

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**INTRODUCCIÓN DE RED Y ENERGÍA ELÉCTRICA AL FRACCIONAMIENTO
“HECHOS NO PALABRAS” DEL MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ,
CHIAPAS.**

PRESENTA

RUSSEL VICENTE ACEVEDO

ASESOR INTERNO

ASESOR EXTERNO

**ING. JULIO ENRIQUE MEGCHUN
VAZQUEZ**

ING. IVAN MORALES ESTRADA

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a diciembre de 2018

INDICE

1.Introducción.....	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Estado del arte.....	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos.....	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 Metodología	8
2. Fundamento teórico.....	10
2.1 Sistema eléctrico	10
2.2 Red de distribución.....	12
2.2.1 Arreglos de los sistemas de distribución	12
2.2.2 Clasificación de los principales arreglos de distribución	12
2.3 Redes de distribución subterránea	15
2.4 Redes de distribución aéreas	17
2.4.1 Condiciones de diseño	18
2.4.2 Ámbito de aplicación	20
2.4.3 Trazos y libramientos.....	20
2.4.3.1 Altura mínima de conductores a superficie	21
2.4.3.2 Separación de conductores a construcción	22
2.4.3.3 Separación mínima de conductores en una misma estructura.....	24
2.4.3.4 Localización de estructuras en áreas urbanas	25
2.4.4 Estacado de líneas.....	29
2.4.5 Empotramientos.....	30
2.4.5.1 Cepas para postes de concreto	31
2.4.5.2 Cepas para anclas	32
2.4.5.3 Empotramientos de postes	34
2.4.5.4 Compactación de cepas	35
2.4.6 Ensambles	36
2.4.6.1 Selección de abrazaderas en postes de concreto	37
2.4.6.2 Abrazadera AG, grillete GA1 y aislador de suspensión	38
2.4.6.3 Aislador de suspensión y grapa remate	38
2.4.6.4 Moldura RE, aislador de suspensión y grapa remate	39
2.4.6.5 Aislador tipo poste en cruceta.....	40
2.4.6.6 Aislador tipo poste en soporte aislador	40
2.4.6.7 Aislador tipo poste en doble soporte aislador	41
2.4.6.8 Bastidor B1 en abrazadera BS	41
2.4.6.9 Pernos doble rosca en crucetas	42
2.4.6.10 Pernos doble rosca en cruceta volada.....	42
2.4.6.11 Pernos doble rosca, ojo RE o tuerca de ojo en crucetas	43
2.4.6.12 Tirante T en cruceta volada	44
2.4.6.13 Tirante T en doble cruceta volada	44
2.4.7 Retenidas.....	45

2.4.7.1	Condiciones de diseño.....	47
2.4.7.2	Sujeción de cable de retenida en perno ancla	48
2.4.7.3	Sujeción de cable de retenida en aislador R	49
2.4.7.4	Sujeción de cable de retenida en estructura.....	49
2.4.7.5	Sujeción de retenida de banqueta.....	50
2.4.8	Conductores y cables	51
2.4.8.1	Bajante de tierra por el poste	52
2.4.8.2	Puente del conductor neutro en anclaje.....	52
2.4.8.3	Instalación del conductor en grapa remate	53
2.4.8.4	Conexión de puentes volados	53
2.4.8.5	Instalación de remate preformado en conductor de baja tensión	54
2.4.8.6	Amarres para líneas de media tensión	55
2.4.8.7	Estribo para conductores de baja tensión	56
2.4.9	Equipo	56
2.4.9.1	Cortacircuitos fusibles.....	57
2.4.9.2	Apartarrayos	58
2.4.9.3	Conexión a tierra del transformador.....	59
2.4.9.4	Sujeción de equipo	61
2.4.9.5	Estribo para conector de línea viva.....	63
2.4.10	Líneas de media tensión	63
2.4.10.1	Codificación de estructuras de media tensión.....	66
2.4.10.2	Acometida aérea.....	71
2.5	Líneas de baja tensión	73
2.5.1	Tensado del cable múltiple.....	75
2.5.2	Fijación de conductores de baja tensión	76
2.5.3	Derivación para acometidas	77
3.	Desarrollo	78
3.1	Información general del proyecto	78
3.1.1	Ubicación del proyecto	79
3.1.2	Punto de conexión	79
3.1.3	Responsable de la obra	80
3.1.4	Responsabilidades del proyecto	80
3.1.5	Legislación y normativas	81
3.2	Realización del proyecto.....	81
3.2.1	Trazo y localización de cepas para postes y retenidas	82
3.2.2	Excavación de cepas para postes y retenidas en terreno tipo III	82
3.2.3	Recolección y distribución de piedra a pie de cepa	83
3.2.4	Transporte de postes de la bodega de CFE a la obra	84
3.2.5	Distribución, parado y plomeado de poste de concreto	84
3.2.6	Transporte de material de la bodega de CFE a la obra	85
3.2.7	Vestido de estructuras de postes en M.T.....	86
3.2.8	Vestidos de estructuras en B.T.	87
3.2.9	Instalación de retenidas.....	87
3.2.10	Tendido, empalmado, tensionado, enclomado y cerrar puentes en M.T. y B.T.	88

3.2.11 Instalación de electrodo de tierra.....	89
3.2.12 Montaje de Transformadores.....	90
3.2.13 Montaje de cortacircuitos fusibles y apartarrayos	91
3.2.14 Interconexión con red eléctrica existente	92
4. Resultados y conclusiones	93
4.1. Resultados.....	93
4.2 Instalación de acometidas, muretes y centros de medición	93
4.3 Cuadro de cargas	94
4.4 Calculo de cargas	94
4.5 Conclusiones.....	96
5. Referencias bibliográficas	97
6. Anexos	99

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En nuestro país se tienen registrados cerca de 28.6 millones de viviendas de las cuales el 98.6% cuentan con servicio de energía eléctrica, el resto cerca de 550 mil carecen de este servicio, lo que coloca a sus habitantes en la clasificación de pobreza, la gran mayoría se encuentra en zonas marginadas de nuestro país [1].

En registros del censo de población y vivienda del INEGI del año 2015 en Chiapas, 30 mil 965 viviendas no cuentan con acceso al suministro eléctrico [2]. En su gran cantidad son habitantes de zonas rurales aisladas, lo cual no resulta económicamente viable realizar el desarrollo de proyectos de electrificación por su ubicación geográfica, además del bajo ingreso per cápita para el pago de dicho servicio.

Otro factor es el gran crecimiento poblacional, el cual se incrementa a mayor medida que el de la realización de proyectos de electrificación, ejemplo de esto son las colonias de los alrededores de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, que cada vez surgen más, principalmente como asentamientos irregulares de organizaciones civiles como lo son: MOCRI, CNPA, OCEZ, OPEN etc., o en su caso legales, como lo establece el plan de desarrollo urbano.

Por otro lado, existe también la necesidad por parte de la empresa CFE Suministro Básico, ampliar la red de energía eléctrica, debido al alto índice de servicios conectados de forma ilícita; generándose sobre carga en transformadores, accidentes por construcción de infraestructura fuera de norma, lo anterior da como resultado pérdidas económicas para la CFE.

En México existen programas federales o gubernamentales que financian los proyectos de electrificaciones rurales y urbanas, tal es el caso del Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) quien, en base a un estudio bajo las reglas de operación de dicho fondo, designa el recurso para la construcción de la infraestructura, siempre y cuando se cumplan los requerimientos establecidos.

El fraccionamiento “Hechos No Palabras” se encuentra ubicado al lado norte poniente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Con este proyecto beneficiaría a más de 160 familias con la introducción de la red de energía eléctrica, ya que no cuenta con este servicio básico, debido a que la conexión más próxima a la red, se encuentra aproximadamente a 500 metros de distancia.

1.2 Estado del Arte

El Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) en el 2017 lanzó la invitación a Comisión Federal de Electricidad, de asignarle casi 200 millones de pesos para que en el 2018 alcanzara un 99 por ciento de la cobertura eléctrica nacional [3].

Comisión Federal de Electricidad en el año 2017 realizó la construcción de línea de Media Tensión aérea con una dimensión de 4+890 km de cable ACSR 336-PC-13.2 KV, 117 postes de concreto reforzado de 13m. (PCR-13-700), 18 postes de madera tratado de 18m. (PMT - 18-300) y 15 postes de concreto reforzado de 9m. (PCR-09-400) como estacas de madera, para los fraccionamientos Villareal y Jardines de Grijalva, municipio de Chiapa de Corzo [4].

El Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) (2016) revisó y aprobó el proyecto de electrificación de introducción de red eléctrica a la colonia “La Candelaria” ubicado en el municipio de Berriozábal, Chiapas, con una magnitud de 1.45 km Media Tensión 2F-2H ACSR Cal. 3/0, 1.87 Km de Baja Tensión 2F-3H- AAC-ACSR 1/0, 51 postes de concreto reforzado (32 postes PCR-12-750 y 19 postes PCR-09-400), 6 transformadores de 25KVA 13200/120-240V y 4 Transformadores 37.5 KVA 13200/120-240V que benefició a 165 familias [4].

La Comisión Federal de Electricidad concedió el contrato a CHAPS Ingeniería, S.A. DE C.V. la obra “Introducción de red de energía eléctrica a la colonia Jardines del Pedregal 4ª sección” (2014). Ubicado en el lado Norte Oriente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Obra que comprende una magnitud de 317 metros de cable de media tensión ACSR 3/0 2F-3H, 810 metros de cable de baja tensión AL (2+1) 1/0-2, 188 metros de cable neutro corrido ACSR 1/0, 16 postes de concreto reforzado (5 postes PCR-12-750, 8 postes PCR-09-400 y 3 postes PCR-09-400 Estaca) y 4 transformadores 25KVA 13200/120-240V, obra que benefició a 127 familias [4].

El H. Ayuntamiento de Ángel Albino Corzo, Chiapas financió a Comisión Federal de Electricidad la obra “Ampliación de la red de energía eléctrica para alumbrado público en el boulevard Ángel albino Corzo” (2013) financiado por el fondo FISM (Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Municipal). Ubicado en la misma localidad, obra que, comprendido una inversión de 1,448,436.06 pesos [4].

1.3 justificación

La electricidad juega un papel muy importante en el ámbito social, económico y ambiental. El acceso al suministro eléctrico representa un elemento clave para la erradicación de la pobreza, para promover la salud, la educación y el bienestar de las personas. Además, es necesario para promover el desarrollo económico de las comunidades, sin embargo, existen en el mundo actualmente más de Mil 700 millones de personas que no cuentan con accesos al uso de energía eléctrica.

Dado que la electrificación, tanto rural como urbana, son de suma importancia, puesto que ayuda a la sociedad a mejorar las condiciones de vida, por ello el Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) tuvo como objetivo alcanzar el 99 por ciento de cobertura eléctrica nacional y hasta la fecha ha demostrado ser una herramienta eficaz, que permite llevar soluciones tecnológicas de electrificación a todos los rincones del país.

Un claro ejemplo es el desarrollo de este proyecto, el cual impactara directamente a más de 165 familias que habitan en el fraccionamiento “Hechos no Palabras” que actualmente no cuentan con el servicio de energía eléctrica, mejorando con esto las condiciones de vida, salud y educación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Introducción de red de energía eléctrica en Media y Baja tensión a el fraccionamiento “Hechos no palabras”, para satisfacer las necesidades de demanda del servicio para uso doméstico.

1.4.2 Objetivos específicos

- Introducir una red eléctrica en media tensión para alimentar los transformadores que abastecerán de energía eléctrica a los habitantes del fraccionamiento.
- Introducir una red eléctrica en baja tensión para solucionar las carencias de electricidad y mejorar la calidad de vida de los habitantes.
- Interconectar la nueva red eléctrica del fraccionamiento “Hechos no palabras” con el circuito existente en el punto de conexión.
- Instalar las acometidas y centros de medición a los muretes de los habitantes del fraccionamiento “Hechos no palabras”.

1.5 Metodología



Fig. 1.1 Diagrama de Bloque del Proceso de Electrificación.

Trazo y localización de cepas para postes y retenidas. - Consiste en la localización de los puntos para el trazo de la línea y ubicación de las cepas, por medio de la medición realizada con cinta métrica y/o equipo de medición colocando estacas y cintas señalizadoras donde se localizarán las cepas, tanto para los postes como para las retenidas, de acuerdo al proyecto proporcionado por la C.F.E. y según el alineamiento dictaminado para las calles, por la Autoridad competente.

Excavación de cepas para postes y retenidas. - Consiste en la excavación de la cepa para poste de concreto y/o madera de 7, 9, 11, 12, 13 y 14 metros. y para ancla de retenida en terreno tipo 1, 2 y 3. Esta actividad se considerará terminada cuando cumplan con los diámetros y profundidades.

Suministro, recolección y distribución de piedra a pie de cepa. - Estos trabajos consiste en la recolección o suministro para la distribución de piedra bola a pie de la cepa de cada

poste o retenida de la obra, debiendo ser esta como máximo de 20 cm. de diámetro. Dicha piedra deberá ser recolectada y distribuida antes de iniciar el parado de la posteria y la instalación de anclas y pernos ancla, en la cantidad necesaria requerida por cada tipo de cepa según Norma Vigente.

Esta actividad se considerará terminada cuando se tenga suministrada, recolectada y distribuida la piedra a pie cepa de poste o retenida, en cantidad suficiente.

Distribución, parado y plomeado de postes de concreto. - Distribución de los postes del sitio de almacenamiento en el campamento, hasta pie de cepa. Parado y plomeado de la posteria de 7, 9, 11, 12,13 y 14 metros. de concreto y/o madera, las maniobras de carga y descarga de postes, forzosamente deberá hacerse con equipo como grúa o winche, considerando la distancia máxima de la extensión de la grúa, para evitar azotar los postes ya que no se permitirá la carga o descarga por medio de maniobras con tirfors o poleas con pivote.

Vestido de estructuras de poste en M.Y y B.T.- Estos trabajos consiste en la colocación de cruceta, herrajes y aislamiento en la estructura en media tensión, quedando lista para el tendido y tensionado de los cables conductores.

Esta actividad se considera terminada cuando la estructura (tipo: TS, TD, VS, VD, VA, VR, AD, RO) esté completamente vestida en media tensión y en condiciones de recibir el tendido y tensionado de los conductores.

Tendido, empalmado, tensionado, enclemado y cerrar puentes de cable conductor. - Traslado de carretes de conductor del campamento al sitio del tendido incluyendo las maniobras de arrastre, carga y descarga debiendo tener cuidado en no dañar el carrete con el conductor en dichas maniobras. Colocación de devanadora y rodillo para el tendido y empalmado de conductor para fases o neutro corrido con empalme a compresión a tensión completa. Tensionado de acuerdo a la Norma de CFE, para dar las flechas y catenarias correspondientes, rematando el conductor con remate preformado o cierna tipo recto o pistola. Enclemado y cerrar puentes con conectores a compresión e instalación de estribos. Esta actividad se considerará terminada cuando el conductor este correctamente tendido, tensionado, enclemado, puentes cerrados y con las flechas estipuladas en las Normas de Distribución Vigentes.

Instalación de perno y ancla e instalación de retenida. - Estos trabajos comprende el armado del ancla y el perno ancla y su instalación dentro de la cepa, el relleno y apisonado de la misma con piedra de 20 cm. de diámetro como máximo y material producto de la excavación de la cepa.

Esta actividad se considerará terminada cuando el ancla y perno ancla se encuentren correctamente instalados dentro de la cepa y ésta última rellena y apisonada correctamente.

Estos trabajos comprenden el cortado, tendido y tensionado del cable de AG, así como la instalación del aislador tipo retenida, el remate, entorchado del cable en el poste y en el perno. Se considera para este concepto la retenida del tipo RSA, ROA, RBA, RBAD, RVP, RPP, RE, REA, READ, RVE Y RVED, pagándose por hilo de retenida.

La actividad se considerará terminada cuando la retenida este correctamente tensionada y cueteada de acuerdo a la Norma de Referencia CFE.

Montaje de transformadores. - Estos trabajos consisten en el montaje de transformador de distribución monofásico de 15 KVA y hasta 150 KVA en trifásicos.

Se incluye el montaje de los herrajes de sujeción, así como de los equipos de protección de baja tensión del banco.

Interconexión con red eléctrica existente (punto de conexión). – Conectar la línea de media tensión de la obra nueva, con la línea de media tensión existente, para energizar el proyecto de electrificación.

Instalación de muretes, acometidas y medidores. - Estos trabajos consisten en la instalación de muretes, medidor y cable conductor para acometida de aluminio o cobre tipo cable múltiple (1+1), (2+1) o (3+1) de calibres 8 al 6 AWG, instalado y sujetado en la conexión del medidor y/o en la mufa.

2. Fundamento Teórico

2.1 Sistema Eléctrico

Un sistema eléctrico es el conjunto de máquinas, de aparatos, de barras y de líneas que constituyen un circuito con una determinada tensión nominal. Los sistemas eléctricos pueden clasificarse por su nivel de tensión y se utiliza la siguiente división donde los límites de la clasificación no son estrictos, dependen de criterios y de normas:

a) La red troncal se integra por líneas de transmisión y subestaciones de potencia a muy alta tensión (400 kV y 230 kV), que transportan grandes cantidades de energía entre regiones. Es alimentada por las centrales generadoras y abastece al sistema de subtransmisión, así como a las instalaciones en 400 kV y 230 kV de algunos usuarios industriales.

b) Las redes de subtransmisión en alta tensión (entre 161 kV y 69 kV) tienen una cobertura regional. Suministran energía a las de distribución en media tensión y a cargas conectadas en esos voltajes.

c) Las redes de distribución en media tensión (entre 60 kV y 2.4 kV) distribuyen la energía dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas y la entregan a aquellas en baja tensión y a instalaciones conectadas en este rango de voltaje, cuya longitud total en CFE es de 369,683 km, los cuales incluyen 16,626 km de líneas subterráneas. d) Las redes de distribución en baja tensión (240 V o 220 V) alimentan las cargas de los usuarios de bajo consumo. [5]

Para ubicar el sistema de distribución obsérvese el esquema de un sistema de potencia de la figura 2.1. El sistema de distribución a su vez está conformado por:

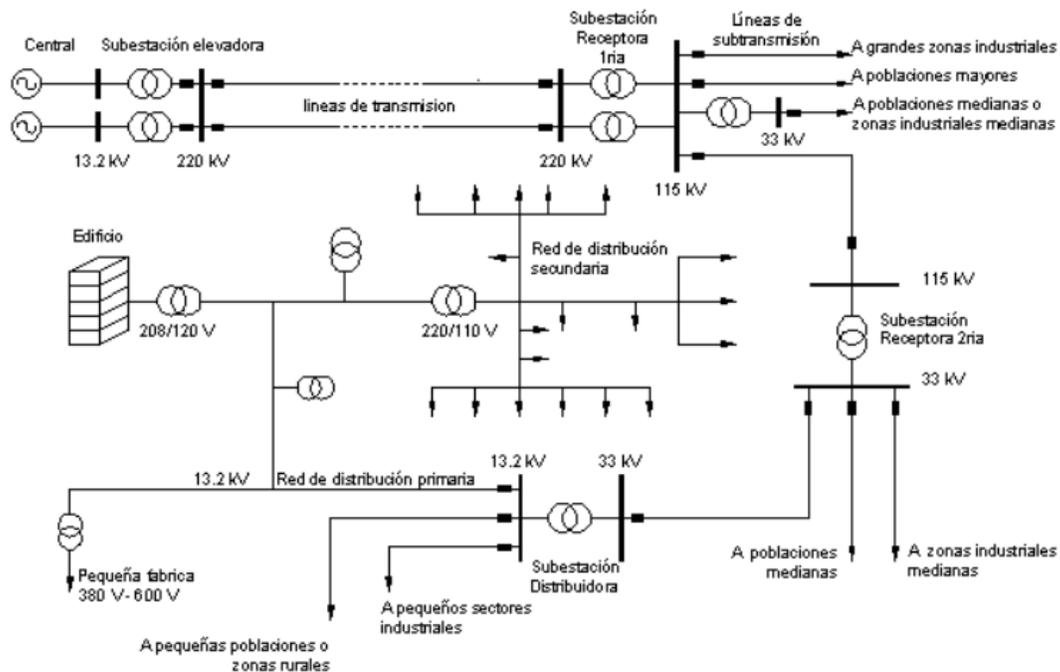


Fig.2.1 Sistema de distribución dentro de un sistema de potencia

La distribución de energía eléctrica es una actividad cuyas técnicas están en un proceso constante de evolución reflejada en el tipo de equipos y herramientas utilizadas, en los tipos de estructuras, en los materiales con los que se construyen las redes de distribución y en los métodos de trabajo de las cuadrillas de construcción y mantenimiento, reflejada también en la metodología de diseño y operación empleando computadores (programas de gerencia de redes, software gráfico, etc.). Algunos de estos factores de evolución son:

- Expansión de la carga.
- Normalización de materiales, estructuras y montajes.
- Herramientas y equipos adecuados.
- Métodos de trabajo específicos y normalizados.

- Programas de prevención de accidentes y programas de mantenimiento.
- Surgimiento de industrias de fabricación de equipos eléctricos.
- Grandes volúmenes de datos y planos.

2.2 Red de Distribución

Los sistemas de distribución que se pueden dividir en tres componentes principales:

- Subestaciones de distribución.
- Distribución primaria.
- Distribución secundaria.

2.2.1 Arreglos de los sistemas de distribución

Haciendo referencia a que los sistemas de transmisión manejan potencia en alta tensión, los sistemas de subtransmisión transportan cantidades importantes de potencia de la red de transmisión en sus subestaciones eléctricas que operan con tensiones intermedias de 138, 115 o 69 KV.

El sistema de distribución transporta la potencia eléctrica de las subestaciones de distribución a los clientes individuales, en voltajes que quedan en el rango de 34.5, 23, 13.8, 6.6 o 4.2 KV. El arreglo de un sistema de distribución, se refiere entonces al arreglo físico de las líneas de distribución. [6]

2.2.2 Clasificación de los principales arreglos de distribución

El arreglo para un sistema de subtransmisión y distribución **radial**, se muestra en la siguiente figura, las líneas de distribución se extienden desde la subestación como rayos de una rueda de bicicleta, de donde viene su nombre.

Con relación a otros arreglos, la principal ventaja de un arreglo radial es que son simples y económicos, y su principal desventaja es que cualquier problema generalmente deja a un número de usuarios fuera de servicio hasta que el problema se resuelva; de hecho, los sistemas de subtransmisión radiales no se usan.

Una modificación a un sistema de subtransmisión radial se usa cuando dos líneas de subtransmisión radiales en paralelo están aprovisionadas para transferir la carga a una línea no fallada en el evento de una falla en una de las líneas.

