas de MT.

- ❖ Tablas de tensiones de tendido para intervalos de 5°C, para cada tramo de tendido, variando entre 10 y 40°C.
- ❖ Tensiones máximas de trabajo para cada tramo de tendido.
- ❖ Tabla de flechas para cada vano individual, para intervalos de 5 grados centígrados, variando entre 10 y 40 grados.
- ❖ Vano peso en metros y kilogramos, obtenidos del plantillado para cada estructura.
- ❖ Vano viento en metros y kilogramos para cada estructura.
- ❖ Separación horizontal de conductores en cada estructura para condición de máxima flecha.
- ❖ Verificación de vano crítico

3.8.5. Apoyos.

Se elegirán de acuerdo con lo establecido en el capítulo 11 de tal manera que se dé cumplimiento a las condiciones establecidas a continuación:

- ❖ Los postes, torrecillas y en general las estructuras de soporte de redes de distribución deben demostrar el cumplimiento del RETIE mediante Certificado de Conformidad de Producto, expedido por un organismo de certificación acreditado por el ONAC, o por el mecanismo que MME establezca para casos específicos.
- ❖ Se deben usar postes de dimensiones estandarizadas de 8, 9, 10, 12, 14, 16, 18 m, con tolerancias de más o menos 50 mm.
- ❖ Se permite el uso de postes de 7 m de altura para la instalación de redes secundarias en zonas rurales.
- ❖ En áreas aisladas de escasa presencia de personas, donde se utilicen conductores aislados o semiaislados y para acometidas secundarias aisladas se permite el uso de postes de menor longitud.
- ❖ Se podrán utilizar postes de 6 m de altura (tipo alfardas) para soportar acometidas aéreas aisladas desde el medidor hasta el tablero de distribución de la edificación, siempre que su resistencia a la rotura no sea menor de 250 kgf.
- ❖ Se podrá utilizar postes seccionados, siempre que la resistencia mecánica a la rotura no sea menor a la requerida para soportar todas las fuerzas que actúen sobre él.
- ❖ Los apoyos propenderán a ubicarse en las calles siguiendo el costado norte y en las avenidas por el costado occidental, siempre y cuando las condiciones de espacio y construcción lo permitan a fin de cumplir las distancias de seguridad según está establecido en el capítulo 2.

- ❖ Los apoyos ubicados sobre autopistas y carreteras con velocidad de circulación alta y extra alta, deben ser pintados con franjas amarillas y negras para aumentar su visibilidad.
- ❖ Todo poste debe ser debidamente aplomado y alineado; la orientación de las perforaciones debe hacerse en el sentido de la dirección de las redes.
- ❖ El empotramiento de la postería se hará según la siguiente ecuación:

$$H1=0,1H+ 0,6 \text{ (m)}.$$

Siendo H1 la Longitud de empotramiento y H la Longitud total del poste (m).

- ❖ Las excavaciones para hincar la postería deberán ser circulares con un diámetro uniforme y como mínimo 30 cm mayor al diámetro de la base del poste, su ubicación será junto al sardinel de los andenes con el ánimo de cumplir las distancias de seguridad descritos en el numeral 2.15 del capítulo 2.
- ❖ La apisonada de los postes se hará en capas no mayores a 20 cm y en ningún caso se podrá emplear tierra blanda y húmeda o conteniendo basuras, raíces y demás elementos que impidan la compactación adecuada.
- ❖ En terrenos con baja resistencia, presencia de humedad, arcillas expansivas y otras características especiales del terreno, CENS exigirá una cimentación con recebo debidamente compactada o cimentación con concreto. Todo poste que requiera ser cimentado, se hará con una mezcla de recebo y cemento del 25%, el cual debe ser compactado desde su base en capas de 10 centímetros de espesor.
- ❖ La postería de concreto a utilizar en las redes de baja y media tensión tendrá como mínimo una carga de rotura de 510 kg para estructuras de paso y de 750 kg y 1050 kg para retenciones y terminales de circuito respectivamente.
- ❖ Queda prohibida la instalación de postes metálicos cercanos a líneas de transmisión de alta tensión, debido al riesgo existente de inducción de corriente en la estructura metálica en situaciones climatológicas desfavorables.
- ❖ Los postes y estructuras deben ser resistentes a la intemperie y deben ser probados para operación en estos ambientes.
- ❖ Los postes de concreto de sección circular o poligonal deben presentar una conicidad entre 2 y 1,5 cm/m de longitud. Se exceptúan de este requisito los que son construidos por secciones acoplables con pernos.
- ❖ Los postes de concreto, deben disponer de una platina u otro elemento metálico de sección no menor a 78 mm², localizado a menos de un metro de la marcación de enterramiento, que sirva de contacto eléctrico entre el acero del armazón del poste y el medio exterior de conexión de la puesta a tierra.