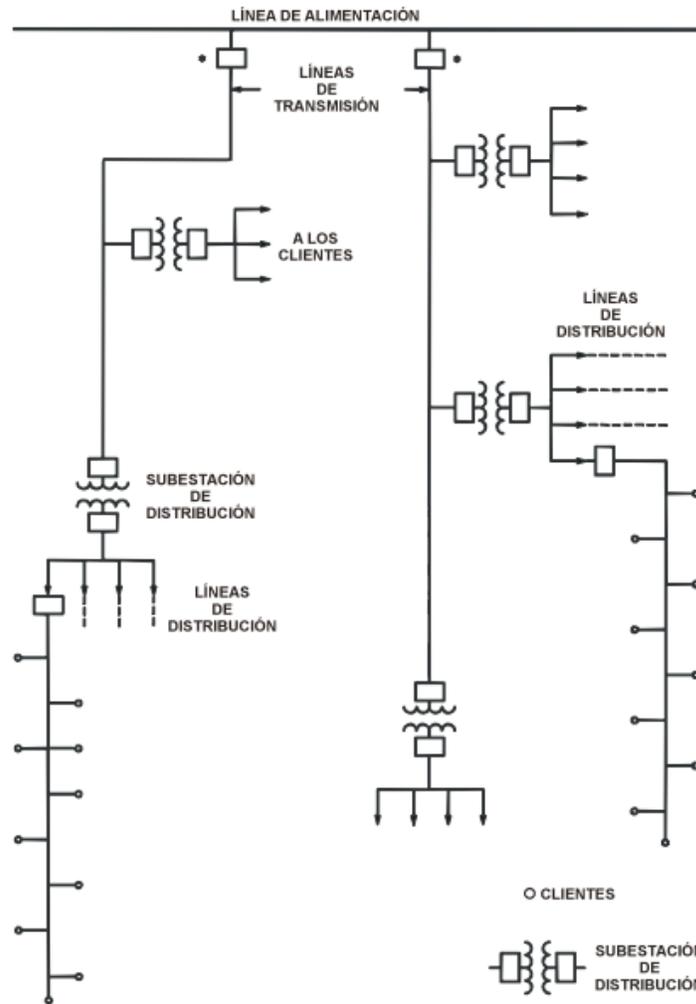


Fig. 2.2.2 subtransmisión y sistema radial

El arreglo en **lazo** o **malla** se muestra en la siguiente figura, esta conexión es más costosa que la de arreglo radial, debido a que requiere más equipo, pero cualquier punto sobre la línea tiene servicio desde dos direcciones.

Si alguna está fuera, el cliente se puede alimentar desde otra dirección, los switches se deben colocar periódicamente alrededor de la malla, para que la sección que no funcione correctamente se pueda reparar sin retirar una parte grande de la línea de servicio. El arreglo en malla es bastante confiable pero también costoso.

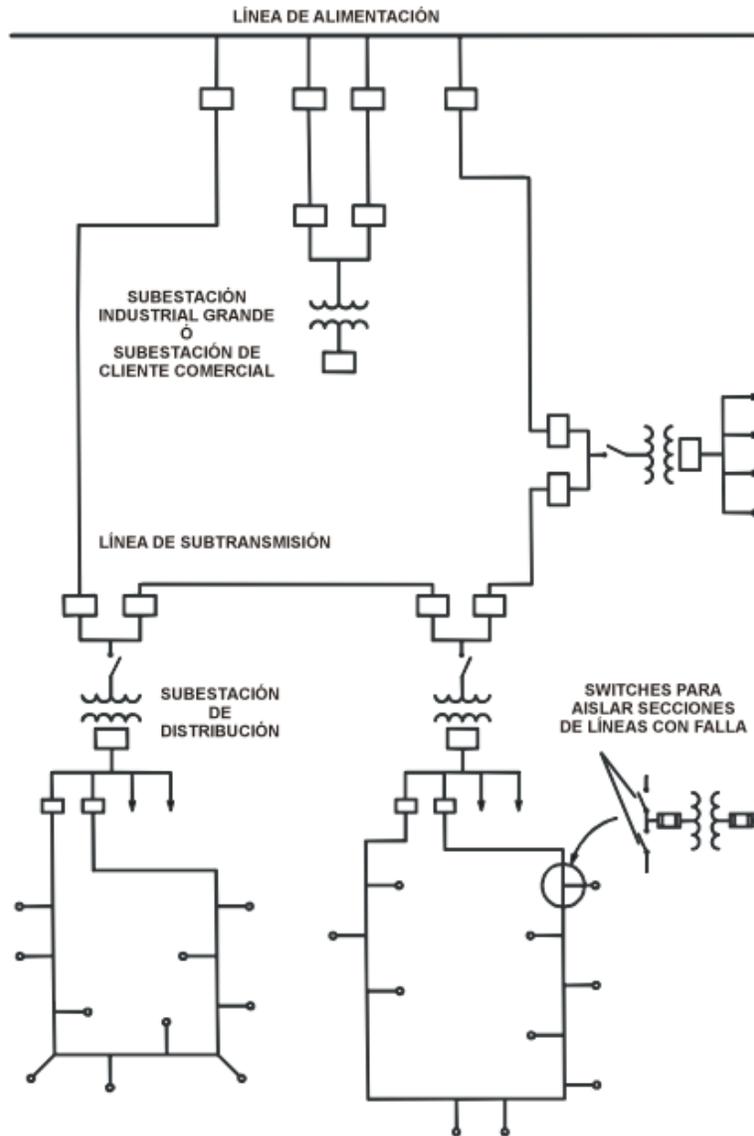


Fig. 2.2.2.1 Subtransmisión y sistema en malla o anillo

Para proporcionar el servicio a los llamados clientes críticos, se puede adoptar una combinación de los llamados sistemas en malla y radial. La parte radial del sistema alimenta a unos pocos clientes residenciales, que pueden quedar fuera de servicio para cualquier condición de falla.

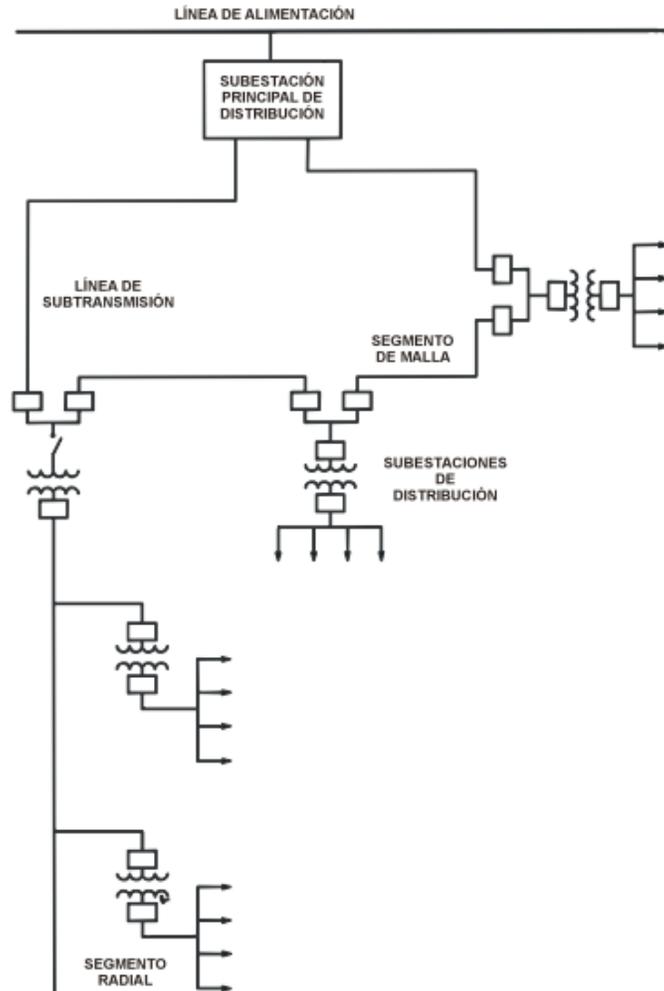


Fig.2.2.2.2 Combinación de sistema radial y malla

El arreglo en red está diseñado para proporcionar un servicio muy confiable a las áreas con alta densidad de carga, tales como: el centro de una ciudad, áreas bancarias, comerciales, centros comerciales de autoservicio, etc. La red consiste de líneas secundarias subterráneas conectadas en las esquinas, con transformadores alimentando la red, cada una o dos cuadras. El equipo de la red está contenido en bóvedas subterráneas que tienen acceso a través de agujeros para hombre en las calles. [6]

2.3 Redes de distribución subterráneas.

Son empleadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas.

Tiene las siguientes ventajas:

- Mucho más confiable ya que la mayoría de las contingencias mencionadas en las redes aéreas no afectan a las redes subterráneas.
- Son más estéticas, pues no están a la vista.
- Son mucho más seguras.
- No están expuestas a vandalismo.

Tienen las siguientes desventajas:

- Su alto costo de inversión inicial.
- Se dificulta la localización de fallas.
- El mantenimiento es más complicado y reparaciones más demoradas.
- Están expuestas a la humedad y a la acción de los roedores.

Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras. Estos cables están directamente enterrados o instalados en bancos de ductos (dentro de las excavaciones), con cajas de inspección en intervalos regulares.

Un sistema subterráneo cuenta con los siguientes componentes:

Ductos: que pueden ser de asbesto cemento, de PVC o Conduit metálicos con diámetro mínimo de 4 pulgadas.

Cables: pueden ser monopolares o tripolares aislado en polietileno de cadena cruzada XLPE, de polietileno reticulado EPR, en caucho sintético y en papel impregnado en aceite APLA o aislamiento seco elastomérico en calibres de 500 - 400 - 350 - 250 MCM, 4/0 y 2/0 AWG en sistemas de 13.2 kV, 7,6 y 4,16 kV.

A pesar de que existen equipos adecuados, resulta difícil y dispendioso localizar las fallas en un cable subterráneo y su reparación puede tomar mucho tiempo, se recomienda construir estos sistemas en anillo abierto con el fin de garantizar la continuidad del servicio en caso de falla y en seccionadores entrada - salida.

Los cables a instalar en baja tensión son aislados a 600 V con polietileno termoplástico PE-THW y recubierto con una chaqueta protectora de PVC y en calibres de 400 - 350 - 297 MCM 4/0 y 2/0 AWG generalmente.

Cámaras: que son de varios tipos siendo la más común la de inspección y de empalme que sirve para hacer conexiones, pruebas y reparaciones. Deben poder alojar a 2 operarios para realizar los trabajos. Allí llegan uno o más circuitos y pueden contener equipos de maniobra, son usados también para el tendido del cable. La distancia entre cámaras puede variar, así como su forma y tamaño.

Empalmes uniones y terminales: que permiten dar continuidad adecuada, conexiones perfectas entre cables y equipos. [6]

2.4 Redes de distribución aéreas.

En esta modalidad, el conductor que usualmente está desnudo, va soportado a través de aisladores instalados en crucetas, en postes de madera o de concreto. Al compararse con el sistema subterráneo tiene las siguientes ventajas:

- Costo inicial más bajo.
- Son las más comunes y materiales de fácil consecución.
- Fácil mantenimiento.
- Fácil localización de fallas.
- Tiempos de construcción más bajos.

Y tiene las siguientes desventajas:

- Mal aspecto estético.
- Menor confiabilidad.
- Menor seguridad (ofrece más peligro para los transeúntes).
- Son susceptibles de fallas y cortes de energía ya que están expuestas a: descargas atmosféricas, lluvia, granizo, polvo, temblores, gases contaminantes, brisa salina, vientos, contactos con cuerpos extraños, choques de vehículos y vandalismo.

Las partes principales de un sistema aéreo son esencialmente:

a) Postes: que pueden ser de madera, concreto o metálicos y sus características de peso, longitud y resistencia a la rotura son determinadas por el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos postes de concreto de 14, 12 y 10 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 510 kg respectivamente.

b) Conductores: son utilizados para circuitos primarios el Aluminio y el ACSR desnudos y en calibres 4/0, 2/0, 1/0 y 2 AWG y para circuitos secundarios en cables desnudos o aislados y en los mismos calibres. Estos circuitos son de 3 y 4 hilos con neutro puesto a tierra. Paralelo a estos circuitos van los conductores de alumbrado público.

c) Crucetas: son utilizadas crucetas de madera inmunizada o de ángulo de hierro galvanizado de 2 metros para 13.2 kV. y 11.4 kV. con diagonales en varilla o de ángulo de hierro (pie de amigo).

d) Aisladores: Son de tipo ANSI 55.5 para media tensión (espigo y disco) y ANSI 53.3 para baja tensión (carretes).

e) **Herrajes:** todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos de máquina, collarines, úes, espigos, etc.).

f) **Equipos de seccionamiento:** el seccionamiento se efectúa con cortacircuitos y seccionadores monopolares para operar sin carga (100 A - 200 A).

g) **Transformadores y protecciones:** se emplean transformadores monofásicos con los siguientes valores de potencia o nominales: 25 - 37.5 - 50 - 75 KVA y para transformadores trifásicos de 30 - 45 - 75 -112.5 y 150 KVA protegidos por cortacircuitos, fusible y pararrayos tipo válvula de 12 kV. [6]

2.4.1 condiciones de diseño

1. Las presiones de viento sobre los cables y la estructura se evaluaron de acuerdo con el manual de Diseño de Obras Civiles de C.F.E. Diseño por Viento edición 1993 y la especificación CFE J6100- 54 (marzo 2011) Postes metálicos para líneas de transmisión y subtransmisión [7].

a) Puesto que en nuestro país existe una gran diversidad de condiciones climáticas y topográficas se utilizarán datos de diseño representativos para zonas con velocidad regional de viento 120 km/h.

Velocidad Regional (VR) Km/h	Altitud para Viento Máximo msnm	Viento reducido Km/h	Altitud* para Viento Reducido msnm	Temperatura media anual °C	Tipo de terreno	Observaciones
120	0	109	987	16°	Prácticamente plano y Ondulado Zona rural	Para Velocidad regional. Se consideró la ciudad de Chilpancingo Guerrero.

Tabla 2.4.1 Condiciones de diseño

*Se considera este valor debido a que el hielo se presenta por lo general en zonas altas.

b) Presión de viento en postes, se calculó para una altura de 11m considerando los efectos dinámicos del viento y un coeficiente de arrastre de 1,4, resultando las presiones de la siguiente tabla:

Velocidad regional	Presión viento Máximo	Presión viento Reducido
120 km/h	1058 Pa	194 Pa

Tabla 2.4.1.2 Presión de viento

c) La Presión de viento en cables se calculó para una altura de 10,2 m considerando los efectos dinámicos del viento y un coeficiente de arrastre de 1.

2. Bajo las limitantes anteriores, estas normas satisfacen las condiciones mecánicas requeridas por los conductores comúnmente utilizados en líneas aéreas de distribución hasta calibre en ACSR de 477 kCM y Cobre hasta 250 kCM.

- Cualquier condición mecánica diferente a las condiciones anteriores requiere de un cálculo específico.

3. El sistema de distribución a utilizar debe ser el tipo A (3F-4H), indicado en la tabla 1. Los ramales importantes con 2F-3H y las derivaciones con 1F-2H, vigilando que el desbalance en el punto de conexión entre fases no exceda del 5%. Por ningún motivo se deberá construir instalaciones de distribución para sistemas de retorno por tierra (1F-1H).

4. Estas normas son aplicables para las tensiones eléctricas nominales indicadas en la sig. Tabla.

NIVEL DE TENSIÓN	No. DE HILOS	TENSIÓN ELÉCTRICA
Baja tensión	Monofásico	120 /240 V
Baja tensión	Trifásico	220Y /127 V
Media tensión	3F - 4H	13,2Y / 7,62 kV
		22,86Y / 13,2 kV
		33Y / 19,05 kV

Tabla 2.4.1.3 Tensiones eléctricas media y baja tensión

La tensión eléctrica entre fases se indica en el lado izquierdo de la diagonal y en el lado derecho indica la tensión al neutro.

5. La tensión nominal entre fases de los circuitos de media tensión de los sistemas de distribución es de 13,2, 22,86 y 33 kV, mientras que, en las tensiones nominales en la

subestación, son de 13,8, 24 y 34,5 kV. En lo sucesivo, cuando se indique 13, 23 o 33 kV se está refiriendo a las tensiones eléctricas nominales del circuito.

2.4.2 Ámbito de aplicación

1. La aplicación de estas normas de distribución es obligatoria en la construcción de instalaciones en media y baja tensión, para servicio público de energía eléctrica que proporciona la Comisión Federal de Electricidad.
2. Debido a las variables topográficas y climatológicas que se presentan en distintas regiones de la república, el personal externo debe ratificar con el personal de ingeniería de Distribución, las características locales para la construcción, así como cualquier duda o aclaración en la aplicación de estas normas.
3. Las normas no tienen limitante para que los usuarios las utilicen en sus instalaciones particulares, sin responsabilidad para Comisión Federal de Electricidad, propietaria de los derechos de autor y única autorizada para hacer cualquier modificación.
4. El que una norma específica no indique alguna generalidad a tomar en cuenta, no excluye al usuario de la responsabilidad y la aplicación de la misma.
5. Es necesario que por parte de Comisión Federal de Electricidad se haga saber a las compañías constructoras de instalaciones eléctricas de la localidad acerca de la existencia y obligatoriedad en la aplicación de estas normas.

Las obras construidas por terceros que vayan a ser entregadas a CFE deben sujetarse al procedimiento PE-D-1300-001 Procedimiento para la Construcción de Obras por Terceros. [8].

2.4.3 Trazos y libramientos

Esta sección comprende los elementos básicos para el trazo de instalaciones en media y baja tensión, tomando en cuenta las condiciones que inciden en su construcción y que básicamente son la seguridad a la población, protección al medio ambiente, urbanización, derechos de vía, niveles del terreno, libramientos y obstáculos naturales o artificiales. El primer factor para construir es el conocimiento detallado del entorno, para lo cual se requiere analizar las condiciones del terreno y definir la alternativa técnico-económica más conveniente.

El proyecto para la construcción de las instalaciones debe considerar: la menor longitud, menor número de estructuras, operación simple y segura, costo mínimo de mantenimiento,

para asegurar el cumplimiento de los compromisos de suministro ofertados a los clientes; debiendo prever y valorar los puntos siguientes:

1. Para salvaguardar la integridad y propiedad de la población, se debe de respetar lo indicado en esta sección.
2. Considerar la protección al medio ambiente: analizar la trayectoria más conveniente para minimizar el impacto del entorno.
3. Respecto a los derechos de particulares: en el área urbana por ningún motivo se debe construir en terreno de particulares. En área rural se debe obtener el consentimiento por escrito del propietario.
4. Falta de urbanización: cuando no exista urbanización definida en el terreno, se deben obtener los planos autorizados por la autoridad competente, para conocer la urbanización definitiva de los sectores por electrificar.
5. Tramos rectos: minimizar el número de deflexiones de la línea.
6. Fácil acceso: para la construcción, operación y mantenimiento de la línea; preferentemente utilizando los derechos de vía pública.
7. Evitar obstáculos: de edificios, árboles, líneas aéreas y subterráneas de comunicación y anuncios.
8. Considerar la orografía: antes del levantamiento analizar el trazo más conveniente.
9. Determinar puntos obligados: para distribuir tramos interpostales, en base a deflexiones y/o desniveles de terreno.
10. Evitar puntos de contaminación: principalmente en la proximidad de zonas costeras e industrias contaminantes.
11. Prever impactos en los postes: con base a la afluencia vehicular y sus características determinar el trazo y tipo de estructura a utilizar.
12. Considerar la instalación de equipo de protección, bancos de capacitores y regulación, conexión y desconexión, para la operación y mantenimiento de las instalaciones.
13. Reducir cruces: con otros derechos de vía, como vías férreas, carreteras y canales navegables.
14. Cruce con vías de comunicación: se debe efectuar el trámite ante la autoridad competente, para obtener el permiso correspondiente. [9]

2.4.3.1 Altura mínima de conductores a superficies

Los requisitos de esta sección se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores, con respecto al suelo, al agua y a la parte superior de rieles; se aplican bajo las siguientes condiciones: a. Temperatura en los conductores de 50° C. b. Sin viento. [9]

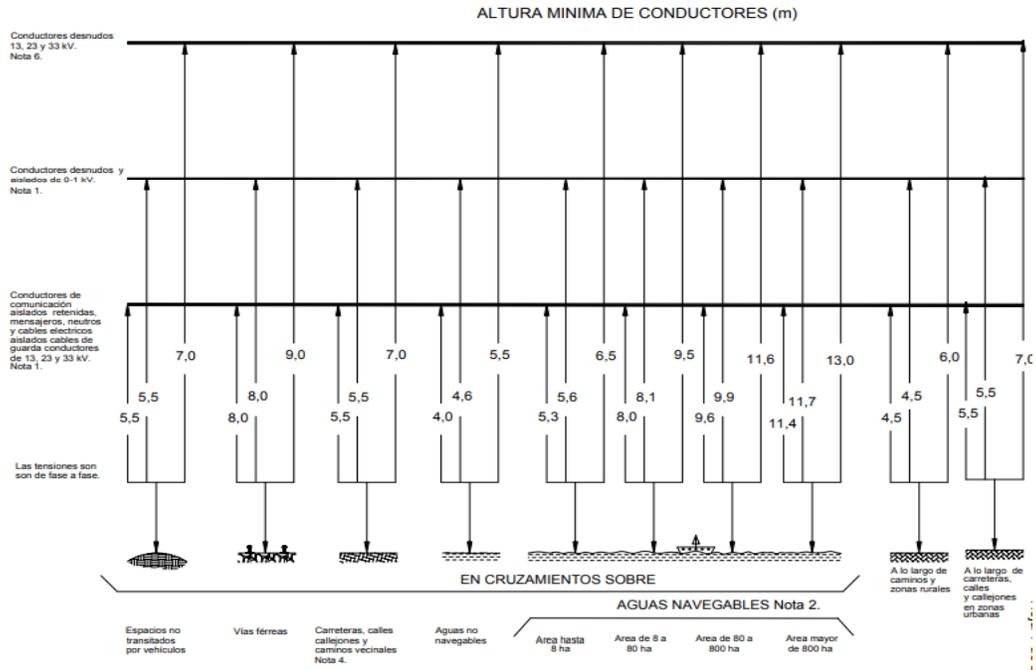


Fig. 2.4.3.1 Altura mínima de conductores

2.4.3.2 Separación de conductores a construcciones

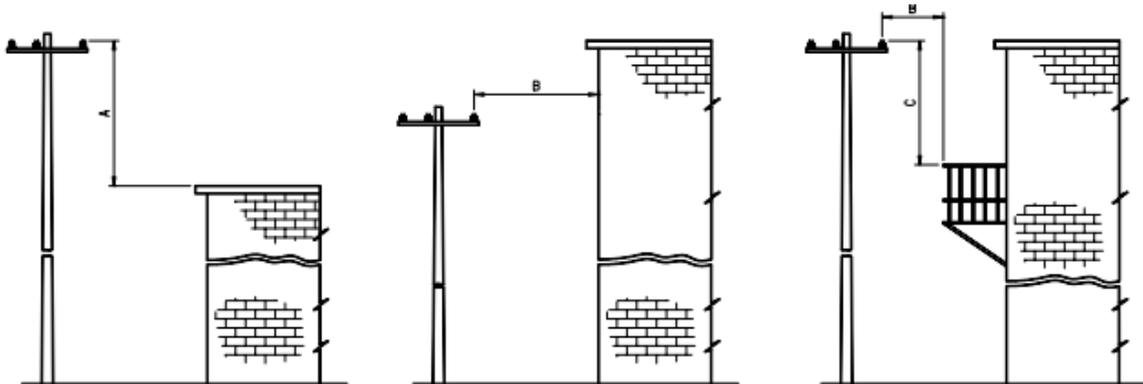


Fig.2.4.3.2 Separación de conductores a construcción

Consideraciones:

- a) La Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 19 kg/m, con flecha final y temperatura de 16° C.

- b) La Separación vertical. Debe aplicarse con temperatura en los conductores de 50° C, con flecha final sin carga.
- c) Se recomienda dejar un espacio de 180 cm entre los edificios de más de 3 pisos o 15 m de altura y los conductores para facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio.
- d) Cuando la línea cumpla con las distancias verticales mínimas indicadas, la distancia horizontal mínima del plano imaginario vertical sobre una construcción o balcón a la línea no debe ser menor a un metro.
- e) En caso de que las separaciones anteriores no se pueden lograr, los conductores eléctricos deben colocarse en estructuras tipo V o bien aislarse para la tensión de operación.

Construcciones							
	Horizontal (m)		Vertical (m)			Anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua (m)	
	B		A	C		B	A
	Espacios no accesibles a personas	Espacios accesibles a personas (3)	Espacios no accesibles a personas (3)	Espacios accesibles a personas (3)	Sobre Techos accesibles a tráfico vehicular	Horizontal	Vertical
Retenidas, hilos de guarda, neutros y cables electricos aislados 0 a 750 V	1,40 (1)	1,40 (1)	0,90	3,2	4,7	0,90	0,90
Cables suministradores de mas de 750 V aislados y conductores de desnudos de 0 a 750 V	1,70 (1)	1,70 (1)	3,2	3,5	5,0	1,70(1)	1,80
Conductores suministradores de linea abierta de 750 V a 23 kV	2,30 (2)	2,30	3,8	4,1	5,6	2,30(1)	2,45
Conductores suministradores de linea abierta a 33 kV	2,50	2,50	4,0	4,3	5,8	2,5	2,5
Partes vividas rigidas no protegidas de mas de 750 V a 33 kV	2,0 (2)	2,0	3,6	4,0	5,5	2,0(4)	2,30

Tabla 2.4.3.2 Separación de conductores a construcción

Nota: Debe cumplirse la distancia horizontal o vertical.

- 1.- Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1 m.
- 2.- Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1,5 m, en esta condición el claro interpostal no debe ser mayor de 50 m.
- 3.- Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente [9].

2.4.3.3 Separación mínima de conductores en una misma estructura

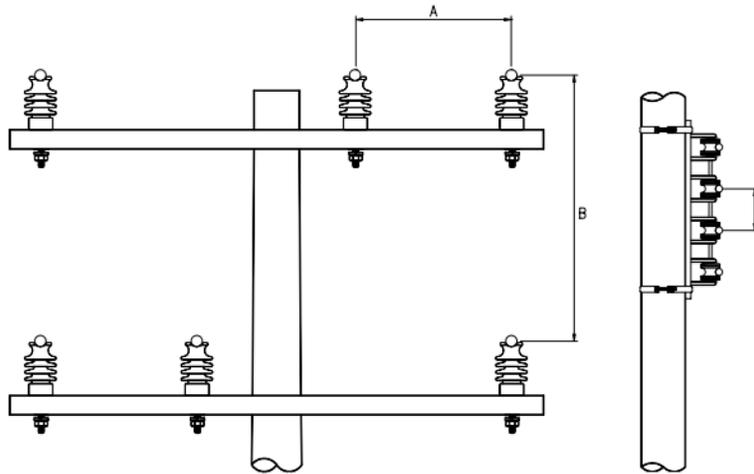


Fig. 2.4.3.3 Separación de conductores

- * Para líneas con cable de guarda, este debe ir como mínimo a 1 m de las fases.
- La separación es en centímetros.

		DESCRIPCIÓN	0-1 kV	13 kV	23 kV	33 kV
A Notas 1 y 6	Separación horizontal entre conductores del mismo o diferente circuito		30	35	45	56
B Notas 2 y 3	Separación vertical siendo el conductor inferior de:	Comunicación	100 Nota 11	100	150	150
		Comunicación, utilizado en la operación de líneas eléctricas	40 Nota 11	40	100	100
		0-1 kV	40 Nota 11	40	140	140
		13 kV	*	140	140	140
		23 kV	*	140	140	140
		33 kV	*	-	-	140

Tabla 2.4.3.3 Separación de conductores

Notas:

1. En ningún caso se deben llevar en un mismo nivel dos tensiones diferentes.
2. La posición que ocupen los circuitos de diferente tensión, en una misma estructura, debe ser tal que los conductores de mayor tensión queden arriba de los de tensión menor.
3. Cuando se instalen conductores de líneas eléctricas y de comunicación en una misma estructura, los primeros deben estar en los niveles superiores.

4. Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados, así como los conductores en grupo, soportados por aisladores o mensajeros, se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad.

5. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados, o bien si son conductores forrados de un mismo circuito como los descritos en la norma 01 00 07 [10].

2.4.3.4 Localización de estructuras en áreas urbanas

La separación del poste a la calle debe ser de 10 cm, la longitud mínima entre el límite de propiedad y el poste, está en función del tipo de estructura.

El arreglo de las banquetas por instalación de poste y retenidas, serán por cuenta del constructor de la obra.

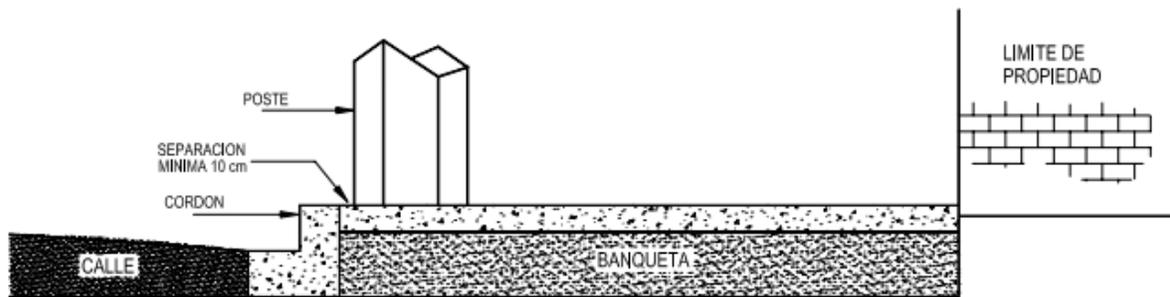


Fig. 2.4.3.4(a) Separación de poste a la calle

En poblados o periferia de las ciudades sin planificación urbana y donde no existan cordones para determinar la banqueta, deberá consultarse con el municipio el ancho de esta; la localización de la estructura debe cumplir con las separaciones a edificios y construcciones indicadas en la norma.

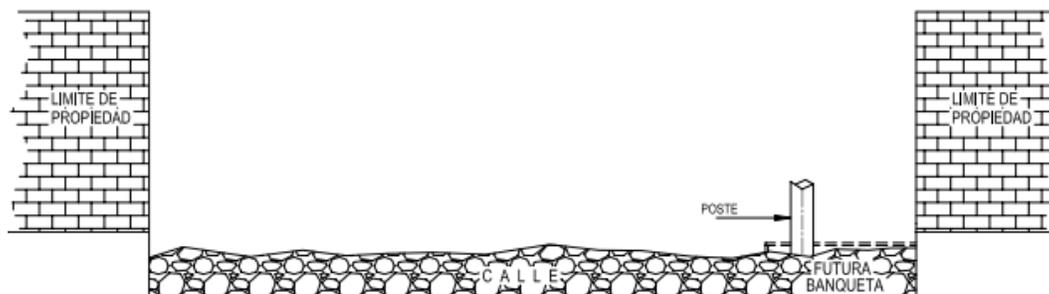


Fig.2.4.3.4(b) Separación de poste a la calle

Se debe mantener el mismo lado de la acera para todas las líneas, longitudinal y transversalmente. Para instalar postes en las esquinas, seleccione la acera del lado del crecimiento de la ciudad para evitar anclajes con estacas.

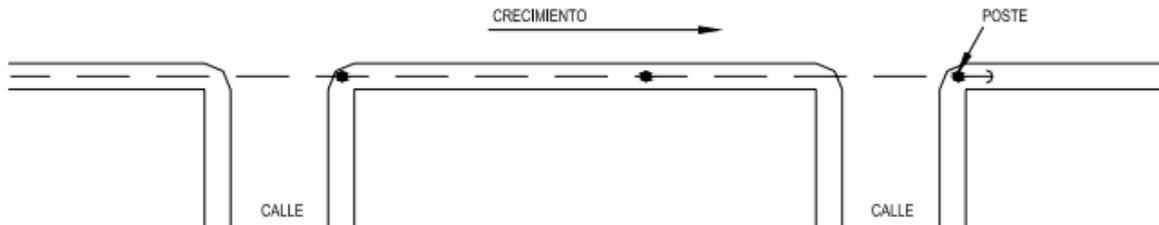


Fig.2.4.3.4(a) Ubicación de postes en la acera

Las líneas que van sobre calles que desemboquen a mitad de la cuadra, se rematan antes de la esquina y con un tramo flojo se continúa hasta la esquina. De esta forma se evita el uso de retenidas de estaca o de banqueteta en la acera frontal.

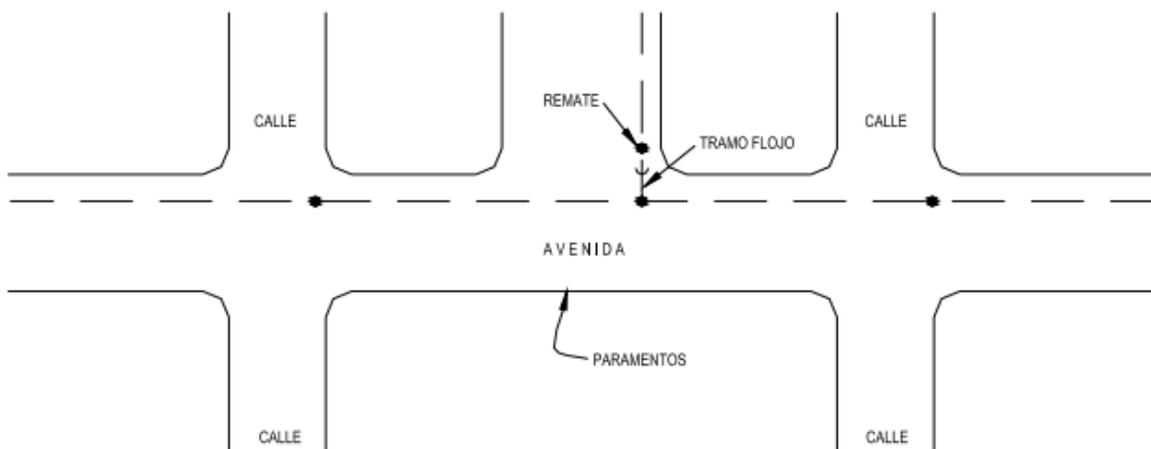


Fig.2.4.3.4(b) Ubicación de postes en la acera

Con objeto de librar los accesos a las construcciones, los postes deben quedar frente a los límites de propiedad de dos lotes, siempre y cuando no haya condiciones que alteren considerablemente los tramos interpostales.

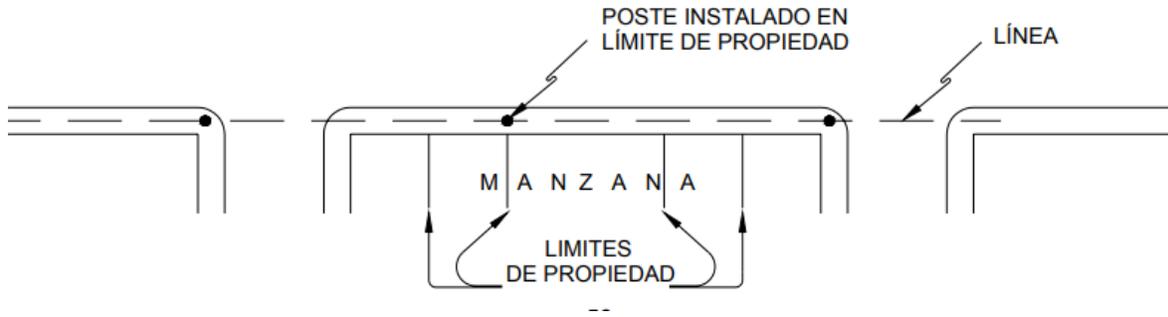


Fig.2.4.3.4(c) Ubicación de postes en la acera

Instalar las retenidas de tal forma que no obstruyan el acceso a las edificaciones. En caso de que al construir la línea no existan referencias para colocación de los postes o retenidas, deben instalarse con base a la lotificación más próxima.



Fig.2.4.3.4(d) Ubicación de postes en la acera

Las líneas de media y baja tensión que crucen una calle cerrada para continuar por una acera perpendicular al trazo original de la línea se rematan antes de la esquina para cruzar la calle con tramo flojo, este tramo debe soportarse por una retenida de banqueteta en la acera opuesta.

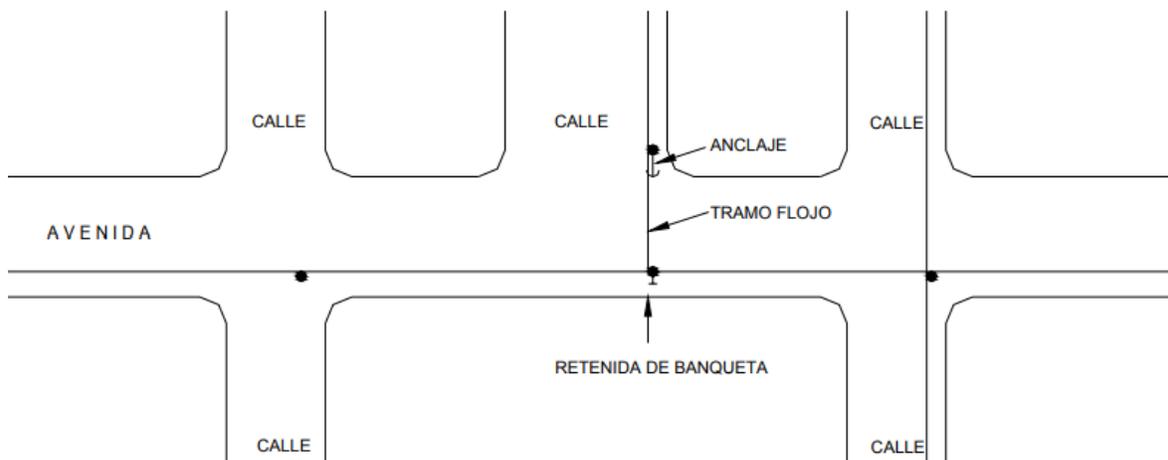


Fig.2.4.3.4(e) Ubicación de postes en la acera

Se debe dejar una distancia de 1 m entre la orilla del paramento y el perno ancla, de la retenida para dar seguridad a los peatones.

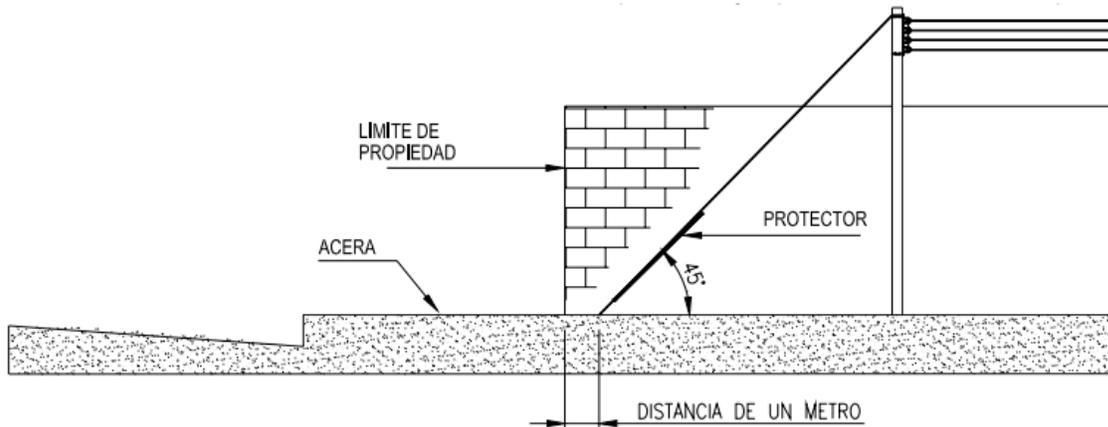


Fig.2.4.3.4(f) Ubicación de perno ancla en acera

Al electrificar un sector urbanizado con servicio de agua, drenaje, instalaciones subterráneas de alumbrado público y redes públicas de telecomunicaciones, se debe consultar con quien corresponda acerca de la ubicación y profundidad de estas instalaciones, para evitar dañarlas al cavar las cepas para postes o retenidas. En estos casos, el responsable de algún daño a esas instalaciones es quien tenga asignada la obra [9].

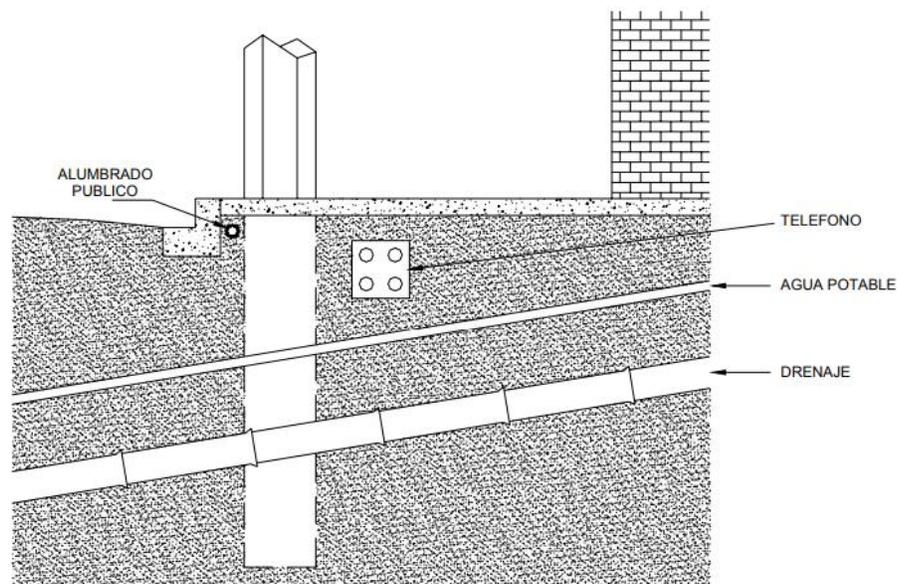


Fig.2.4.3.4(g) Ubicación de postes en la acera

2.4.4 Estacado de líneas

1. Normalmente el trazo de las líneas de media tensión en el medio rural no requiere de un levantamiento topográfico con curvas de perfil, por construirse generalmente con referencias de carreteras o caminos y teniendo siempre la ubicación de los servicios a alimentar.

2. Por lo anterior solo se requiere contar con:

- un plano del INEGI (u otro similar).
- una cinta de medir de 50 m.
- tres balizas.
- geoposicionador Satelital (GPS)
- estacas (madera de 3,6 x 3,6 x 50 cm) con punta en un extremo y en el otro pintado con un color contrastante al terreno (10 cm).

3. Se localiza el camino que el usuario utilice y que pudiera resultar conveniente para el trazo de la línea de media tensión. Para detalle del trazo consulte las normas 02 00 10 [11] y 02 00 11 [12]. El arranque de la línea de media tensión será el punto más próximo a la existente y que satisfaga las consideraciones y las normas antes indicadas.

4. Marque con una estaca los puntos de deflexión obligados, así como las elevaciones que presente el terreno. En estos puntos obligados se ubicará una estructura.

5. Con cinta se mide la distancia entre las estructuras obligadas por desnivel o deflexión y en base al tramo máximo de la estructura que se seleccione, se distribuirá equidistantemente el número de estructuras en dicho tramo.

6. Los trazos en línea recta sin referencia de caminos u alguna otra, se obtienen fijando balizas en los puntos obligados.

Con estas referencias y con el tramo interpostal proyectado, visualmente se alinean las estructuras intermedias entre dichos puntos obligados. Una vez alineadas y con la distancia interpostal determinada, se estaca definitivamente en los puntos donde se ubicarán las estructuras.

7. Con equipo Geoposicionador Satelital (GPS) se determina la ubicación geográfica de los tramos comprendidos entre deflexiones, para incorporarlos a la cartografía digital.

8. Todas las anotaciones y simbología de la línea de media tensión que se anoten en el plano serán las indicadas.

9. En los casos de terreno abrupto, se deberán realizar los estudios topográficos de perfiles [9].

2.4.5 Empotramientos

1. Esta sección de empotramientos incluye las cepas y cimentaciones que, en función de la naturaleza del terreno y características del material a empotrar, difieren en las distintas regiones de la República Mexicana dada su gran variedad de tipos de terreno.
2. Una vez que se cuenta con el trazo y estacado de la línea, la excavación de las cepas es la primera acción propia para el constructor. En la mayoría de los casos quien ejecuta estos trabajos es personal sin conocimientos de construcción de líneas, por lo que se requiere que el supervisor de la obra compruebe las características de las cepas.
3. Se debe tomar en cuenta que la cepa debe de estar al centro de la línea de trazo para que los postes queden alineados, ya que el poste debe quedar al centro de la cepa.
4. Antes de empezar las cepas, se necesitan comprobar las dimensiones de las mismas, así como las características de consistencia del terreno, las del poste a hincar o del ancla a enterrar.
5. En el medio rural se debe tomar en cuenta que el terreno no tenga problemas de erosión por efectos pluviales o eólicos. También verifique que no existan problemas por encharcamiento o inundación.
6. Siempre se debe mantener o mejorar la condición original de la compactación del terreno. Es necesario apisonarlo debidamente para obtener una óptima compactación; tener cuidado de que no queden huecos al cimentar con piedras grandes que obstruyan el llenado con tierra para la compactación.
7. En áreas urbanas siempre se debe tener presente que pueden existir instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos, de comunicaciones o fibra óptica.
8. Se recuerda que al destruir una banqueta es obligación del mismo constructor dejarla en condición similar a la original y limpia.
9. Se debe tener cuidado de tapar provisionalmente las cepas cuando el poste o ancla no se instalen inmediatamente, la cual debe de ser de material resistente y pintada con franjas de color amarillo tráfico y negro, de lo contrario se puede causar accidente a los peatones.
10. En el área rural dejar un montículo de tierra adicional una vez cubierta la cepa, para que, al compactarse con el tiempo, el nivel de la cepa quede ligeramente superior al del terreno original.
11. En terreno salitroso es necesario prever la corrosión por el efecto del terreno en los materiales a enterrar, en especial en los primeros 60 cm, los postes a instalar se deberán de proteger de la salinidad aplicándole dos capas de impermeabilizante base en frío en la parte a enterrar más 20 cm sobre la superficie.