- ❖ El poste, bajo la acción de una carga aplicada a 20 cm de la cima, con intensidad igual al 40% de la carga mínima de rotura, no debe producir una flecha superior al 3% de la longitud libre.
- ❖ Cuando el poste quede instalado en lugares aledaños a vías de alta velocidad vehicular, susceptibles de ser impactados por vehículos, el diseñador o el constructor debe determinar y utilizar la tecnología constructiva que presente el menor riesgo para pasajeros y vehículos, además se debe pintar de amarillo y negro en franjas alternadas, a una altura visible para conductores y transeúntes con un ancho de 1 m.

3.8.5.1. Factores de seguridad.

Se utilizarán los valores establecidos la tabla 43 del capítulo 2.

3.8.5.2. Hipótesis de carga.

Para diseñar un apoyo se efectuarán cálculos de comprobación para las siguientes condiciones:

- ❖ **Condición Normal:** El esfuerzo de todos los conductores actuando sobre la estructura en su condición de máxima velocidad de viento.
- ❖ **Condición de Conductor Roto:** Se supone que el conductor más alto se ha roto en uno de los vanos adyacentes a la estructura. Los demás continúan actuando de la misma forma que en la condición anterior.
- ❖ **Condición Crítica de Montaje:** Para estructuras autosoportadas terminales o de anclaje, de doble circuito disposición vertical, debe comprobarse su capacidad mecánica, para el caso de un solo circuito actuando sobre la estructura por un solo lado.

3.8.5.3. Esfuerzos.

- ❖ **Verticales:** Corresponde al peso propio de los apoyos, conductores, cables de guarda, crucetas, aisladores, herrajes, empuje vertical de templetas, equipos y otros. En todos los puntos de cálculo que intervengan esfuerzos verticales, se supondrá una carga adicional de 100 kg por carga viva.
- ❖ **Por tensiones desequilibradas:** Los origina la diferencia de tensión horizontal en una estructura de los conductores de los vanos adyacentes, por lo tanto su acción es en el sentido longitudinal de la línea.
- ❖ **Por cambio de dirección:** Los originan los cambios de dirección en el conductor en los apoyos de ángulo. Su sentido de aplicación se considera en el sentido de la bisectriz.
- ❖ **Por levantamiento:** Se presenta en apoyos localizados en puntos topográficos bajos con respecto a los dos apoyos que lo comprenden. Estos esfuerzos no se admitirán en apoyos de alineamiento. En apoyos de ángulos y retención se evitarán en lo posible, pero de presentarse no serán superiores al 10% del peso total de la estructura.

- ❖ Para el cálculo de esfuerzos en apoyos para redes urbanas de baja tensión se asumirá una hipótesis de carga que corresponda a un parámetro de conductor en condición extrema de flecha que cumpla con una relación flecha a un vano igual a 0,008.

3.8.5.4. Gráficas de utilización.

Será la representación gráfica de la magnitud de ángulo de desviación en función de la dimensión del vano viento que pueda soportar un apoyo sin necesidad de templetes.

Se requiere calcular la curva de utilización para todos y cada uno de los tipos de apoyo que diseñen para la construcción de una línea.

3.8.6. Crucetas.

Las crucetas utilizadas en los apoyos de las redes eléctricas de podrán ser de acero, fibra de vidrio y materiales poliméricos.