12. Para compactar, utilizar el material extraído de la cepa, excepto que se indique que debe substituirse o adicionar otros materiales [9].

2.4.5.1 Cepas para postes de concreto

La profundidad de la cepa para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos.

EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)			
Altura (m) y resistencia (kg) del poste	Blando	Normal	Duro
	Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Tierra común	Tepetate, grava y roca
7 - 600	140	120	100
9 - 450	160	140	120
12 - 750	190	170	150
13 - 600	200	180	160
14 - 700	210	190	170
15 - 800	220	200	180

Tabla 2.4.5.1 Empotramiento por tipo de suelo

Notas:

1. Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se debe considerar como un terreno blando.
2. Un terreno blando es posible considerarlo como terreno normal si se compacta con piedras 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
3. En áreas urbanas en que el poste está en banqueta terminada se considera como terreno normal.
4. Un terreno normal es posible considerarlo como terreno duro si se compacta con piedras de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
5. En zonas con actividad sísmica adicione 10 cm al empotramiento de la tabla anterior y si el terreno es blando proceda como se indica en el punto 2.
6. En líneas rurales con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior de la cepa.
7. En caso de que no se tenga la tabla, se puede utilizar la fórmula siguiente para terreno normal: Profundidad del empotramiento = Altura del poste en cm/10 + 50 cm [9].

2.4.5.2 Cepas para anclas

1. La profundidad de las cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45° .
2. El perno ancla debe quedar 20 cm fuera del nivel del piso terminado y se hace una zanja para que el perno ancla quede alineado al punto de sujeción del cable de retenida en la estructura. El perno ancla a usar es el 1PA.
3. Para la ubicación de la cepa para la instalación de la retenida debe ser de acuerdo con las dimensiones indicadas en la siguiente figura.

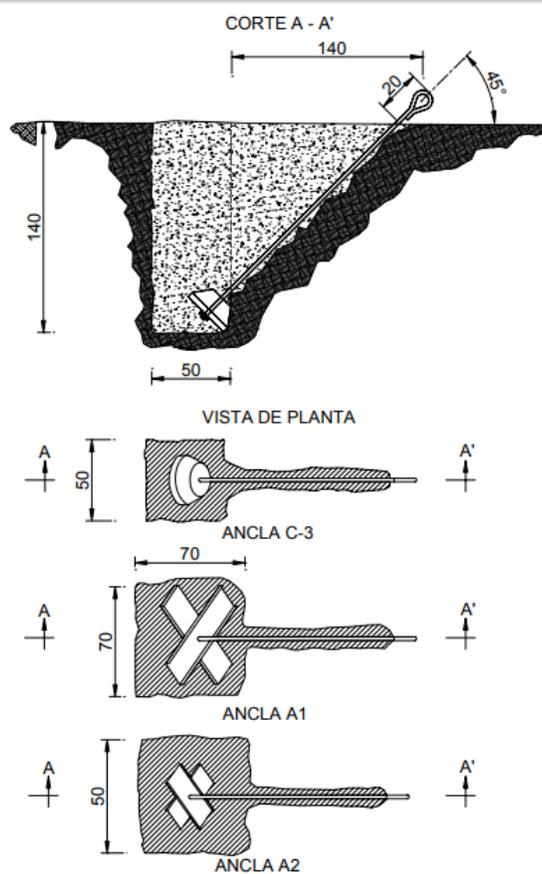


Fig. 2.4.5.2(a) Dimensiones de cepa para ancla

4. Las anclas deben quedar recargadas en la pared de la cepa.

Las dimensiones de las cepas deben ser de acuerdo al tamaño de las anclas, mas 10 cm de tolerancia para su acomodo.

2.4.5.3 Empotramiento de postes

La cepa para hincar el poste debe tener un diámetro mínimo de 50 cm y una profundidad indicada en la norma, en función del tipo de terreno. Verifique que la cepa esté centrada con el eje de la línea.

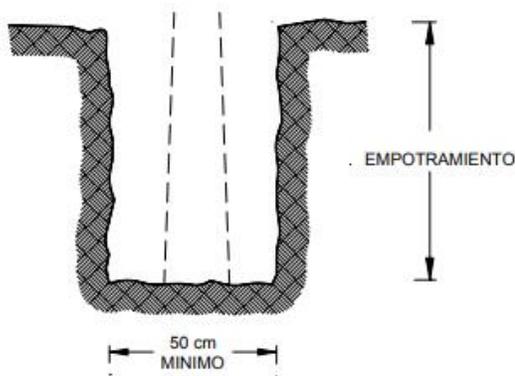


Fig. 2.4.5.3(a) Empotramiento de poste

1. Inserte el poste en la cepa y céntrelo en la misma.
2. Gire el poste para que la cara con las características del mismo quede del lado del tránsito.
3. Con el material extraído rellene la cepa con una capa de 20 cm alrededor del poste y compáctelo

4. Plomear el poste y continúe relleno la cepa en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Compruebe la verticalidad del poste.

5. En lugares donde no exista banquetta debe quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste y compactándolo.

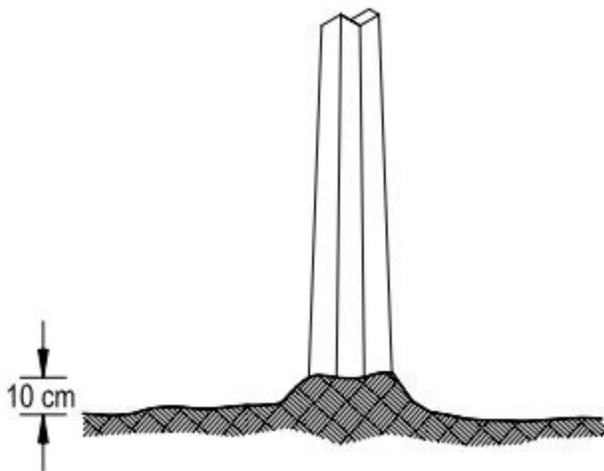


Fig. 2.4.5.3(b) Empotramiento de poste

6. Cuando se utilice piedra en el empotramiento, deben añadir agregados finos (tierra y arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación.

7. En terreno blando sobreponga el poste en una base de piedra de 30 cm de espesor [9].

2.4.5.4 Compactación de cepas

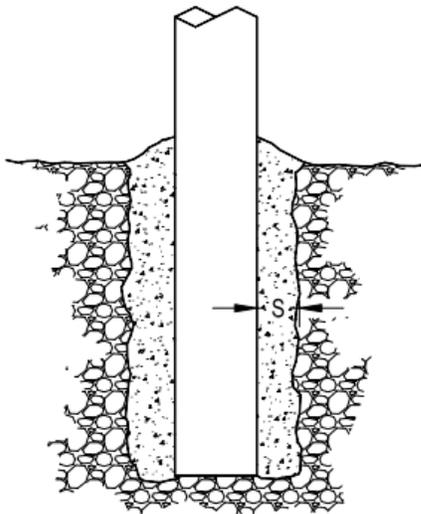


Fig. 2.4.5.4(a) Separación de poste a cepa

El poste debe quedar al centro de la cepa.

La separación del poste a la pared de la cepa debe permitir la entrada libre del pisón y de la piedra que se adicione.

El tamaño máximo de la piedra debe ser de la mitad de distancia S .

Se debe efectuar una compactación uniforme alrededor del poste en cada capa de 20 cm de material de relleno en la cepa.

Cuando se usen piedras, los huecos que se forman deben quedar bien rellenos de tierra o arena

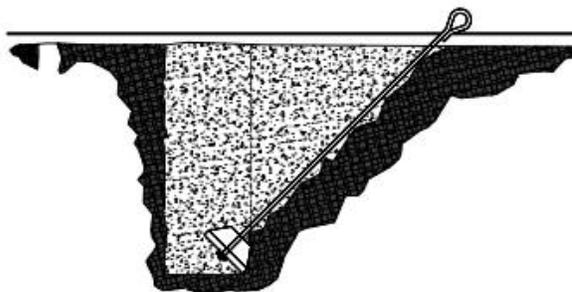


Fig. 2.4.5.4(b) Colocación de ancla en cepa

A la cepa para el ancla hacerle una cavidad para recargarla en terreno firme. Se debe hacer también una ranura para que el perno ancla quede instalado con el ángulo requerido por la retenida.

Para compactación en condiciones normales, el relleno para la cepa del ancla no requiere de otros materiales diferentes al extraído.

Al finalizar el relleno de una cepa, deje un pequeño montículo de material compactado, para evitar encharcamiento.

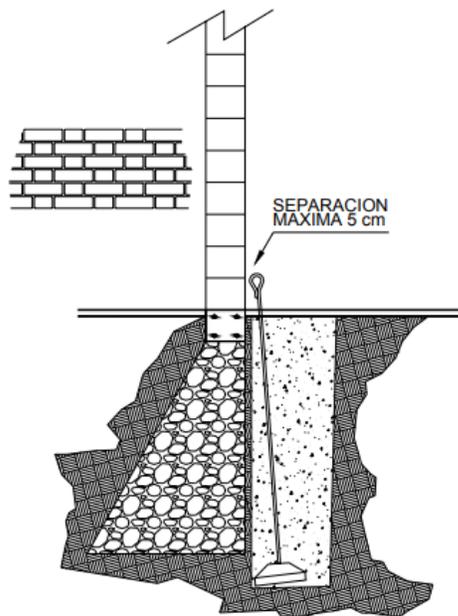


Fig. 2.4.5.4(c) Separación de ancla a la pared

La compactación en las cebras para retenidas de banquetas debe hacerse rellenando y apisonando la tierra extraída revuelta con piedras.

El perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cebra.

La cebra para retención de banquetas se debe cavar a partir de la colindancia del paramento con la banqueta, a una distancia máxima entre éste y la retención de 5 cm.

Para compactar en terrenos blandos utilice piedra de aproximadamente 20 cm de diámetro [9].

2.4.6 Ensamblajes

1. Esta subsección muestra los ensamblajes de los herrajes utilizados en la construcción de líneas aéreas con postes de concreto, indicando en detalle la forma de instalarlos, así como algunas observaciones necesarias para mejorar la calidad y la seguridad de personas e instalaciones.
2. Lo primero es planear el trabajo, siendo la base para optimizar la construcción y mantenimiento en las instalaciones aéreas en media y baja tensión.
3. Posteriormente seleccione los herrajes y considere sus medidas en función del nivel de fijación al poste.
4. Se debe pre armar en el piso el mayor número de herrajes posible al pie del poste, para facilitar el trabajo.
5. Para subir los herrajes al poste debe usarse soga mandadera con gancho y/o cubeta, sujetando los herrajes correcta y firmemente a la mandadera y teniendo cuidado de que no se enganche con otros elementos fijados al poste. Esta maniobra debe hacerse con seguridad para evitar accidentes.
6. La alineación de los herrajes con respecto al poste y a la línea es básico para una óptima construcción y presentación estética.

7. Antes de apretar las tuercas compruebe las indicaciones del punto anterior.
8. Antes de bajar del poste debe comprobar que las chavetas estén bien colocadas y que todos los tornillos cuenten con las placas y arandelas de presión.
9. Todos los pernos deben sobresalir de su tuerca 5 mm mínimo.
10. El uso de equipo de seguridad es obligatorio para realizar estos trabajos [9].

2.4.6.1 Selección de abrazaderas en postes de concreto

Estas abrazaderas también se utilizan para conductor neutro o cable de guarda. Como alternativa en la sujeción al poste de los herrajes en baja tensión y conductor neutro de paso, se podrá usar fleje de acero inoxidable, de acuerdo a la especificación CFE 2G000-97 Fleje y Grapas de Acero Inoxidable [13].

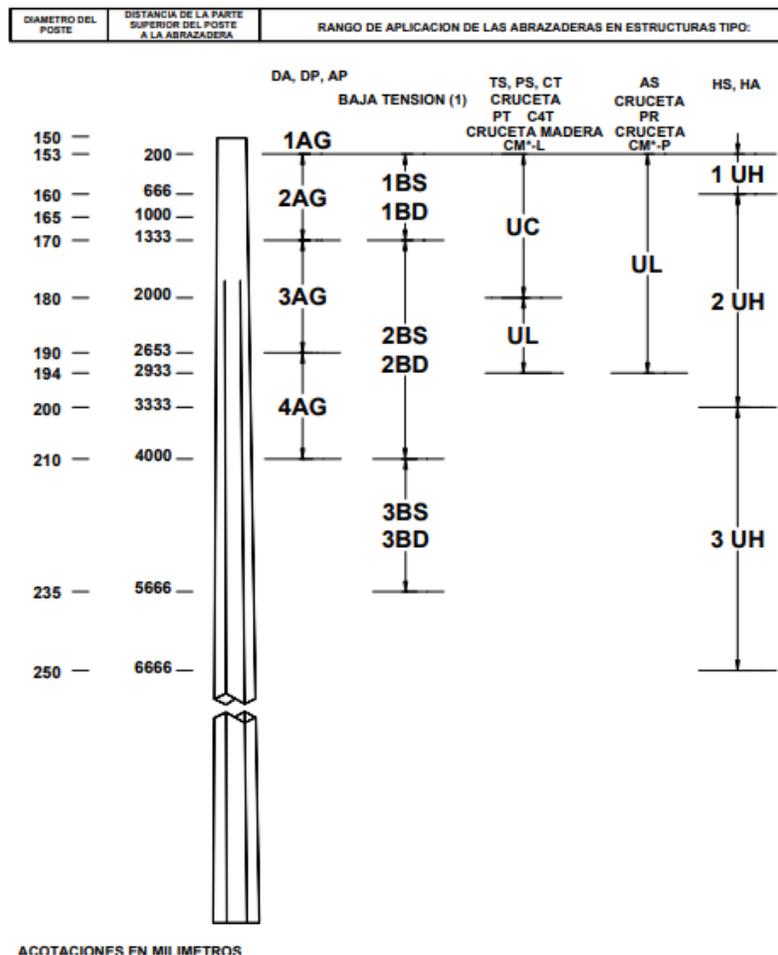


Fig. 2.4.6.1 Selección de abrazadera

2.4.6.2 Abrazadera AG, grillete GA1 y aislador de suspensión

Seleccione la abrazadera conforme a la norma, sujete la abrazadera apretando primero la tuerca del lado del grillete hasta que se junten las caras de la abrazadera, luego el otro tornillo que previamente debe estar atornillado hasta la mitad. No olvide instalar las chavetas de seguridad y no improvise con alambres. Antes de bajar del poste compruebe el apriete de todas las tuercas.

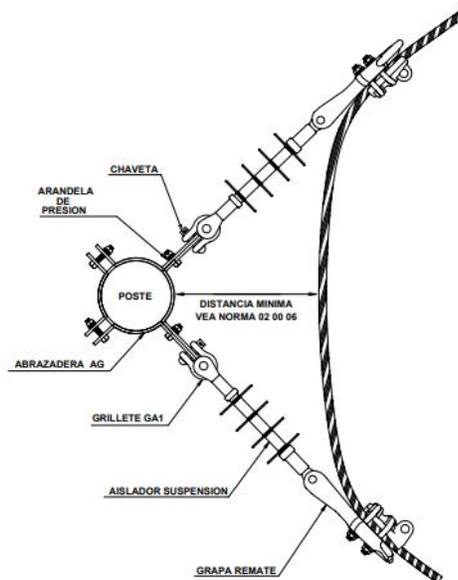


Fig. 2.4.6.2 Abrazadera AG, grillete GA1 y aislador de suspensión

Para evitar el uso de conectadores en el puente, remate un conductor del mismo nivel; forme el puente y sujete el cable a la otra grapa; posteriormente tensar la línea en la otra estructura de remate. El puente debe quedar lo más rígido posible [9].

2.4.6.3 Aislador de suspensión y grapa remate

Si es estructura de anclaje, los puentes van por arriba de la cruceta apoyados en aislador PD o PC. Antes de bajar del poste compruebe que la punta para el puente quedo bien sujeta al conductor rematado.

Verifique el apriete de las tuercas de la grapa de remate. Seleccione la grapa de remate de acuerdo a la norma 07 FC 03 [14].

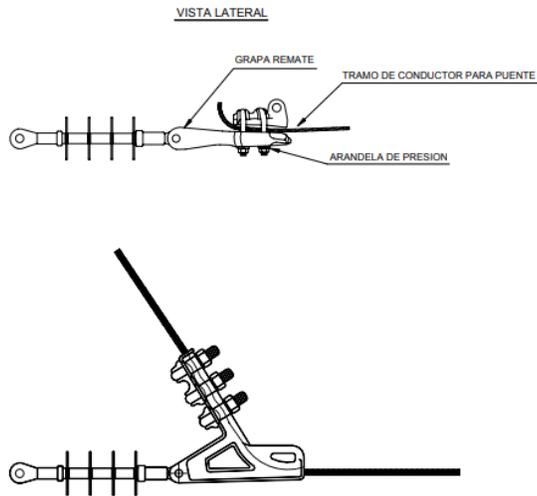


Fig. 2.4.6.3 Aislador de suspensión y grapa de remate

2.4.6.4 Moldura RE, aislador de suspensión y grapa remate

Ajuste la moldura RE hasta que ambas mitades se junten cuidando que quede centrada a los pernos; posteriormente apriete las tuercas.

La moldura RE sólo se utiliza cuando la línea rematada es perpendicular a la cruceta. En caso de no ser así, utilice ojo RE con el ojo en posición horizontal fijado con el perno correspondiente a la deflexión de la línea.

La posición de la grapa depende de que la conexión o puente sea hacia arriba o hacia abajo [9].

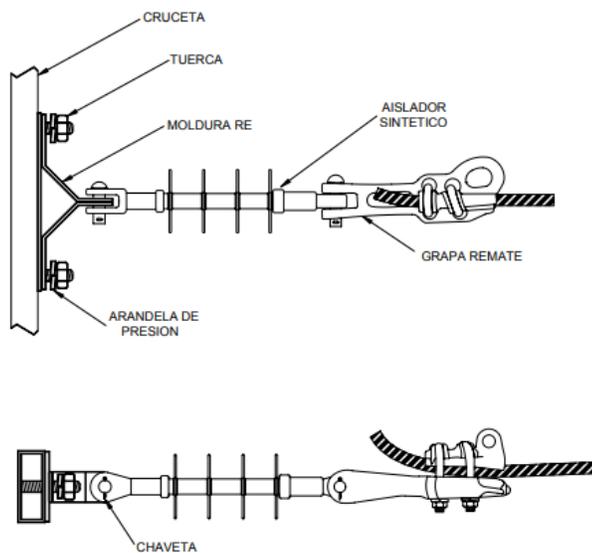


Fig. 2.4.6.4 Moldura RE, aislador de suspensión y grapa remate

2.4.6.5 Aislador tipo poste en cruceta

Inserte el conjunto de aislador y perno en la cruceta, coloque las arandelas PC y arandela de presión alineando la ranura de soporte para el conductor del aislador, con el eje de la línea y apriete la tuerca [9].

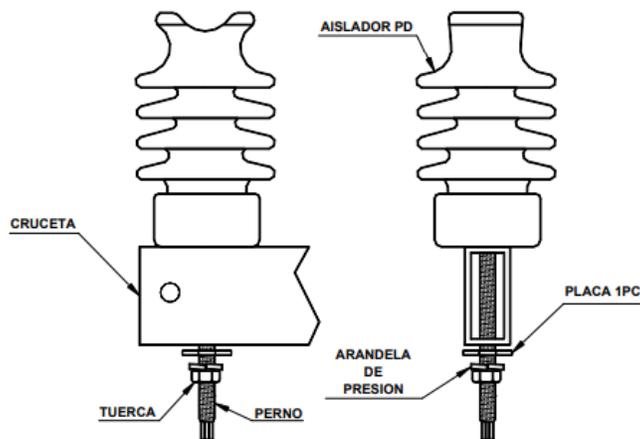


Fig. 2.4.6.5 Instalación de aislador PD en cruceta

2.4.6.6 Aislador tipo poste en soporte aislador

Ensamble en piso el conjunto aislador-soporte, cuidando de alinear la ranura del aislador con el eje de la línea. Fije la abrazadera superior al centro de la perforación del soporte aislador. Coloque la abrazadera inferior en el barreno alargado del soporte.

Cuando exista ángulo en los conductores fije el soporte AP al lado contrario a la resultante de la tensión del conductor [9].

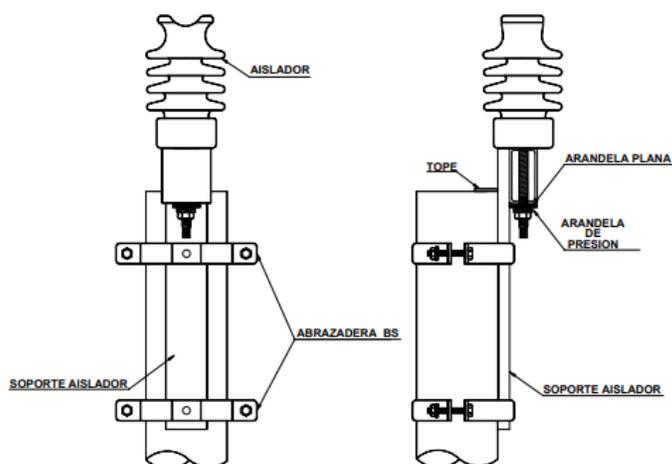


Fig. 2.4.6.6 Instalación de aislador PD en poste

2.4.6.7 Aislador tipo poste en doble soporte aislador

Ensamble en piso el conjunto aislador-soporte.

Fije la abrazadera superior al centro de la perforación de cada soporte aislador. Coloque la abrazadera inferior en el barreno alargado de cada soporte.

En caso de existir deflexión horizontal en la línea, la alineación de los soportes debe estar en forma perpendicular a la bisectriz del ángulo, cuidando que el conductor se fije en el cuello de los aisladores. Para deflexión vertical de la línea, se debe alinear la ranura de cada aislador con el eje de la línea [9].

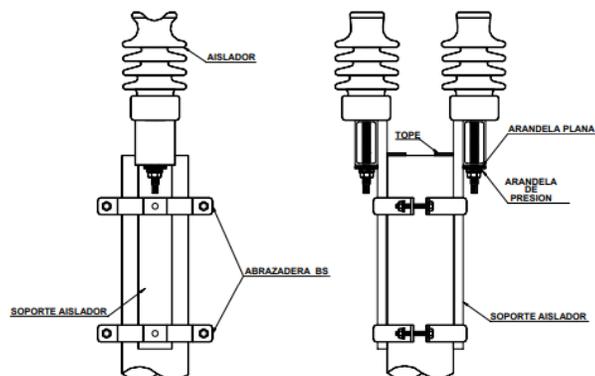


Fig. 2.4.6.7 Instalación de doble aislador PD en poste

2.4.6.8 Bastidor B1 en abrazadera BS

Seleccione la abrazadera conforme a norma, el perno del bastidor debe tener la chaveta de seguridad en la parte inferior.

Para bastidores en ambos lados del poste, instale abrazadera BD. Puede sustituir la abrazadera BS que sujeta al bastidor B1 por fleje y grapas de acero inoxidable de acuerdo a especificación CFE- 2G000-97 [13].

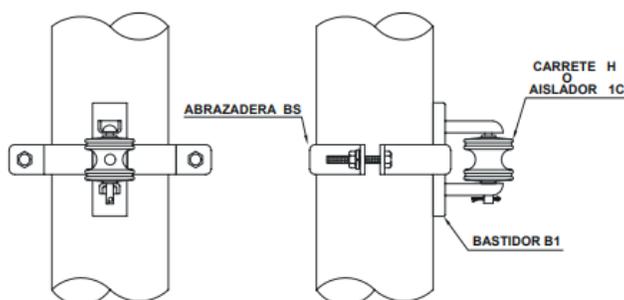


Fig. 2.4.6.8 Bastidor B1 en abrazadera BS

2.4.6.9 Pernos doble rosca en crucetas

Las crucetas deben quedar perpendiculares a la línea o en la bisectriz del ángulo si existe alguna deflexión. Arme los herrajes en el piso dejando las tuercas en el extremo de las roscas. Inserte en el poste y apriete las tuercas dejando las crucetas paralelas entre sí y perpendiculares a la línea. En caso de existir varios niveles de fijación, inserte primero las crucetas del nivel más bajo [9].

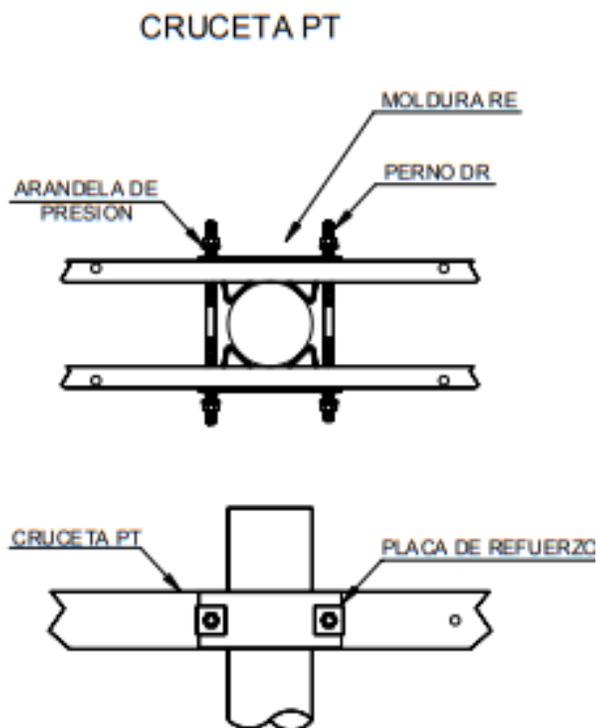


Fig. 2.4.6.9 Pernos doble rosca en cruceta PT

2.4.6.10 Pernos doble rosca en cruceta volada

En el piso arme las crucetas con los pernos, placas, arandelas y ojos RE o tuerca de ojo dejando sus tuercas en los extremos de la rosca. Inserte en el poste y fije los pernos junto a éste, dejando las crucetas paralelas. Sujete los tirantes a la cruceta y a la abrazadera de apoyo, hasta que la cruceta quede perpendicular al poste.

Inicie el apriete en las tuercas del perno de la fase central, a continuación, fije el perno de la fase de la orilla contraria al poste y finalmente apriete las tuercas de los pernos de sujeción con el poste. Antes de bajar del poste verifique que las tuercas queden bien apretadas [9].

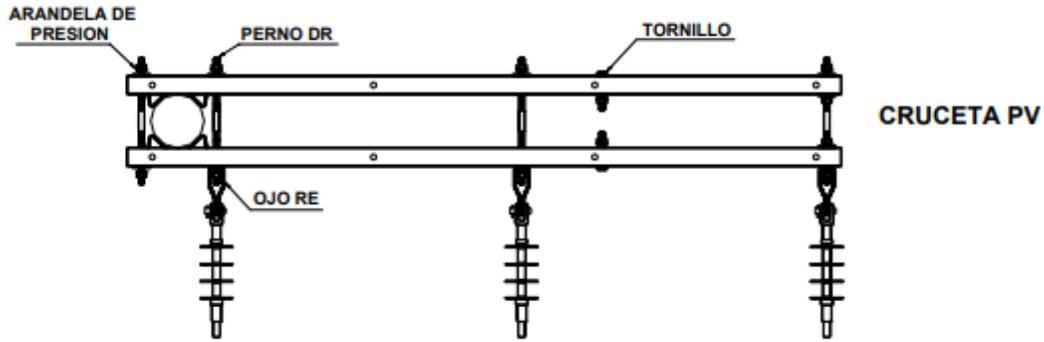


Fig. 2.4.6.10 Pernos doble rosca en cruceta volada

2.4.6.11 Pernos doble rosca, ojo RE o tuerca de ojo en crucetas

Arme en el piso dejando las tuercas al tope de las roscas. Las crucetas deben estar paralelas entre sí y perpendiculares al poste. La separación se ajusta en los extremos con las tuercas interiores. En caso de existir algún ángulo en la línea, las crucetas deben quedar en dirección de la bisectriz del mismo y los ojos RE girados a 90°. Antes de bajar del poste compruebe el apriete de todas las tuercas [9].

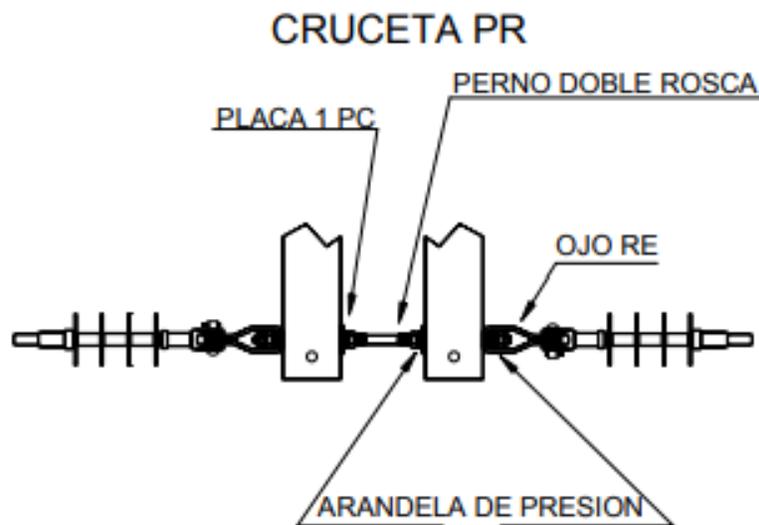


Fig. 2.4.6.11 Perno doble rosca, ojo RE en cruceta

2.4.6.12 Tirante T en cruceta volada

El apoyo inferior del tirante se coloca en el lado plano de la abrazadera. Este arreglo aplica para crucetas PTR, canal y madera.

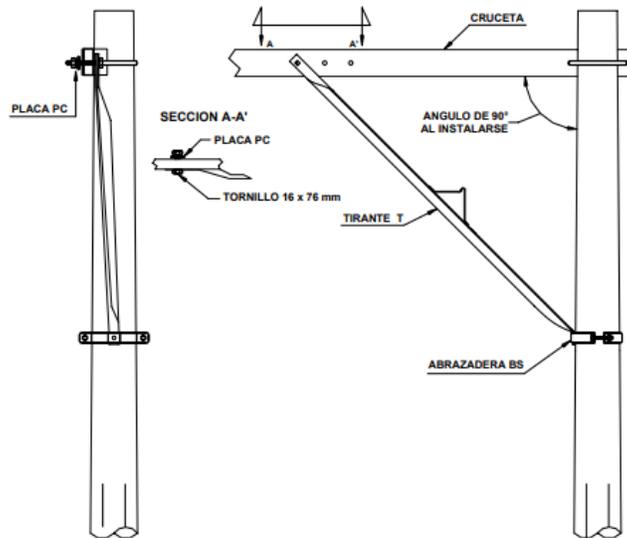


Fig. 2.4.6.12 Tirante T en cruceta volada

2.4.6.13 Tirante T en doble cruceta volada

La parte superior de los tirantes van colocados en la parte externa de las crucetas. El apoyo inferior del tirante se coloca en los tornillos de la abrazadera. Este arreglo aplica para crucetas PTR, canal y madera [9].

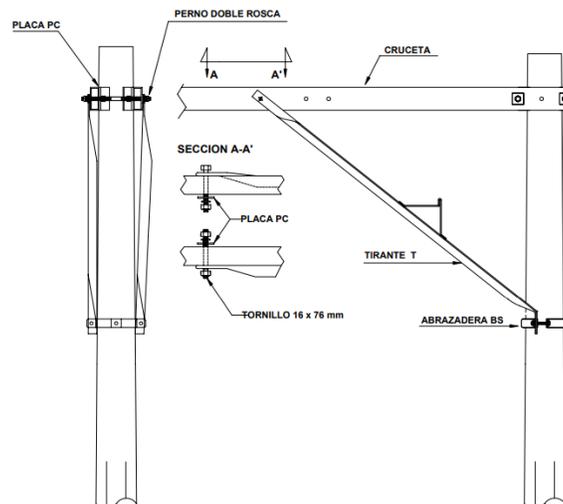


Fig. 2.4.6.13 Tirante T en doble cruceta volada

2.4.7 RETENIDAS

1. La retenida es un elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones mecánicas de los conductores en las estructuras y así eliminar los esfuerzos de flexión en el poste.
2. Las retenidas se instalan en sentido opuesto a la resultante de la tensión de los conductores por retener. Generalmente se deben de anclar en el piso con un ángulo de 45° ; para colocarlas en ángulos diferentes se deben analizar los esfuerzos mecánicos.

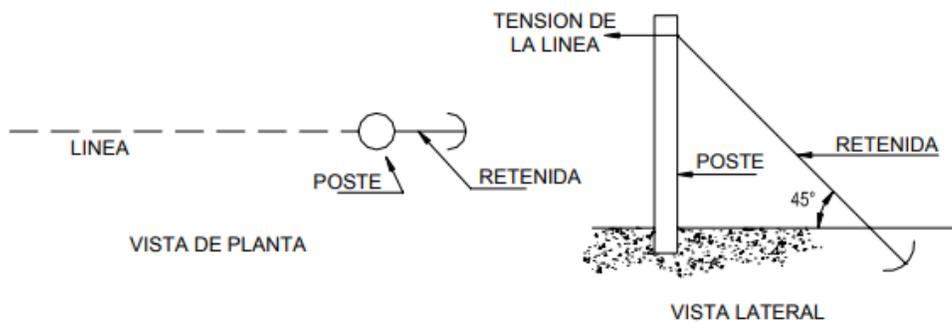


Fig. 2.4.7(a) Instalación de retenida

3. Para estructuras RD, AD y DA, las retenidas se colocan en la dirección de la línea, para contrarrestar la tensión horizontal de los cables.
4. Para estructuras en deflexión como la TD, PD, VD, y DP, las retenidas se colocan en la dirección del ángulo bisectriz, para contrarrestar la componente transversal de la tensión máxima de los cables debida a la deflexión de la línea. Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura, son independientes y comunes al mismo perno ancla.

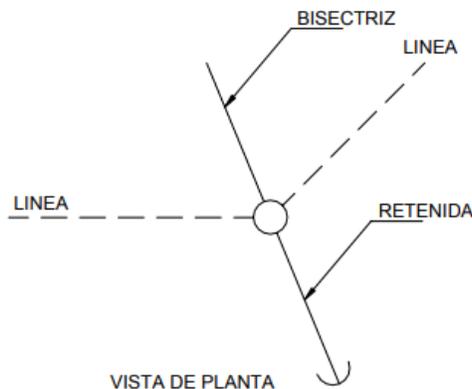


Fig. 2.4.7(b) Instalación de retenida

5. Las anclas para retenidas no deben estar colocadas en:
- Paso obligado de peatones, vehículos y animales.
 - Cauce de agua que pueda aflojar el terreno o deslavarlo.
 - Propiedades particulares.
6. En todos los casos se deben instalar señalizaciones o protección mecánica a las retenidas. Instale el protector para retenida según la norma 04 R0 05[15].
7. Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al perno ancla.
8. En todas las retenidas para sujetar instalaciones de media tensión (independientemente del tipo de poste) se debe instalar aislador tipo R de retenida. Vea norma 06 00 04 [16].
9. La selección de los componentes de la retenida está en función del tipo de estructura, del tipo de conductor, de la zona: tomando en cuenta el hielo, la velocidad regional del viento, así como las condiciones de ambiente con contaminación. Vea norma 06 00 04 [16].
10. Las retenidas en poste de concreto deben estar apoyadas en la parte superior de algún herraje.
11. Las puntas del cable de retenida al nivel de piso no deben tener hilos sueltos o salientes que pudieran dañar a las personas.
12. El perno ancla deberá estar en dirección del punto de sujeción de la retenida en el poste.
13. En el caso de retenidas en estructura para compensar efectos de viento transversal a la línea se instalarán retenidas de tempestad. Consulte norma 06 00 15.
14. Las retenidas se instalarán antes de rematar los conductores dejando el poste ligeramente inclinado al lado opuesto de la línea para que con la tensión de los conductores quede vertical.
15. Todas las retenidas de estaca necesariamente llevan ancla, salvo que la tensión máxima de los conductores no exceda de 300 kg.

Esta norma muestra los ensambles de retenidas con sujeción a postes de concreto indicándose los detalles de montaje y forma de instalación, así como algunas observaciones necesarias para mejorar la calidad y la seguridad de personas e instalaciones.

La retenida es el elemento que compensa la tensión mecánica de los conductores. El cable que se utiliza en las retenidas es de acero galvanizado o acero con recubrimiento de cobre soldado.

2.4.7.1 Condiciones de diseño

1. El diseño de la retenida se basa en las siguientes hipótesis:

- El poste tiene una gran resistencia a compresión, y se desprecia su resistencia a la flexión por lo tanto el poste solo toma cargas de compresión.
- La retenida solo toma cargas de tensión.
- Aplicando principios de la estática, se evaluaron las cargas que transmiten los cables a la retenida, conservando el equilibrio de fuerzas como sigue: el poste toma la componente vertical, los cables conforman la componente horizontal y la retenida absorberá la resultante.

2. El diseño de la retenida contempla:

- Velocidad de viento 120 km/h.
- Con hielo y sin hielo.
- Zona Normal y de contaminación.

3. El diseño de estas retenidas se hace para dos condiciones:

- Viento máximo a 0° sin hielo.
- Viento reducido a -10° con hielo.

4. Las retenidas para estructuras en tangente, se diseñaron en base a la tensión horizontal máxima de los cables, en sus dos variantes viento máximo a 0° sin hielo y viento reducido con hielo a -10° . Esta tensión horizontal se puede buscar en las tablas de flechas y tensiones para revisar libramientos.

5. Las retenidas para estructuras en deflexión, se diseñaron con base:

- Fuerza transversal debida a la acción del viento sobre los cables y aisladores.
- Componente transversal producida por la tensión máxima de los conductores debida a la deflexión de la línea.

6. El factor de seguridad para el cable de retenidas en líneas rurales es de 1,2; en líneas urbanas es de 1,5.

7. Para zona normal, utilice cable de acero galvanizado (AG), tipo retenida de alta resistencia de siete hilos para diámetros de 6,35 mm a 9,52 mm, para cable de 12,7 mm se utilizará cable de 19 hilos, cumpliendo con la especificación CFE-A3300-06:

Al trabajar con retenidas se debe tener presente los siguientes puntos:

- 1.- En todos los trabajos es obligatorio el uso de guantes de carnaza.

2.- Al manejar el cable para retenida, tener presente que es acerado y rígido, por lo que las puntas deben manejarse con cuidado para evitar accidentes.

3.- Al desenrollar el cable evite la formación de cocas.

4.- Para cortar el cable y evitar que se desflore, asegure el punto de corte con cinta de aislar en una longitud de 5 cm y con tres capas de cinta. Con la segueta o cizalla corte el centro del encintado, sujetando firmemente el cable en ambos lados del corte.

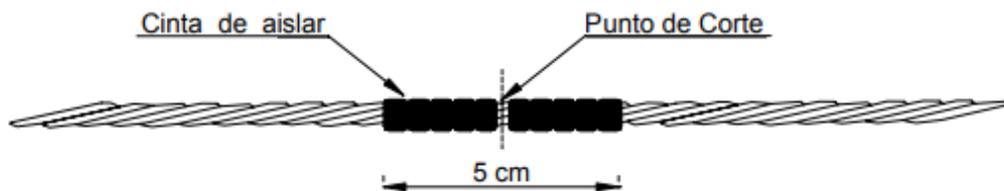
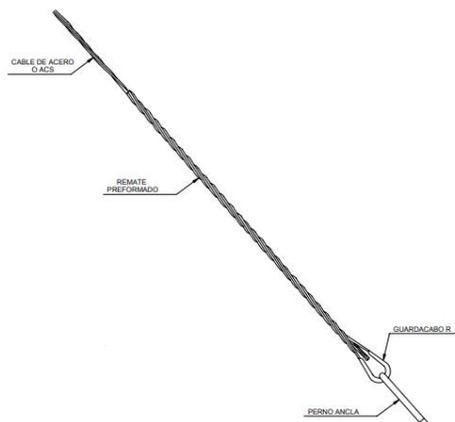


Fig. 2.4.7.1 Corte de cable para retenida

2.4.7.2 Sujeción de cable de retenida en perno ancla

- Seleccione el remate PA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar.
- Para tensar el cable de la retenida coloque el dispositivo para enganchar el montacargas fuera del ojo del perno ancla.
- Después de tensar el cable de retenida y colocar el remate PA sobre el cable, corte el extremo del mismo dejando la punta como se muestra en el dibujo.



* Se recomienda que los remates preformados no se remuevan más de dos veces durante la construcción por que se desprende el abrasivo.

* Después de estar operando las instalaciones y exista la necesidad de retirar el remate, deberá sustituirse por otro nuevo debido a que se pierde el abrasivo.

Fig. 2.4.7.2 Sujeción de cable de retenida en perno ancla

2.4.7.3 Sujeción de cable de retenida en aislador R

- * Seleccione los remates PA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar.
- * En el piso se deben cortar el tramo del cable que se sujeta a la estructura, de tal forma que el aislador R quede a una altura del piso aproximada de tres metros.
- * Inserte los remates PA en los orificios del aislador R.



Fig. 2.4.7.3 Sujeción de cable de retenida en aislador R

- * Acomode los remates en toda su longitud sobre el cable, dejando que sobresalga 25 mm del cuello del remate preformado.
- * El aislador debe quedar con la parte blanca (Sin acabado horneado) hacia el piso [9].

2.4.7.4 Sujeción de cable de retenida en estructura

Seleccione el remate preformado PRA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar. En un extremo del cable se deja una distancia de 2 cm, colocando a partir de este punto la parte central del preformado envolviendo al cable hasta el extremo de una de sus partes, posteriormente se dejan 20 cm y de ahí se hacen dos vueltas de un diámetro ligeramente superior al del poste en donde debe sujetarse el cable, enseguida se pone y ajusta en el poste, acomodando de forma simétrica el cable hasta lazarse con la parte central del preformado, tensar manualmente el cable de retenida y proceda a envolverla con la otra mitad del remate, partiendo del centro hacia afuera.

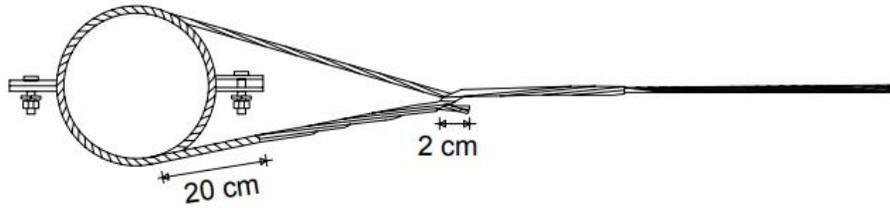


Fig. 2.4.7.4(a) Sujeción de cable de retenida en estructura

Se recomienda que, para evitar deslizamiento del cable, enlázelo al poste soportándolo en el herraje.

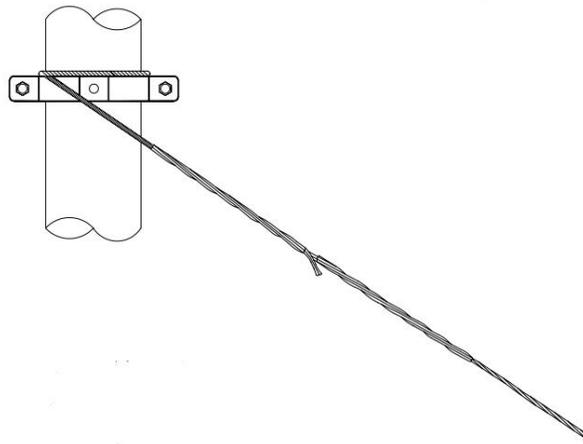


Fig. 2.4.7.4(a) Sujeción de cable de retenida en estructura

Todas las varillas del remate preformado deben quedar acomodadas sobre el cable de retenida hasta sus extremos.

Proceda a tensar la retenida. Se recomienda que los remates preformados no se remuevan más de dos veces durante la construcción por que se desprende el abrasivo.

Después de estar operando las instalaciones y si existe la necesidad de remover el remate, debe sustituirse por otro nuevo debido a que pierde el abrasivo [9].

2.4.7.5 Sujeción de retenida de banqueteta

Deje ligeramente inclinado el poste en sentido contrario a la tensión del conductor. La longitud del tubo de 51 mm debe ser igual a la distancia del poste al paramento o construcción.

Instale el tubo a 3.5 m de altura ajustando la separación de las abrazaderas. Inserte el cable en la grapa y el tubo en la base. El tubo debe quedar horizontal. En caso de retenidas para línea de media tensión, instale el aislador R inmediatamente debajo del tubo [9].