3.8.7. Herrajes.

- ❖ Comprenden elementos tales como: grillete de anclaje, grapa de suspensión, grapa de retención, accesorios de conexión (adaptador anillo y bola, adaptador anillo, bola y bola alargada, adaptador horquilla y bola, adaptador rótula y ojo), descargadores, camisas para cable, varillas de blindaje, amortiguadores, separadores de línea.
- ❖ Todos los herrajes deberán ser galvanizados en caliente y su diseño deberá soportar los esfuerzos en las condiciones más severas de trabajo; además deberán cumplir las especificaciones técnicas del sistema de calidad y la norma ICONTEC aplicable para cada tipo de elemento. Para su selección debe cumplir con los factores de seguridad de la tabla 43 del capítulo 2 y lo establecido en el capítulo 11.
- ❖ Deben ser de diseño adecuado a la función mecánica y eléctrica de su aplicación.
- ❖ Los herrajes deben tener superficies lisas y estar libres de bordes agudos, es decir, no presentar protuberancias, rebabas, escorias o escamas, que dificulten el acople, ni cambios bruscos de curvaturas, ni puntos de concentración de esfuerzos mecánicos o de gradiente eléctrico.
- ❖ Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de guarda o por los aisladores deben tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a tres, respecto a su carga de trabajo nominal. Cuando la carga mínima de rotura se compruebe mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5
- ❖ Las grapas de retención del conductor y los empalmes deben soportar una tensión mecánica en el cable del por lo menos el 90% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca deslizamiento.
- ❖ Para realizar una adecuada selección de los elementos de fijación al poste como lo son pernos y collarines, se sugiere el uso de las siguientes tablas:

Distancia Desde la Cima del Poste (cm)	POSTES									
	8 METROS			10 METROS			12 METROS			
	510	750	1050	510	750	1050	510	750	1050	1350
	Longitud de pernos (in)									
10	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	10"
20	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	10"
40	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	8 "	10"	10"	10"
60	8 "	8 "	10"	8 "	8 "	10"	8 "	10"	10"	10"
80	8 "	10"	10"	8 "	10"	10"	8 "	10"	10"	10"
100	8 "	10"	10"	8 "	10"	12"	8 "	10"	10"	12"
120	8 "	10"	10"	8 "	10"	12"	8 "	10"	10"	12"
140				8 "	10"	12"	8 "	10"	10"	12"
160				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
180				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
200				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
220				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
240				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
280				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
300				10"	10"	12"	10"	10"	12"	12"
340							10"	10"	12"	12"
360							10"	12"	12"	12"
380							10"	12"	12"	12"
400							10"	12"	12"	12"
420							10"	12"	12"	12"
440							10"	12"	12"	14"
460							10"	12"	12"	14"
480							10"	12"	12"	14"

Tabla 5. Selección de pernos para postes de concreto de 8m, 10m y 12m.

Distancia Desde la Cima del Poste (cm)	POSTES				
	14 METROS			16 METROS	
	510	750	1050	1050	1350
	Longitud de Pernos (in)				
10	8 "	10"	10"	10"	10"
20	8 "	10"	10"	10"	10"
40	8 "	10"	10"	10"	10"
60	10"	10"	10"	10"	10"

Distancia Desde la Cima del Poste (cm)	POSTES				
	14 METROS			16 METROS	
	510	750	1050	1050	1350
	Longitud de Pernos (in)				
80	10"	10"	12"	10"	12"
100	10"	10"	12"	10"	12"
120	10"	10"	12"	10"	12"
140	10"	10"	12"	10"	12"
160	10"	10"	12"	10"	12"
180	10"	10"	12"	10"	12"
200	10"	10"	12"	10"	12"
220	10"	12"	12"		
240	10"	12"	12"		
280	10"	12"	12"		
300	10"	12"	12"		
340	10"	12"	12"		
360	10"	12"	12"		
380	12"	12"	12"		
400	12"	12"	12"		
420	12"	12"	14"	12"	14"
440	12"	12"	14"	12"	14"
460	12"	12"	14"	12"	14"
480	12"	12"	14"	12"	14"
500				12"	14"
520	12"	12"	14"	12"	14"
540	12"	12"	14"	12"	14"
560	12"	12"	14"	14"	14"
580	12"	14"	14"	14"	14"
600	12"	14"	14"	14"	14"
620	12"	14"	14"	14"	14"
640	12"	14"	14"	14"	14"
660	12"	14"	14"	14"	14"
680	12"	14"	14"	14"	14"
700				14"	14"
720				14"	14"
740				14"	14"
760				14"	16"
780				14"	16"
800				14"	16"
820				14"	16"

Tabla 6. Selección de pernos para postes de concreto de 14m y 16 m.

Distancia desde la cima del poste (cm)	POSTES									
	8 METROS			10 METROS			12 METROS			
	510	750	1050	510	750	1050	510	750	1050	1350
	Diámetro de Collarines (in)									
10	5" A 6"	6" A 7"	7" A 8"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"
20	5" A 6"	6" A 7"	7" A 8"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"
40	5" A 6"	6" A 7"	7" A 8"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	8" A 9"
60	5" A 6"	6" A 7"	7" A 8"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	8" A 9"
80	6" A 7"	6" A 7"	7" A 8"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	8" A 9"
100	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	8" A 9"
120	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	6" A 7"	8" A 9"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	8" A 9"
140				6" A 7"	7" A 8"	9" A 10"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"
160				6" A 7"	7" A 8"	9" A 10"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"
180				6" A 7"	7" A 8"	9" A 10"	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"
200				7" A 8"	7" A 8"	9" A 10"	7" A 8"	7" A 8"	9" A 10"	9" A 10"
220				7" A 8"	7" A 8"	9" A 10"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	9" A 10"
240				7" A 8"	7" A 8"	9" A 10"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	9" A 10"
280				7" A 8"	7" A 8"	9" A 10"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	9" A 10"
300				7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	9" A 10"
340							7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"
360							7" A 8"	8" A 9"	10" A 11"	10" A 11"
380							7" A 8"	8" A 9"	10" A 11"	10" A 11"
400							8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	10" A 11"
420							8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	10" A 11"
440							8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	10" A 11"
460							8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	10" A 11"
480							8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"

Tabla 7. Selección de collarines para postes de concreto de 8m, 10m y 12m.

Distancia Desde la cima del poste (cm)	POSTES				
	14 METROS			16 METROS	
	510	750	1050	1050	1350
	Diámetro de collarines (in)				
10	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	7" A 8"	8" A 9"
20	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	7" A 8"	8" A 9"
40	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	7" A 8"	8" A 9"
60	6" A 7"	7" A 8"	8" A 9"	7" A 8"	8" A 9"
80	7" A 8"	7" A 8"	8" A 9"	7" A 8"	8" A 9"

Distancia Desde la cima del poste (cm)	POSTES				
	14 METROS			16 METROS	
	510	750	1050	1050	1350
	Diámetro de collarines (in)				
100	7" A 8"	8" A 9"	8" A 9"	8" A 9"	8" A 9"
120	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
140	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
160	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
180	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
200	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
220	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
240	7" A 8"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
260	8" A 9"	8" A 9"	9" A 10"	8" A 9"	9" A 10"
280	8" A 9"	9" A 10"	9" A 10"	9" A 10"	9" A 10"
300	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
320	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
340	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
360	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
380	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
400	8" A 9"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
420	9" A 10"	9" A 10"	10" A 11"	9" A 10"	10" A 11"
440	9" A 10"	10" A 11"	10" A 11"	10" A 11"	10" A 11"
460	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
480	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
500	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
520	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
540	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
560	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
580	9" A 10"	10" A 11"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
600	10" A 11"	11" A 12"	11" A 12"	10" A 11"	11" A 12"
620	10" A 11"	11" A 12"	12" A 13"	11" A 12"	11" A 12"
640	10" A 11"	11" A 12"	12" A 13"	11" A 12"	12" A 13"
660	10" A 11"	11" A 12"	12" A 13"	11" A 12"	12" A 13"
680	10" A 11"	11" A 12"	12" A 13"	11" A 12"	12" A 13"
700				11" A 12"	12" A 13"
720				11" A 12"	12" A 13"
740				11" A 12"	12" A 13"
760				11" A 12"	12" A 13"
780				12" A 13"	12" A 13"
800				12" A 13"	13" A 14"
820				12" A 13"	13" A 14"

Tabla 8. Selección de collarines para postes de concreto de 14m y 16 m.

3.8.8. Aisladores.

Todos los aisladores a utilizar en redes de distribución urbana y rural de la Empresa deberán ser en porcelana esmaltada, vidrio, tipo sintético o poliméricos, que resistan las acciones de la intemperie, especialmente las variaciones de temperatura y la corrosión, debiendo ofrecer una resistencia suficiente a los esfuerzos mecánicos a que estén sometidos. Deben tener una carga de rotura mínima del 80% del conductor utilizado y cumplir con las normas ANSI como se especifica en el Capítulo 11. Además deberá cumplir con lo siguiente:

- ❖ El criterio para determinar la pérdida de la función de un aislador, será la rotura o pérdida de sus propiedades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y esfuerzo mecánico.
- ❖ La ranura superior de los aisladores de pin quedará alineada en la misma dirección del conductor y se aprovechará para el amarre del mismo, excepto cuando existan ángulos, en cuyo caso se amarrará el conductor a la ranura lateral del aislador, en la parte opuesta a las fuerzas desbalanceadas.
- ❖ Aisladores para estructuras en suspensión. La carga de rotura mínima debe ser igual a la sumatoria vectorial de las cargas verticales y transversales (máximo absoluto en la cadena) por el factor de seguridad, el cual no podrá ser menor de 2,5 m.
- ❖ Aisladores para estructuras en retención. La carga de rotura mínima del aislador debe ser igual a la máxima carga longitudinal a que este expuesto por el factor de seguridad, el cual no debe ser menor de 2,5 m.

3.8.9. Templetes.

- ❖ Se prohíbe la instalación de templetes directos a tierra en esquinas de calles o vías y en zonas donde interfieran con el tráfico peatonal o automotor.
- ❖ Se permite su utilización sin restricciones en zonas rurales.
- ❖ En aquellos casos en los que estén permitidos, las retenidas o templetes deben quedar alineadas con el eje de la red o con la bisectriz del ángulo formado con los ejes de la línea.
- ❖ Se clasifican en:
 - **Directo a tierra.** Su uso es muy frecuente en la construcción de redes. Para que el template cumpla su función, la cabeza de la varilla de anclaje debe sobresalir entre 10 y 15 cm y la distancia horizontal al nivel del piso no debe ser menor de 1/3 de la altura de fijación del template. En todas las retenciones poste a varilla de anclaje se instalarán, por seguridad aisladores tipo tensor de acuerdo con el nivel de tensión de la red.

- **Cuerda de guitarra.** Retenida para casos muy especiales, ya que el poste tiende a deformarse y debe tenerse especial cuidado con el empotramiento de la vigueta de anclaje para que no se afloje el cable de acero.
- **Poste a poste (o en stop).** Esta retención es la más aconsejada para el área urbana, Se hace generalmente entre dos postes que pueden pertenecer al mismo circuito o circuitos diferentes, sin necesidad de postes adicionales.
- **Pie de amigo.** Esta retención se usa cuando el sitio no permite la ubicación o permanencia de otro tipo de templete
- **De amarre** (o columna o de riel).
- ❖ En una misma línea debe utilizarse un solo tipo de cable en cuanto a calibre y carga de rotura para templetes. Cuando un solo templete no sea suficiente, se diseñarán templetes con dos o más cables.
- ❖ Los templetes para líneas y redes en media y baja tensión deberán llevar aislador tensor.
- ❖ Los templetes deben estar conformados por los elementos que se indican a continuación:
 - Aislador tensor ANSI 54.1 para baja tensión o ANSI 54-3 para media tensión instalado a una distancia de L/3 de la punta del poste, siendo L la longitud del templete.
 - Ocho (8) entices, en alambre galvanizado N°10 AWG, cada uno de 7 cm, dos (2) entices por amarre después de la grapa y con una separación entre sí de 10 cm, o bien la utilización de la grapa prensa hilos de 4 tornillos.
 - Un (1) guardacabo de acero galvanizado en caliente de 1/2".
 - Varilla de anclaje galvanizada en caliente de 5/8" x 1,50 m, para baja tensión y de 5/8" x 1,80 para media tensión.
 - Arandela cuadrada de 5/8" x 4" x 4" x 3/8".
 - Vigueta de concreto.
 - Cable extrarresistente galvanizado de acero de 1/4".
- ❖ Se utilizarán los factores de seguridad que aparecen en la tabla 43 del capítulo 2.
- ❖ Los templetes en stop en el área urbana son de uso en toda estructura terminal de media tensión y deben ser construidos en V y estará integrado de los siguientes elementos:
 - Un aislador tensor de 7".
 - Cuatro (4) grapas prensoras de 3 pernos de 6".
 - Nueve (9) entices en alambre galvanizado N° 10 AWG, cada uno de 7 cm de longitud (2 entices por amarre después de la grapa, con unión de la V, después del aislador).
 - Cable extrarresistente de 1/4".
 - Dos (2) tuercas de ojo redondas de 5/8" para sujeción a la cruceta.