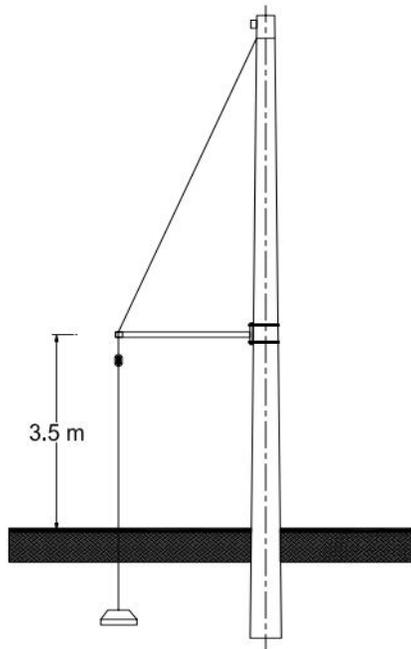


Fig. 2.4.7.5(a) Sujeción de cable de retenida de banqueta

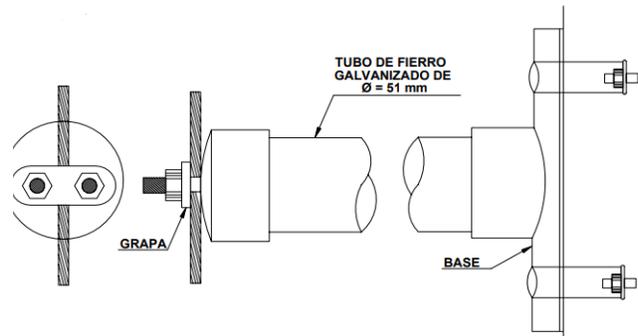


Fig. 2.4.7.5(b) Sujeción de cable de retenida de banqueta

2.4.8 Conductores y cables

Esta subsección muestra los ensambles de conexión o fijación de conductores, indicando detalles de los mismos, así como algunas observaciones necesarias para mejorar la seguridad de personas e instalaciones. La selección de conectores se indica en la norma 07 CO 02 [17].

Debe tener presente las observaciones generales siguientes:

- a) Las conexiones eléctricas deben superar o cuando menos igualar las características eléctricas del conductor.
- b) Si alguna conexión se hace inapropiadamente, origina puntos calientes.
- c) La sujeción de los conductores con amarres en los aisladores de paso, debe soportar las condiciones críticas para presión de viento equivalente a 120 km/ h.
- d) Los remates deben resistir las condiciones de ruptura de un conductor.
- e) El conductor del neutro se debe considerar como una fase para efectos de seguridad.
- f) Los puentes deben ser rígidos y no deben estar sometidos a tensión mecánica.

g) Cualquier conexión eléctrica requiere de limpieza previa del conductor al momento de su conexión, independientemente si el material es cobre o aluminio [9].

2.4.8.1 Bajante de tierra por el poste

La bajante se instalará por el ducto del poste antes de que éste se hinque en la cepa.

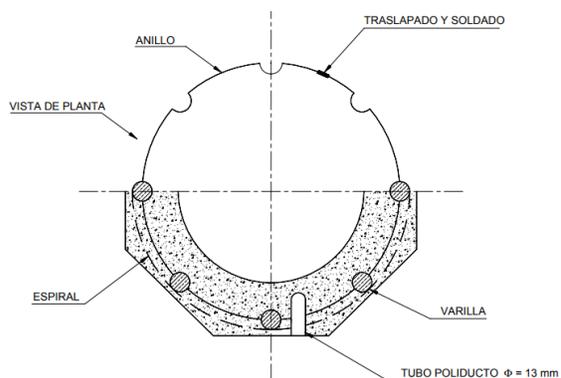


Fig. 2.4.8.1(a) Bajante de tierra por poste

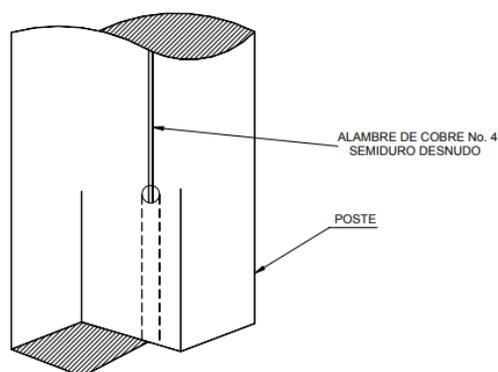


Fig. 2.4.8.1(b) Bajante de tierra por poste

El alambre de cobre debe ser de una sola pieza (sin empalmes) y con longitud suficiente para la conexión superior y para el electrodo de tierra.

El alambre debe preformarse para que quede a ras de la cara del poste. La bajante a tierra debe ser un solo conductor [9].

2.4.8.2 Puente del conductor neutro en anclaje

Esta norma es aplicable tanto para estructuras con neutro corrido como estructuras con cable de guarda. En líneas rurales use grapas remate.

El cable del puente no se debe cortar, debe ser continuo. Para el caso de bajantes de tierra o derivaciones, seleccione el conector conforme a la norma 07 CO 02 [17].

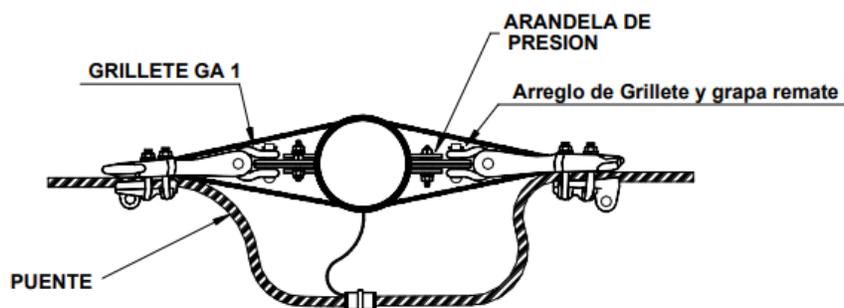


Fig. 2.4.8.2(a) Puente de conductor neutro

La bajante a tierra debe pasar entre la abrazadera AG y el poste. Si el conductor neutro es de ACSR, el conductor de cobre de la bajante a tierra debe quedar en la parte inferior del conector.

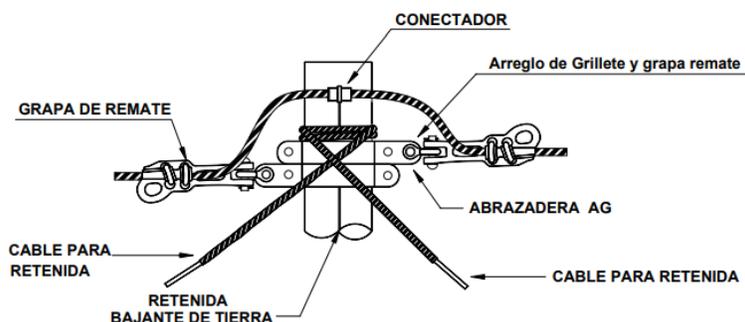


Fig. 2.4.8.2(b) Puente de conductor neutro

2.4.8.3 Instalación del conductor en grapa remate

La grapa de remate se utiliza para rematar conductores de líneas de media tensión y el conductor del neutro o cable de guarda. Para la sujeción de la grapa remate a los herrajes o aisladores. Para tensar el conductor inserte el montacargas en la argolla de la grapa; una vez dada la flecha al conductor, apriete firmemente la placa ranurada con las abrazaderas U. Para rematar conductores de AAC o ACSR utilice la grapa remate de aluminio y en conductores de cobre utilice grapa remate de fierro [9].

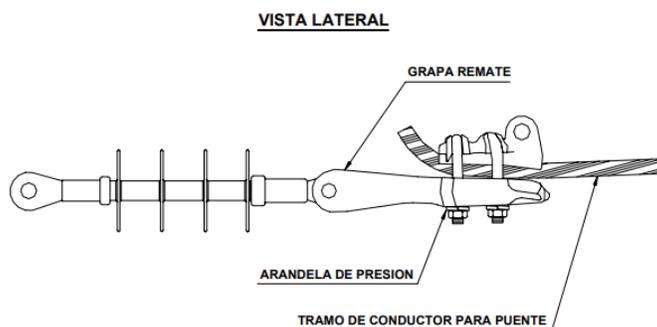


Fig. 2.4.8.3 Instalación de conductor en grapa remate

2.4.8.4 Conexión de puentes volados

1. Puentes volados en líneas de media tensión: a) La conexión de cruces aéreos se efectúa con puentes bajados perpendicularmente a la intersección de los conductores de la fase correspondiente.

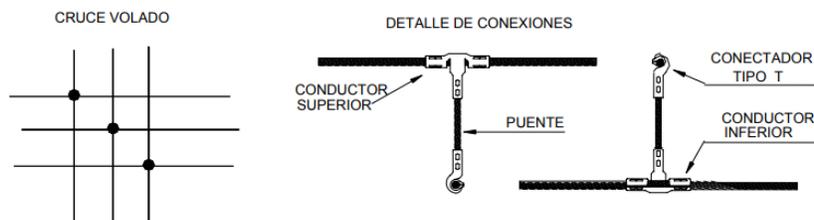


Fig. 2.4.8.4 Conexión de puente volado

Para conductores ACSR o AAC utilice un conector de compresión tipo T en cada extremo del puente. Si el conductor es de cobre, utilice conectores a compresión tipo T o derivadores paralelos. b) Las distancias desde las estructuras al punto de conexión deben ser similares.

La longitud del puente es justamente la de la separación entre líneas por conectar. c) Este tipo de conexión solo se utiliza en áreas urbanas o en tramos cortos. d) No deben hacerse puentes volados al centro del claro interpostal en cruces de líneas [9].

2.4.8.5 Instalación de remate preformado en conductor de baja tensión

1. Seleccione el remate de acuerdo a la sección transversal del mensajero del cable múltiple ya sea AAC o ACSR.
2. En el manejo y transporte de los preformados se debe cuidar que no pierdan su forma ni su abrasivo.
3. Sujeción del conductor mensajero.
 - a) Coloque el remate en el cuello del aislador 1C.

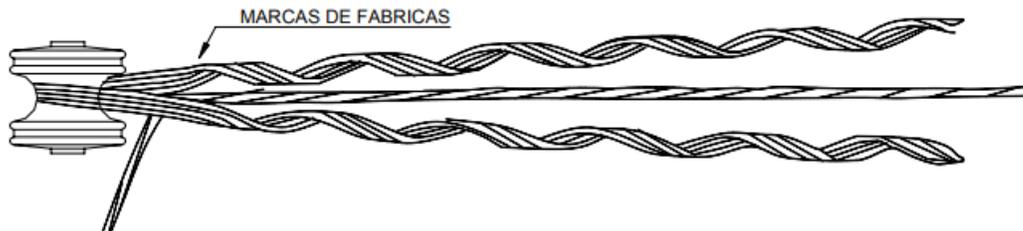


Fig. 2.4.8.5(a) Instalación de remate preformado

- b) Antes de colocar el remate, prevea la longitud necesaria del conductor mensajero para los puentes o punta para conexión posterior.
- c) Inicie el acomodo de una de las piernas del remate sobre el conductor mensajero a partir de las marcas de fábrica del propio remate, envolviendo las varillas hasta la mitad de su longitud.

d) Proceda a hacer coincidir las marcas del remate antes de iniciar la envoltura de la otra pierna.

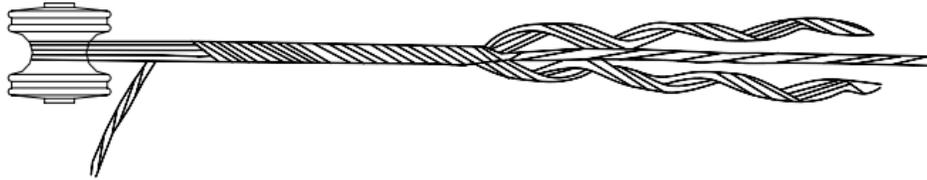


Fig. 2.4.8.5(b) Instalación de remate preformado

e) Verifique la flecha del conductor múltiple antes de continuar. En caso necesario efectúe los ajustes requeridos.

f) Por último, termine de envolver en su totalidad las varillas del remate sobre el conductor, dejándolas bien acomodadas hasta sus extremos [9].

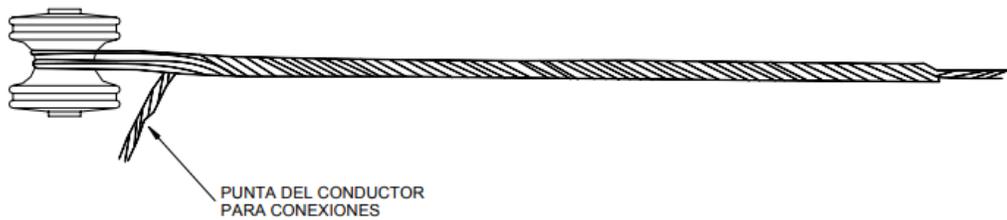


Fig. 2.4.8.5(c) Instalación de remate preformado

2.4.8.6 Amarres para líneas de media tensión

Para seleccionar amarre consulte la norma 07 FC 04 [17].

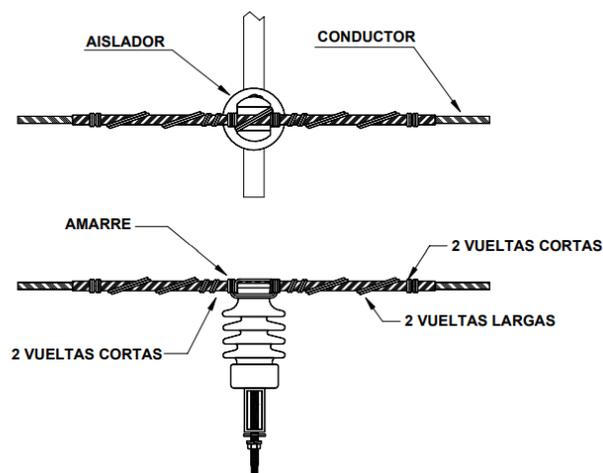


Fig. 2.4.8.6 Amarrado de línea de media tensión

En estructuras TD o PD con deflexión, el conductor se instala sobre el cuello del aislador y los amarres deben ser dobles y hacia un sólo lado.

Para longitud de amarres vea la norma 07 FC 04 [17]. Las crucetas deben colocarse exactamente sobre la bisectriz del ángulo de la línea.

2.4.8.7 Amarres para conductores de baja tensión

Para conductores múltiples de cobre, los amarres se hacen con alambre de cobre suave N.º 6 AWG. Para conductores múltiples ACSR o AAC, los amarres se hacen con alambre suave de aluminio N.º 4 AWG.

1. Con el amarre, cruce conjuntamente dos vueltas el conductor y el aislador.
2. Jale las puntas del amarre para que el conductor quede junto al aislador.

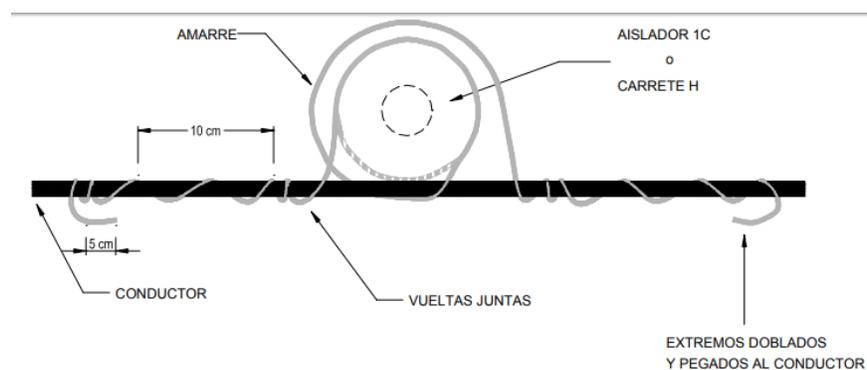


Fig. 2.4.8.7 Amarre para conductor de baja tensión

3. Posteriormente se hacen 6 vueltas juntas a ambos lados del aislador.
4. Al finalizar el amarre de ambos lados, las puntas se deben trenzar con dos vueltas como mínimo y doblarse sobre el amarre [9].

2.4.9 Equipo

1. En esta subsección se muestran los ensambles normalizados para fijar equipo eléctrico en postes de concreto. Se indican detalles del equipo y dispositivos que se emplean para su

fijación. Asimismo, se hacen indicaciones para obtener calidad en la mano de obra y seguridad del personal e instalaciones.

2. Para instalación del equipo eléctrico se deben atender las indicaciones del fabricante o en los instructivos para su instalación, no improvise.

3. Los transformadores y reguladores cuentan con soportes para sujetarse al poste con abrazaderas o tornillos. Los capacitores y restauradores normalmente se surten con un soporte para sujeción y montaje por parte del fabricante, apegándose a las especificaciones y normas de referencia.

4. En la instalación de todo equipo, se requiere que el supervisor de CFE autorice previamente la puesta en operación y debe orientar sobre los cuidados y precauciones pertinentes [9].

2.4.9.1 Cortacircuitos fusible

El cortacircuitos fusible para equipo, se instalan en un nivel inferior y en una cruceta independiente a la cruceta de la línea. Los cortacircuitos fusibles se instalan en la cruceta en el punto donde se ubican las perforaciones para los aisladores.

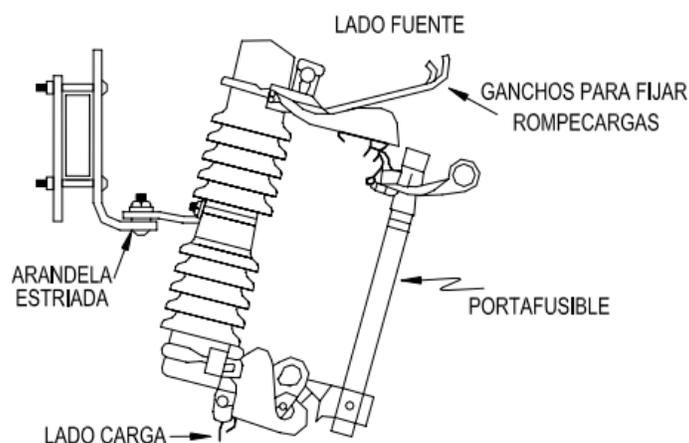


Fig. 2.4.9.1(a) Cortacircuitos fusible

Las conexiones eléctricas de las líneas al cortacircuitos y de éste al equipo o línea que alimenta, deben ser con conductor de cobre. La posición de los cortacircuitos debe quedar orientada de tal forma que facilite su operación (apertura o cierre) con el uso de la pértiga. Vea dibujo.

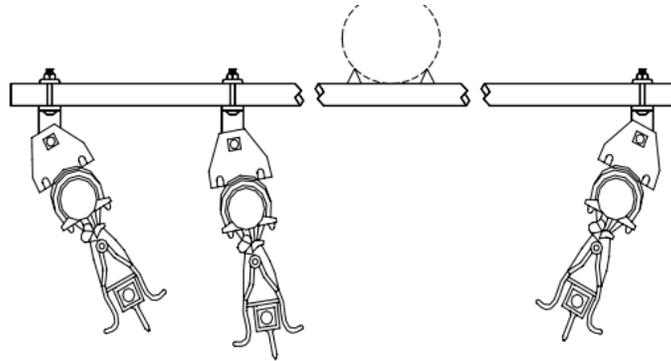


Fig. 2.4.9.1(b) Colocación de cortacircuitos fusible en cruceta

Verifique el apriete de las tuercas, no omita instalar los herrajes que se proporcionan con este equipo.

2.4.9.2 Apartarrayos

1. La fijación y la posición del apartarrayos en la cruceta se muestra en el dibujo siguiente:
2. La conexión de la fase al apartarrayos debe ser continúa de paso al cortacircuitos o equipo, dejando una pequeña curva para que no quede rígida esta interconexión.

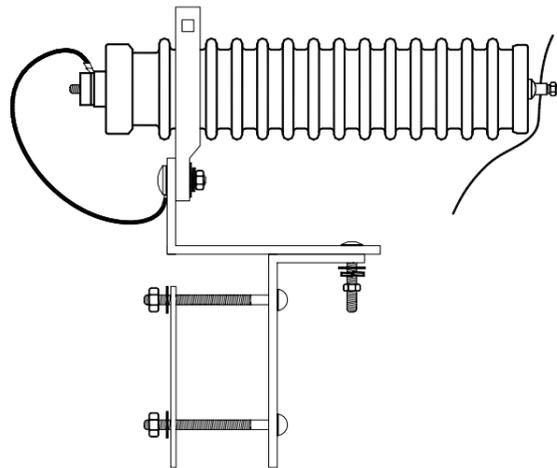


Fig. 2.4.9.2(a) Apartarrayos

3. El cable de cobre trenzado flexible, incluido como accesorio para la conexión a tierra, se aprieta firmemente al herraje de sujeción del apartarrayos.
4. La conexión para tierra se debe efectuar interconectando las colillas de los apartarrayos, mediante un alambre de cobre N.º 4 de una sola pieza apoyado sobre la cruceta, el cual debe conectarse a la bajante para tierra mediante un conector de acuerdo a la norma 09 00 02 [19], como se muestra en el dibujo.

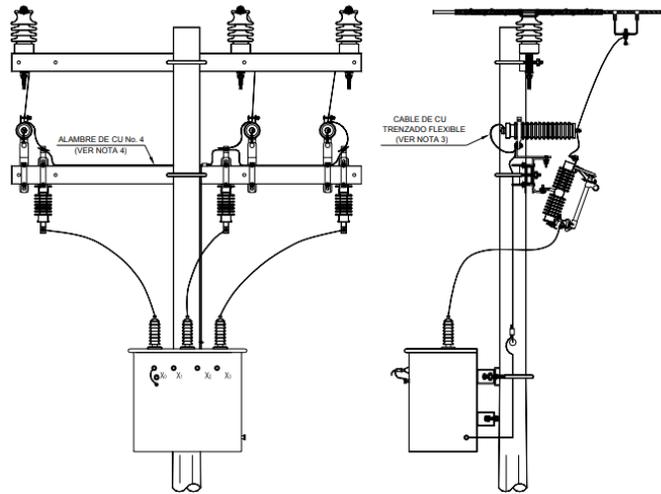


Fig. 2.4.9.1(b) Colocación de apartarrayos en cruceta

2.4.9.3 Conexión a tierra del transformador

Este montaje se aplica en transformadores monofásicos con una sola boquilla con conexión YT en el lado de media tensión, en sistemas de distribución con neutro corrido, para conectar el neutro y la bajante de tierra.

La conexión del neutro y a tierra se hace en las terminales y en la placa del tanque del transformador.

Recuerde que para formar un banco trifásico con tres transformadores monofásicos las bobinas secundarias de los transformadores se deben conectar en paralelo, por lo que la conexión al tanque y al neutro debe ser en la boquilla X1 y la fase en la boquilla X3 de cada transformador.