- ❖ En casos especiales CENS autorizará la construcción de templetes directos a tierra en un poste de 8 m para corrección de ángulos o alineación. El amarre del cable extrarresistente al poste de baja tensión debe ser de doble vuelta y ubicado en el primer espacio de arriba hacia abajo y no en el puesto del aislador en la percha. Se debe dejar el amarre lo suficientemente largo de manera que permita adicionar una percha para continuación de la red de baja tensión en caso necesario.
- ❖ La excavación en el terreno para la varilla del templete debe ser de 0,5 x 0,5 m, con cajuela, de forma que permita la inclinación de la varilla en la dirección del cable y no se doble en su extremo libre (20 cm).
- ❖ Para la construcción de las viguetas de anclaje se deberá utilizar concreto reforzado de 3000 PSI.
- ❖ La posición inicial del anclaje del templete debe ser tal que este forme un ángulo no mayor de 65° con la horizontal. De esta forma, las distancias horizontales para las diferentes longitudes de postes son las siguientes:

LONGITUD DEL POSTE (m)	DISTANCIA HORIZONTAL (m)
8	3,0
10	4,0
12	5,0
14	6,0

Tabla 9. Distancias horizontales de templetes postes.

- ❖ Cuando se justifique y se cuente con el visto bueno de CENS, se podrán usar templetes a tierra.
- ❖ Los templetes de amarre a columna de riel se permitirán en aquellos sitios en los cuales no se puedan utilizar los sistemas anteriormente descritos. La columna de riel debe tener una longitud mínima de 2,50 m fundida en concreto, con una profundidad de 1 metro.
- ❖ Deberán ser en columnas de riel doble o perfil de doble T, con la resistencia apropiada. Los elementos que lo conforman son los mismos que para el resto de templetes descritos.
- ❖ El siguiente cuadro muestra la distancia mínima del poste a la columna, dependiendo de la longitud de ésta. El ángulo se sigue manteniendo en 65° con respecto a la horizontal y la profundidad de enterramiento de la columna será de 1 metro:

Longitud de la columna (m)	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
Distancia mínima al poste (m)	2,2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,7	0,5

Tabla 10. Distancia mínima del poste de 8 m a la columna.

Longitud de la columna (m)	2,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
----------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Distancia mínima al poste (m)

4,2

3,7

3,4

3,2

3,0

2,7

2,5

2,3

Tabla 11. Distancia mínima del poste de 12 m a la columna.

- ❖ La columna debe ser fundida con un ángulo leve respecto a la vertical.
- ❖ Las columnas deben tener soldada una tuerca de ojo para el amarre del cable; deben estar totalmente cubiertas con pintura anticorrosiva y pintadas en color plateado.
- ❖ Los templetes cuerda de guitarra se utilizarán exclusivamente para corregir ángulos pequeños en redes de media y baja tensión, en cuyo caso los elementos que lo conformarán son los utilizados para templetes directos a tierra, adicionándoles el respectivo soporte llamado “tormento para templete en guitarra”. No se aceptarán templetes en cuerda de guitarra con anclaje al pie del poste.

3.9. ZONAS DE SERVIDUMBRE PARA M.T. Y B.T.

El diseño de las zonas de servidumbre deberá determinar e identificar todos los daños que se causen durante:

- ❖ Tala de árboles.
- ❖ Demolición de construcciones.
- ❖ Cortes de terreno (excavaciones).

La zona de servidumbre debe estar definida antes de la construcción de la línea y debe cumplir las distancias especificadas en la tabla 49 del capítulo 2 en caso de constituirse. En esta zona se debe impedir la siembra o crecimiento de árboles que comprometan la distancia de seguridad y se constituyan en un peligro para las personas o afecten la confiabilidad de la línea.

3.10. MARCACIÓN DE EQUIPOS.

3.10.1. Marcación de apoyos.

Todos los apoyos deben estar identificados con una placa metálica (aluminio o acero inoxidable) a una altura de 2 m sobre la línea de empotramiento, con tinta indeleble, conteniendo la siguiente información:

- ❖ Nombre o razón social del fabricante
- ❖ Logos de FILIAL del grupo EPM y del grupo EPM
- ❖ Número de contrato u orden de compra y consecutivo del poste según fabricante
- ❖ Longitud total del poste en metros
- ❖ Carga mínima de rotura en kgf
- ❖ Carga de trabajo en kgf
- ❖ Fecha de fabricación (dd-mm-aaaa)
- ❖ Peso del poste en kg
- ❖ Leyenda “DISTANCIA A LINEA DE EMPOTRAMIENTO 2 m.”