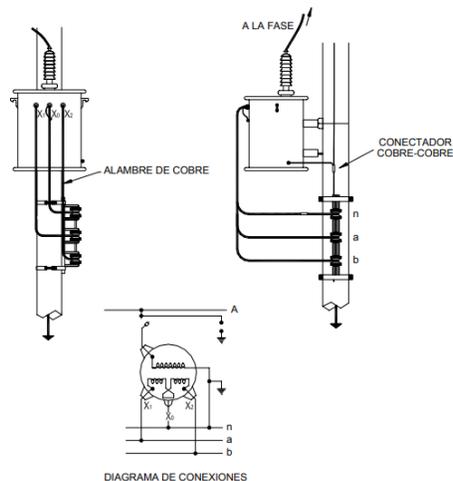


Fig. 2.4.9.3(a) Conexión a tierra del transformador monofásico de una boquilla

En sistemas con neutro corrido donde se instalen transformadores monofásicos de dos boquillas con una tensión nominal inferior a la del sistema, una de las boquillas del lado de media tensión se conecta a la fase.

La otra boquilla se conecta directamente a la bajante a tierra, a la boquilla del neutro en la baja tensión y al tanque en forma continua. Vea dibujo.

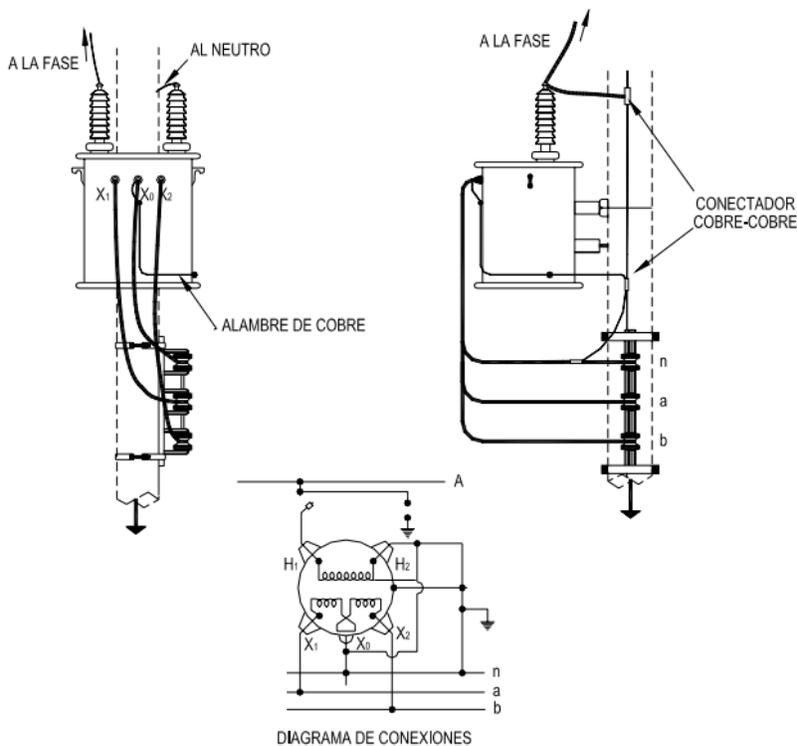


Fig. 2.4.9.3(b) Conexión a tierra del transformador monofásico de dos boquillas

El punto de conexión inferior para tierra del tanque se debe conectar directamente a la bajante para tierra, que a su vez se debe conectar al neutro del sistema. Se debe cepillar el tornillo o grapa de conexión del tanque para eliminar residuos de aceite o pintura antes de conectar a la bajante para tierra. Verifique que los entorches y conexiones mecánicas queden rígidas y bien apretadas [9].

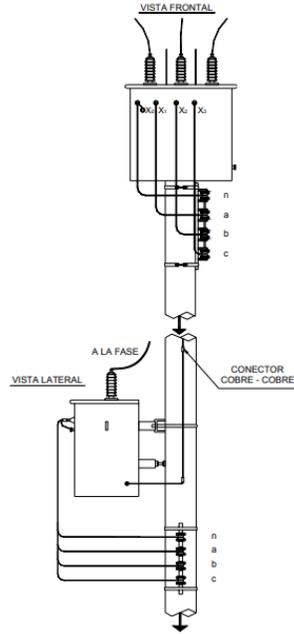


Fig. 2.4.9.3(c) Conexión a tierra del transformador

2.4.9.4 Sujeción de equipo

Fije al equipo el soporte CV1 con un tornillo de 16 x 63 mm, quedando el tornillo al centro del soporte.

Inserte una placa 1PC que quede hacia el poste y la arandela de presión hacia el equipo; inserte el tornillo hasta el tope de la ranura del soporte superior del equipo. El soporte debe quedar en posición horizontal.

Suba el equipo a la altura especificada e inserte la abrazadera UL, apriete firmemente las tuercas sin olvidar la arandela 1PC y la arandela de presión. Suelte el equipo de la grúa.

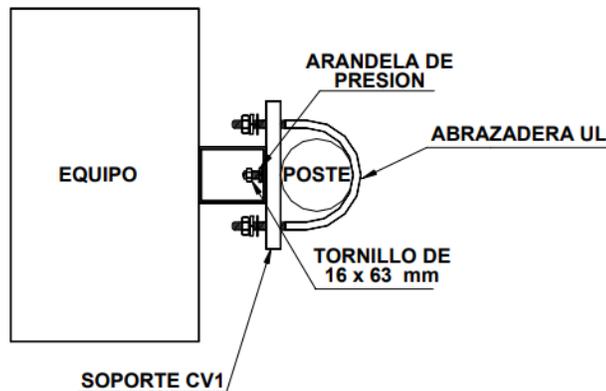


Fig. 2.4.9.4(a) Sujeción de equipo

Consulte la norma para seleccionar la abrazadera UL, en función de la altura de fijación del equipo al poste.

Se consideran como equipos ligeros los que tengan un peso hasta de 250 kg; equipos de mayor peso se consideran pesados.

En equipos ligeros utilice un soporte CV1 en la parte superior y un tornillo en el soporte inferior del equipo para usarse como separador. Vea la figura anterior.

En equipos pesados utilice dos soportes CV1; uno en la parte superior y otro en la inferior.

Para sujetarlos al poste se requiere que las abrazaderas UL queden perpendiculares al poste y los tornillos en el tope de las ranuras de los soportes del equipo.

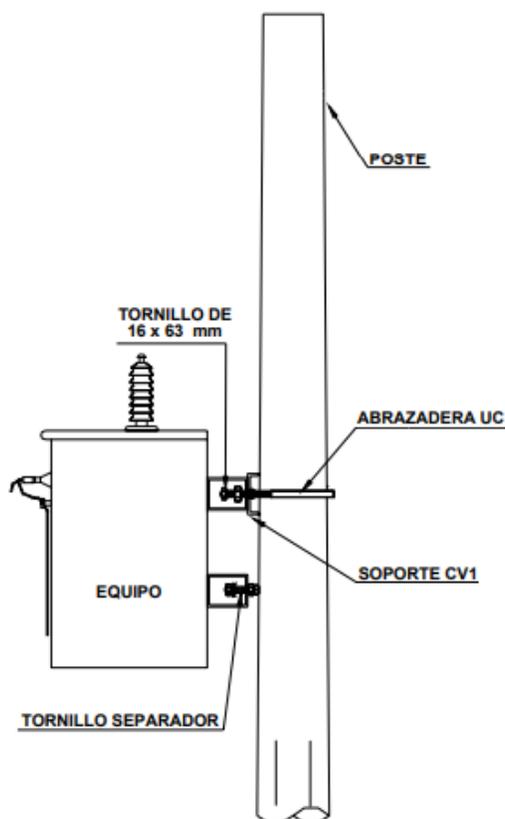


Fig. 2.4.9.4(b) Sujeción de equipo al poste

Una vez sujeto el equipo el soporte CV1 y la abrazadera, inserte el tornillo con tuerca adicional en la ranura del soporte del transformador; la cabeza del tornillo debe topar con el poste y con el ajuste de las tuercas nivelar el equipo. Deje bien apretadas las tuercas y nivelado el equipo. No olvide instalar la arandela de presión.

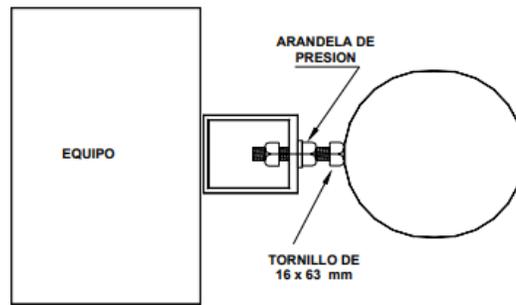


Fig. 2.4.9.4(c) Sujeción de equipo al poste (colocación de arandela de presión)

2.4.9.5 Estribo para conector de línea viva

Para fijar el conector para línea viva en conductores de ACSR, AAC y Cu se debe utilizar un estribo.

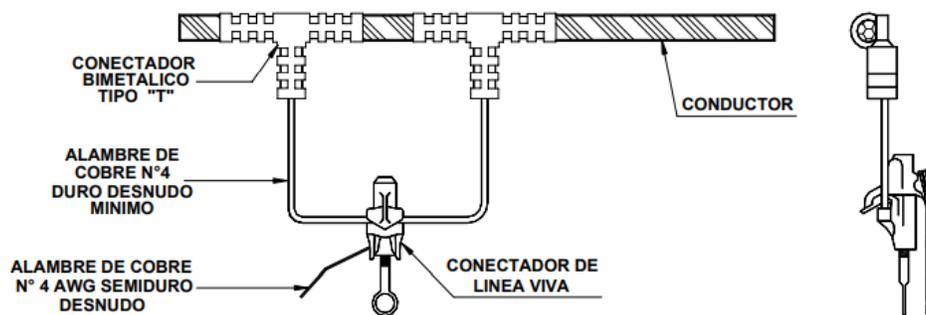


Fig. 2.4.9.5 Colocación de estribo para conector de línea viva

Solo use conector para línea viva en puntos de conexión donde circulen corrientes inferiores a 15 amperes y que estén sujetos a alguna eventual desconexión y conectados a cortacircuitos fusible. Se utiliza para equipos de distribución y acometidas en media tensión.

2.4.10 Líneas de media tensión

La sección de estructuras de media tensión está prevista con los lineamientos siguientes:

1. Se consideran estructuras de líneas de media tensión todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea de 13 hasta 33 kV.

2. La identificación de las estructuras está codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y número de conductores en la estructura. Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.

3. En líneas de media tensión se consideran tramos cortos los menores de 65 m y tramos largos los mayores de 65 m. Los primeros se construyen principalmente en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos en instalaciones de baja tensión, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales.

4. Se consideran conductores ligeros hasta:

Cobre 2 AWG

ACSR 1/0 AWG

AAC 3/0 AWG

Conductores de calibre mayor se consideran pesados.

5. En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semi aislados.

6. Tramo flojo es un tramo de línea menor de 40 m donde la tensión mecánica de los conductores es menor al 40% de la indicada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura del lugar, al momento de rematar.

7. El neutro corrido se puede instalar en la posición del cable de guarda. El uso del neutro en la posición del guarda está limitado a líneas rurales 3F-4H, ubicadas en regiones con alta incidencia de descargas atmosféricas o en casos especiales que lo requieran.

8. Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto con base a las características del terreno, así como comprobar que no se excedan las limitantes de diseño de las estructuras.

9. Los postes deben quedar verticales después de que el conductor haya sido tensado.

10. El cable de guarda y el neutro corrido se instalan del lado del tránsito vehicular.

11. La bajante a tierra debe quedar en la cara del poste del lado del tránsito vehicular.

12. En líneas con cable de guarda o neutro corrido se debe instalar una bajante de tierra cada dos estructuras.

13. Se recomienda que el proyecto y la construcción de más de un circuito en la misma estructura sólo se haga cuando los derechos de vía impidan la construcción normal. Si las tensiones de operación de los circuitos son diferentes, el de mayor tensión eléctrica debe ubicarse en la parte superior.

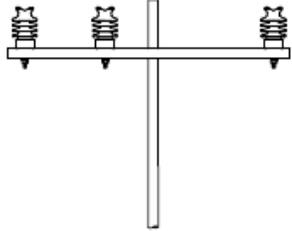
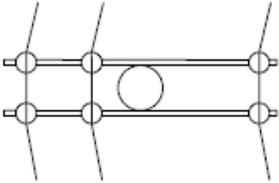
14. Debe evitarse el cruce de dos circuitos diferentes. Si el cruce es del mismo circuito, debe reconfigurarse de manera tal que se elimine dicho cruce quedando un solo punto de alimentación.
15. Para identificar las fases debe respetarse la convención establecida de nombrarlas como A, B y C, de izquierda a derecha parado de frente a la fuente. Normalmente en las líneas de distribución no se requiere transposiciones. Cuando sea necesaria la interconexión entre circuitos donde cambie la posición de las fases, debe respetarse la forma de identificarlas.
16. Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.
17. Cuando en una estructura se presente una ligera deflexión y que no requiera la instalación de retenida(s), el poste se debe inclinar ligeramente en sentido contrario a la bisectriz del ángulo de la deflexión. No aplica en estructuras tipo D.
18. El cable de la retenida para la línea de media tensión es independiente del cable de retenida de la red de baja tensión, aunque ambos rematen en la misma ancla.
19. En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad.
20. En una estructura en donde se construyan dos niveles del mismo circuito por cambios de dirección o deflexiones de la línea, el lado fuente debe estar en la parte superior de la misma.
21. No se debe instalar ningún equipo en la cruceta de la línea sin antes verificar la separación entre fases. En el caso de que no se cumplan las separaciones mínimas, instale el equipo en el siguiente nivel inferior.
22. Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.
23. En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.
24. El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas de baja tensión.
25. En áreas urbanas para estructuras tipo T, el conductor de la fase central siempre debe ir en el lado de la calle. Sólo una fase debe quedar al lado de la banqueta.
26. En todas las estructuras para líneas de media tensión con conductor neutro, que se instalen en donde existan líneas de baja tensión, no se debe considerar la bajante de tierra ni los herrajes para fijación del conductor neutro, que están anotados en la lista de materiales que integran cada estructura.

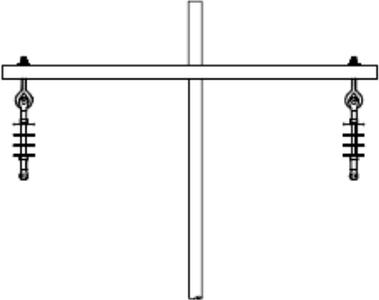
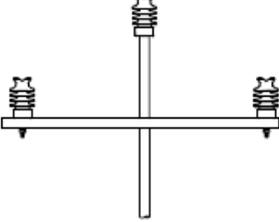
27. En todos los sistemas de neutro corrido al entrar en una red debe tomar la posición e interconectarse al neutro de la propia red de baja tensión.
28. En las estructuras tipo TS, PS, VS, C y HS, la posición de las crucetas se debe alternar en cada lado del poste en líneas rurales. Aplica también para el soporte aislador AP-1.
29. En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso.
30. La conexión de los transformadores monofásicos a la línea, se debe hacer proporcionalmente en las tres fases para que el circuito quede balanceado.
31. En electrificación de colonias o fraccionamientos urbanos, las caídas de voltaje de la línea de media tensión desde el punto de conexión al punto extremo o crítico de esa electrificación, no debe exceder el 1%.
32. El conductor mínimo a utilizar en líneas de media tensión, es el cable de cobre 1/0, ACSR 1/0 y AAC 1/0.
33. Los conductores de cobre no requieren guarda líneas en los apoyos.
34. La selección de conductores para líneas de media tensión de distribución, se debe basar en un estudio técnico - económico con las variables que el caso presente.
35. Los circuitos de distribución deben diseñarse para operar con enlaces.
36. En condiciones de operación normal, el conductor de líneas de media tensión en disposición radial, no debe exceder el 50% de su capacidad de conducción.
37. Para condiciones de emergencia, el conductor se puede operar hasta el 75% de su capacidad. En el caso de que se tenga un punto de enlace entre circuitos, se debe considerar equipo de operación de apertura con carga.
38. La regulación de voltaje permitida en líneas de media tensión partiendo desde la Subestación, debe ser del 5% máxima.

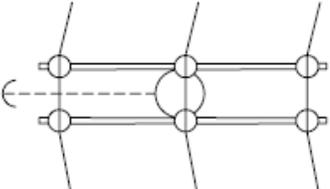
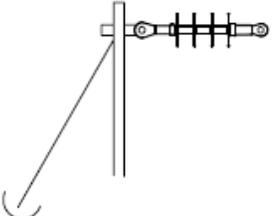
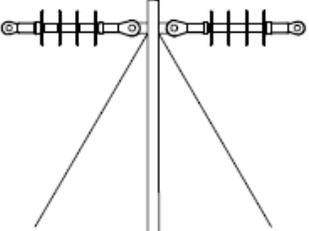
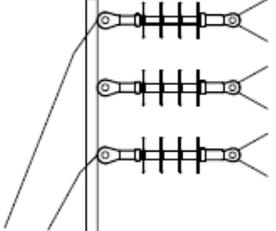
2.4.10.1 Codificación de estructuras de media tensión

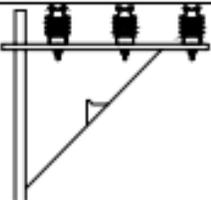
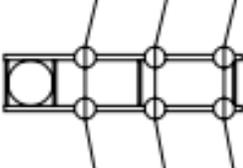
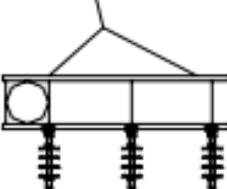
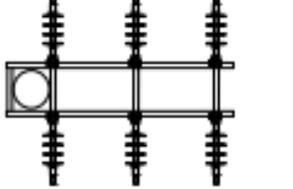
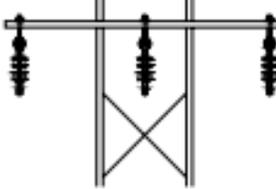
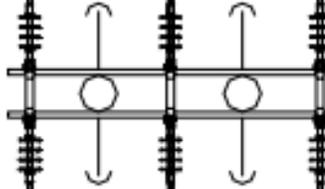
Este sistema de codificación se usa para croquis, módulos de materiales y designación de estructuras de líneas de media tensión. La clave de codificación consta de cuatro dígitos para el primer nivel y de tres dígitos para los siguientes [9].

1. Los dos primeros dígitos son alfabéticos e indican la forma o la función de la estructura, como se indica a continuación:

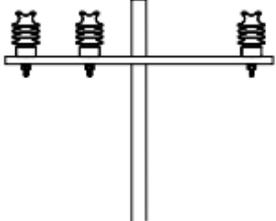
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS	Te, Sencilla
	TD	Te, Doble

	CT	Cadena en T
	PS	Puntaposte Sencillo

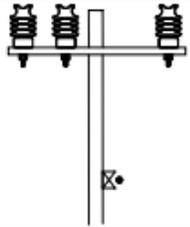
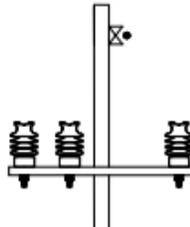
	<p>PD</p>	<p>Puntaposte, Doble</p>
	<p>RD</p>	<p>Remate, Doble cruceleta</p>
	<p>AD</p>	<p>Anclaje, Doble</p>
	<p>DP</p>	<p>Deflexión, de Paso</p>

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	VS	Volada, Sencilla
	VD	Volada, Doble
	VR	Volada, Remate
	VA	Volada, Anclaje
	HS	Hache, de Suspensión
	HA	Hache, de Anclaje

2. El tercer dígito indica el número de fases, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3	Te, sencilla, 3 fases

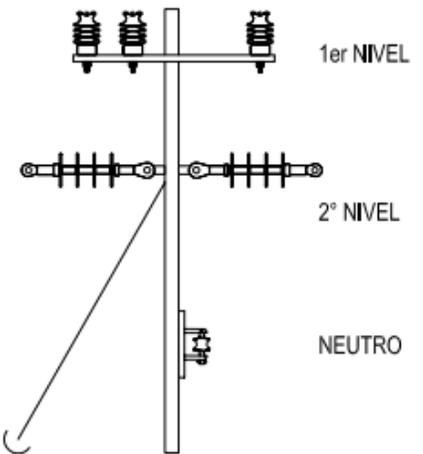
3. El cuarto dígito indica la posición del neutro o guarda, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N	Te, sencilla, 3 fases, neutro corrido
	TS3G	Te, sencilla, 3 fases, guarda

4. Cuando la estructura tenga varios niveles, se codificará el primer nivel conforme lo indicado (excepto en las estructuras tipo D o AP, ya que se considera un nivel por circuito).

a) El segundo nivel debe codificarse únicamente con los tres primeros dígitos, puesto que el cuarto dígito es común para toda la estructura.

La clave del segundo nivel se describe en seguida de la del primer nivel, separadas por una diagonal.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N/RD3	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruceta, 3 fases

b) En los casos de tres niveles o más, se aplicará el mismo sistema de codificación.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N/RD3/TS2	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido, Remate Doble cruceta, 3 fases, Te, sencilla, 2 fases.

5. En el caso de que en un mismo nivel se tengan diferentes condiciones en ambos lados de la estructura, utilizar un guion (-) para indicar la diferencia.

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	AD3N-AD2	Anclaje, Doble, 3 fases, Neutro corrido, Anclaje, Doble, 2 fases.

2.4.10.2 Acometida aérea

1. La estructura del usuario no debe sujetar mecánicamente la tensión de la línea de CFE, por lo que invariablemente una acometida se debe construir con tramo flojo de la estructura de CFE a la del usuario.

2. Las acometidas aéreas rurales no deben obstaculizar la continuación de la línea, preferentemente se deben derivar a 90°.

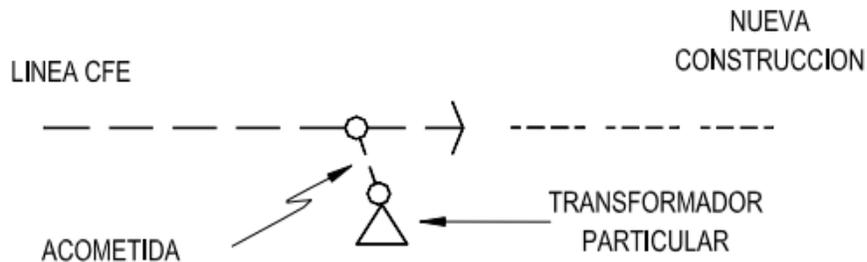


Fig. 2.4.10.2(a) Derivación de acometida aérea

3. El calibre del conductor de la acometida que se instale será, con base a los calibres normalizados y adecuados para la capacidad de la subestación particular.
4. Cuando la corriente no exceda de 10 amperes se podrá utilizar conector para línea viva con estribo en el punto de conexión a la línea de CFE.
5. Se debe instalar equipo de protección a partir del punto de conexión a las instalaciones de CFE.
6. La conexión eléctrica de las acometidas a las líneas de operación corresponde exclusivamente a CFE.
7. Para el caso de acometidas a subestaciones ubicadas en azoteas de edificios, con altura mayor a la del poste, el ángulo máximo vertical de la acometida será de 30°.