Figura 1. Marcaciones de Apoyo

3.10.1.1. Transformadores

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.

Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por el texto TR y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS.



Figura 2 Placa para identificar los transformadores

3.10.1.1. Etiqueta de NO PCB's

Los transformadores deben incluir la leyenda "NO PCB" e identificar el equipo suministrado con la siguiente etiqueta en material autoadhesivo, resistente al agua y sol, en fondo de color blanco y las letras autorefectivas en dimensiones de 10 cm de alto y 10 cm de ancho cm.



Figura 3. Etiqueta identificadora de "NO PCB"

3.10.1.2. Seccionadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.

Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra S y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS



Figura 4. Placa para identificar los seccionadores

3.10.1.3. Seccionalizadores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.

Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra SZ y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS.

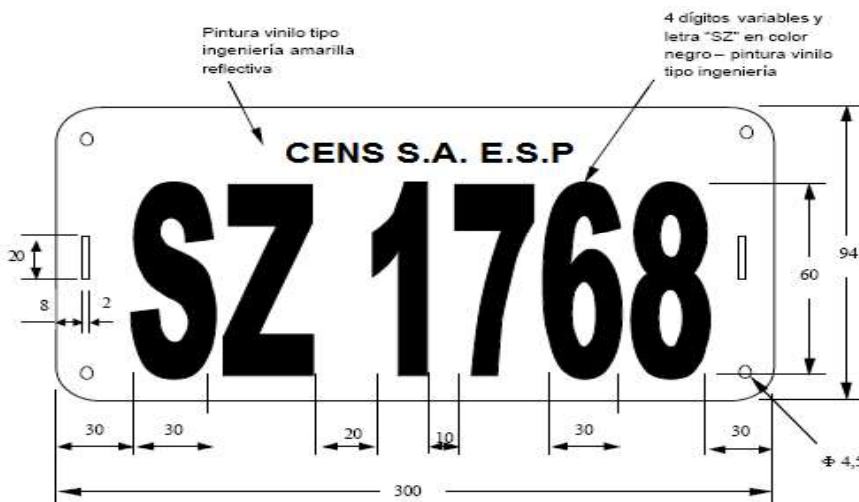


Figura 5. Placa para identificar los Seccionalizadores

3.10.1.4. Reconectores.

Material: Lámina de aluminio de 1 mm de espesor.

Texto: Debe estar registrado un código alfanumérico, compuesto por la letra RC y seguido de un consecutivo entre 1 y 9999; que serán asignados por CENS.

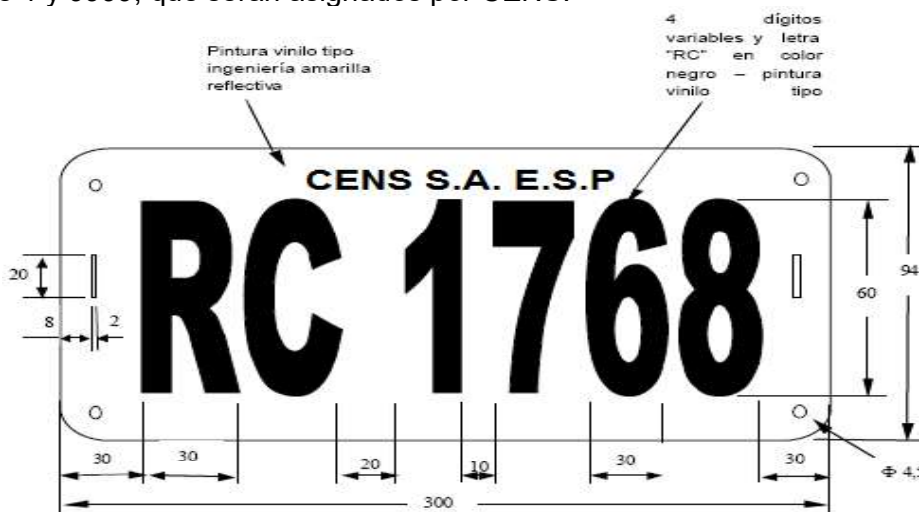


Figura 6. Placa para identificar los Reconectores.