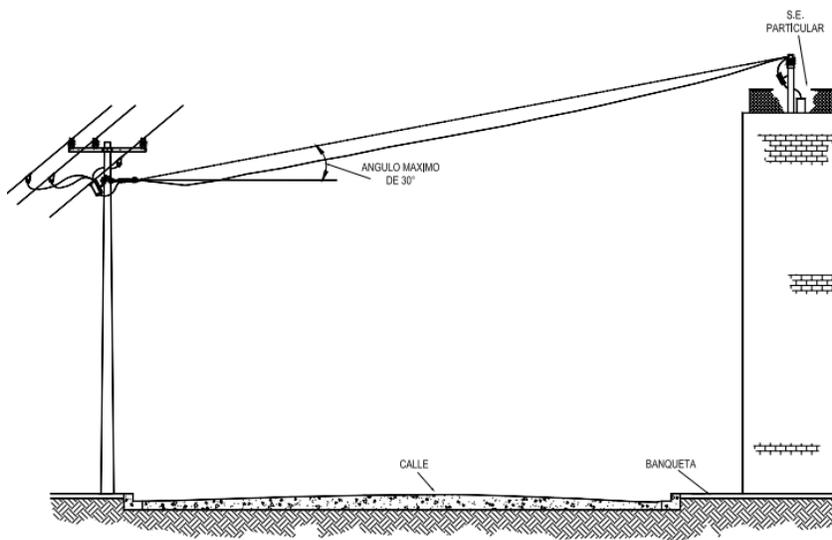


Fig. 2.4.10.2(b) Ángulo máximo de acometidas en azoteas

En caso de que la acometida forme ángulos mayores de 30° se utilizará acometida subterránea.

8. Para proporcionar una acometida de alumbrado público en media tensión, se optará por que el solicitante ubique su subestación en la acera de enfrente del trazo de la línea de CFE.

9. Por ningún motivo se permitirá que servicios de particulares se instalen en derecho de vía utilizado por CFE.

2.5 Líneas de baja tensión

1. Las tensiones eléctricas de las líneas de baja tensión están normalizadas como sigue:

SISTEMA	TENSIÓN ELÉCTRICA
2F - 3H	120/240 V
3F - 4H	220Y/127 V

Tabla 2.5 Tensiones eléctricas en baja tensión

Las líneas de baja tensión se instalan en un nivel inferior a las líneas de media tensión y de equipos.

Los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión deben ser de acuerdo a especificación CFE E0000-09, conductores múltiples para distribución aérea hasta 600 V para 75° C [20], con el cable mensajero de ACSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre.

El forro es una cubierta aislada que evita fallas por contactos momentáneos con objetos o ramas de árboles.

2. Las características físicas y mecánicas de los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión con conductores múltiples, son diferentes a los que se utilizan en líneas de media tensión con conductores desnudos; por lo tanto, las flechas y tensiones para la instalación de cables múltiples debe ser de acuerdo con las tablas incluidas en la norma 10 FT 00 [21].

3. El cable mensajero para AAC es de ACSR y se remata con preformado y el de cobre se remata entorchado.

4. Cuando el material de la acometida es diferente al de la red, esta se instalará utilizando el conector adecuado, evitando la conexión de acometidas de cobre con aluminio.

5. La longitud mínima del poste para instalaciones de baja tensión será de 9 m.
6. El cable mensajero neutro se ubica en la parte superior del bastidor y se fija en un aislador 1C, tanto en estructuras de paso como de remate y a continuación se colocarán las fases.
7. Cuando se presenten nuevos desarrollos habitacionales para electrificación distantes y no exista neutro corrido se debe interconectar con el neutro más próximo utilizando los postes para línea de media tensión.
8. El criterio que se establece en estas normas en referencia al uso de conductor múltiple, se refiere a todas aquellas poblaciones urbanas menores a 10,000 habitantes y en el caso a las mayores a 10,000 habitantes el diseño del tipo de red a construir será subterráneo o híbrido, definido por cada una de las Divisiones de Distribución en el área de su ámbito. En Zonas con muy alta contaminación se debe construir subterráneo.
9. El cable mensajero neutro de las instalaciones de baja tensión, se debe aterrizar en los remates, sin conexión a la retenida.
10. El claro máximo en instalaciones de baja tensión depende del tipo de conductor múltiple y de la altura del poste.
11. Solo las retenidas de poste a poste empleadas con instalaciones de baja tensión se deben conectar al neutro del sistema, realizando la función de neutro corrido.
12. Las retenidas para instalaciones de baja tensión llevaran aislador del tipo R.
13. La regulación de voltaje en las instalaciones de baja tensión será de un máximo de 5% en áreas trifásicas y de 3% en áreas monofásicas en condiciones de demanda máxima.
14. En instalaciones de baja tensión con conductores de cobre en ambientes contaminados, las retenidas de poste a poste deben ser con cable ACS conectando los extremos de los neutros adyacentes. El calibre del cable ACS será el equivalente mecánico al de acero galvanizado y deberá tener una conductividad equivalente a la del neutro de mayor calibre instalado entre los tramos.
15. El conductor de fase mínimo a utilizar en líneas de baja tensión con material de cobre será 1/0.
16. Para instalaciones con conductor de aluminio puro (AAC) será el N.º 1/0 AWG.
17. Solo se construirán instalaciones de baja tensión en vía pública.
18. Se deberá mantener la altura de la instalación de baja tensión lo más uniformemente posible en base a la que determine el poste de 9 m, independientemente de que esté sujeta a estructuras para líneas de media tensión.

19. En avenidas o calles con o sin camellón cuya distancia entre cordones sea mayor de 20 m, se debe instalar línea de baja tensión en ambas aceras, evitando con esto el cruce de acometidas.

20. La instalación del bastidor para fijación de instalaciones de baja tensión se hará con abrazaderas BS, BD o fleje de acero [9].

2.5.1 Tensado del cable múltiple

1. La tensión mecánica y la flecha para conductores múltiples, son las indicadas en las normas 10 FT 02 a la 10 FT 08 [22].

2. Los remates preformados solo se utilizarán para rematar el cable mensajero de ACSR de los conductores múltiples en líneas de baja tensión.

3. Para el cable mensajero, coloque el remate en el cuello del aislador, jale manualmente el conductor por rematar en dirección al carrete; proceda al acomodo de una de las piernas del remate sobre el cable a partir de la marca de fábrica, envolviendo las varillas del remate hasta la mitad de su longitud.

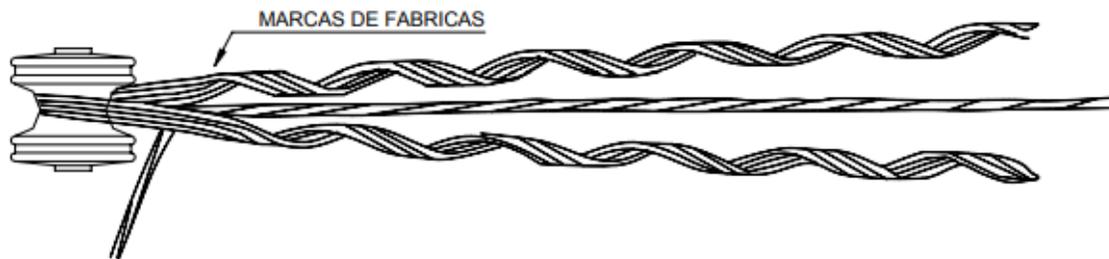


Fig. 2.5.1(a) Colocación de remate preformado

4. Al iniciar la envoltura sobre el cable mensajero de la otra pierna del remate, proceda a hacer coincidir las marcas envolviendo hasta la mitad de su longitud.

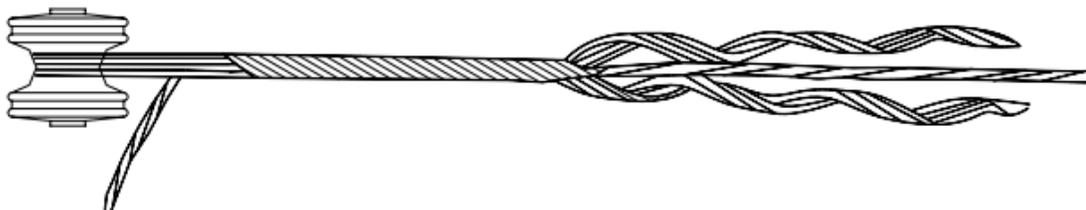


Fig. 2.5.1(b) Colocación de remate preformado

5. Afloje la tensión del montacarga y verifique la flecha del cable mensajero.
6. Una vez obtenida la flecha deseada proceda a terminar de envolver debidamente el resto del remate hasta sus extremos.
7. En caso de que la flecha sea mayor que la deseada, desenvuelva el remate, tense nuevamente el cable mensajero hasta dar la flecha requerida y repita el procedimiento a partir del punto 2.
8. Si la flecha es menor, se puede aflojar la tensión del cable desarrollando lentamente el remate cuidando que el deslizamiento del cable mensajero sea gradual hasta obtener la flecha deseada.
9. Es práctica recomendable dar al conductor una tensión ligeramente mayor a la requerida, para compensar el acomodo del conductor y del remate entre el tensor y el carrete al aflojar la tensión del montacargas [9].

2.5.2 Fijación de conductores de baja tensión

1. Para sujetar los conductores de las fases de cables múltiples, sin importar el material del conductor, se empleará amarre de alambre TW 10.
2. Para sujetar cables de cobre utilizado como mensajero, neutro o cable de guarda, utilice amarre de alambre desnudo recocido de cobre No. 4 AWG.
3. En cables de ACSR utilizados como cable mensajero como neutro o cable de guarda, utilice amarre de alambre de aluminio suave No. 4 AWG.

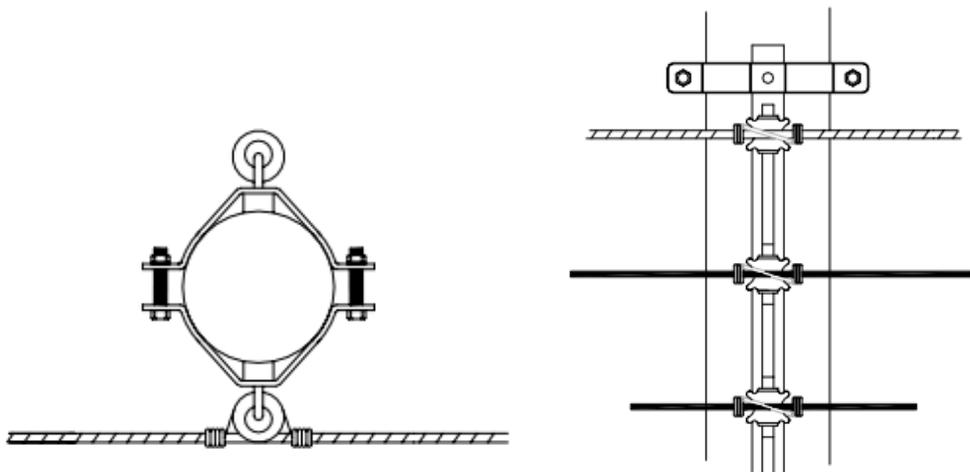


Fig. 2.5.2(a) Fijación de conductores de baja tensión

1. Este ensamble muestra la forma para preformar y distribuir los conductores aislados del cable múltiple sobre el bastidor de paso y para sujetarlo al conductor neutro.
2. Al finalizar el amarre se deben trenzar ambas puntas con dos vueltas como mínimo y doblarse sobre el amarre.
3. La sujeción de los conductores a los aisladores debe hacerse conforme a la siguiente figura.

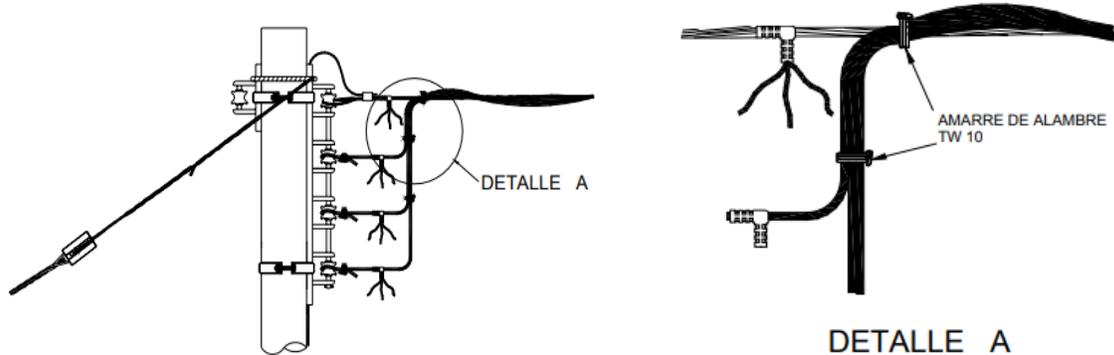


Fig. 2.5.2(b) Sujeción de conductores en aisladores

2.5.3 Derivación para acometidas

Instale conector para derivación de acometidas en conductores AAC y Cu hasta un calibre de 3/0 AWG.

Los conectores deben instalarse con un ángulo de 45° con respecto al plano vertical para facilitar la derivación de acometidas y mantener la separación entre fases.

Instale un máximo de 6 derivaciones (colillas o bigotes). El calibre de las colillas debe ser 8 AWG en cobre o 6 AWG en aluminio.

Debe hacerse solo una conexión por acometida en cada colilla o bigote. Para el conductor neutro, deje doble derivación para acometidas, una de cada lado del poste cuando se requiera [9].

a) Conector Derivador de 90°



Fig. 2.5.3(a) Derivación 90°

b) Conector Derivador Paralelo

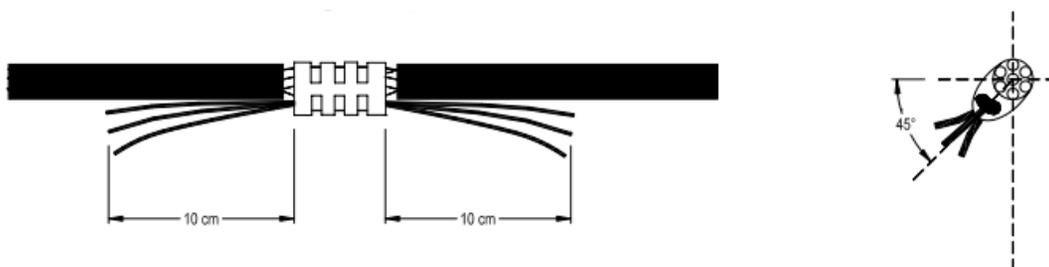


Fig. 2.5.3(b) Derivación en paralelo

3. Desarrollo

3.1 Información general del proyecto

El proyecto consiste en la construcción y puesta en operación de una red de energía eléctrica en media y baja tensión para abastecer de este servicio al fraccionamiento “Hechos no palabras”, dicha infraestructura contó con una longitud de 1.867km. de línea en media tensión (13.8 kV) de 2F 3H cable AAC calibre 3/0, 2.645 km. de línea en baja tensión (120V/240V) cable múltiple (2+1) AL-ACSR calibre 1/0 y 0.908 km. de neutro corrido cable ACSR calibre 1/0, también contó con la instalación de 43 postes PCR 12-750 y 36 postes PCR 09-400.

3.1.1 Ubicación del proyecto

La ubicación del proyecto se encuentra en el lado Norte Poniente de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, específicamente en las coordenadas 16.782009, -93.132957, dicho fraccionamiento se encuentra vecino del lado Este con propiedad privada perteneciente a la empresa “Caleras Maciel”, del lado Norte con una colonia irregular de la organización MOCRI CNPA, de lado Oeste con la colonia “Villareal” Y de lado sur con una propiedad privada.

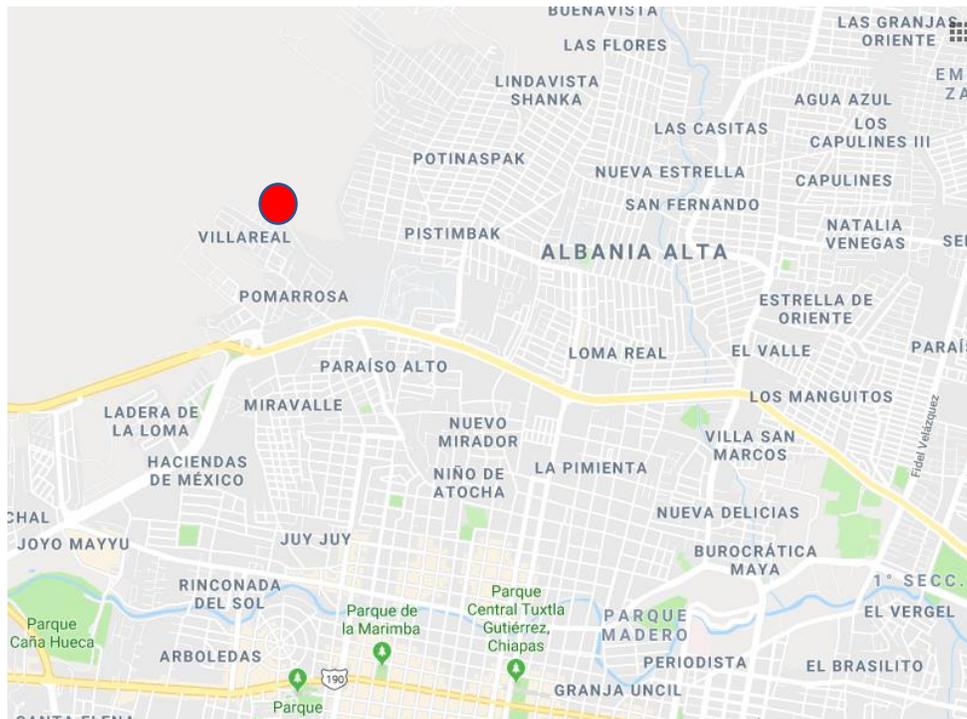


Fig. 3.1.1 Ubicación del fraccionamiento “Hechos no palabras”

3.1.2 Punto de conexión

EL punto de conexión es en el circuito TXN-4070, Propiedad de CFE el cual se ubica en la esquina que forma las calles Gladiolas y Caoba de la colonia Villareal como se muestra en el croquis de ubicación.

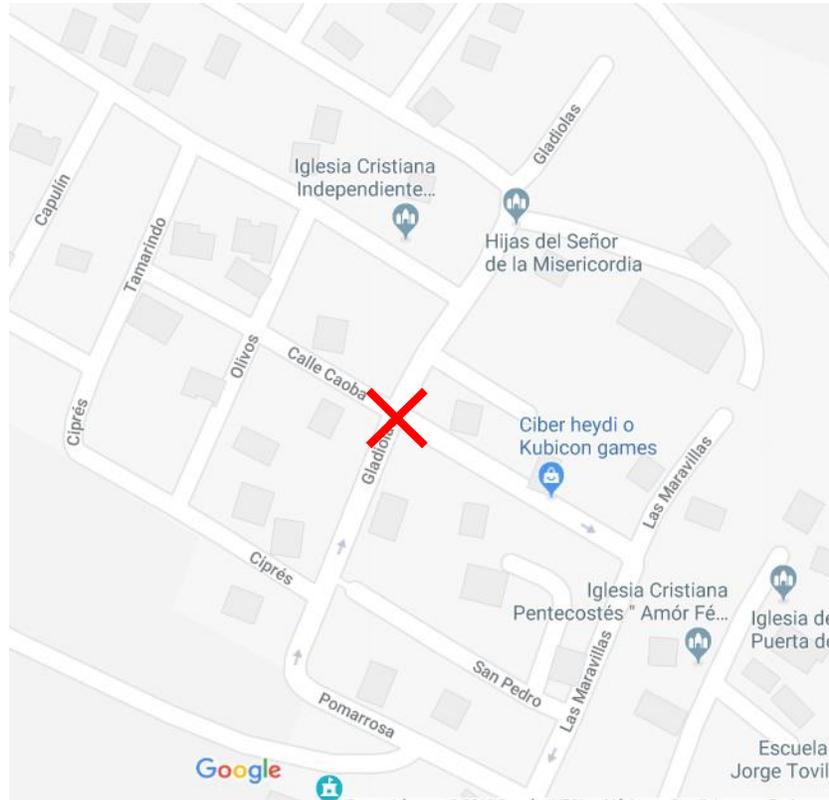


Fig. 3.1.2 Ubicación del punto de conexión

3.1.3 responsables de la obra

Supervisor de obra: Departamento de proyectos y construcciones, CFE.
Dirección: 12ª Poniente Norte, Col. El Magueyito, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Teléfono: 961 612 15 55

Constructora: CHAPS INGENIERIA S.A. DE C.V
R.F.C.: CIN180704TU6
Domicilio: Calle: Yucatán No.160 Fraccionamiento Guadalupe C.P.86180 Villahermosa,
Tabasco
Teléfono: 993 176 5512
Correo electrónico: amadeo.delafuente@hotmail.com

3.1.4 Responsabilidades del proyecto

Las principales responsabilidades de la constructora del proyecto son las siguientes:

- La correcta ejecución del proyecto.
- El cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente.

- El cumplimiento legal, técnico, de calidad, de seguridad y de protección al ambiente del contrato.
- Nombrar un superintendente de construcción.
- Terminar el proyecto en tiempo y forma.
- El aseguramiento de la calidad de la construcción del proyecto.

Las principales responsabilidades CFE del proyecto son las siguientes:

- Dar las facilidades requeridas para el buen desarrollo de la obra.
- Dar el apoyo requerido para el trámite de los permisos de obra.
- Nombrar un residente de obra.
- Entregar la obra liberada para poder realizar los trabajos.
- Proporcionar la información requerida oportunamente.

3.1.5 Legislación y normativas

Regirán con carácter general para las obras de este proyecto la siguiente normativa:

- Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- Procedimiento para la construcción de obras por terceros 2004. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
- Medición para acometidas monofásicas 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

3.2 Realización del proyecto

Dicha instalación eléctrica deberá de cumplir con las normas oficiales mexicanas vigentes en materia de instalaciones eléctricas a fin de contribuir al ahorro de energía eléctrica y a la seguridad de las personas que utilicen dichas instalaciones.

Esta introducción de electrificación deberá entonces operar dentro de las normas de continuidad, confiabilidad y calidad que exige la comisión federal de electricidad, para encargarse de la operación y mantenimiento y así proporcionar al usuario el servicio que requiere.

De acuerdo a las características del lugar y consideraciones técnicas, se determinará adecuadamente el equipo y los materiales, esto sin antes realizar las consideraciones necesarias para la correcta selección de los mismos, sin dejar por un lado el término económico y ecológico.

La realización de este proyecto de introducción de red de energía eléctrica en el fraccionamiento “Hechos no palabras” se concluyó en un tiempo de 4 meses, inicio el 20 de

agosto del 2018 y finalizó el 23 de diciembre del mismo año. Cada una de las etapas del desarrollo se presentan a continuación:

3.2.1 Trazo y localización de cepas para postes y retenidas.

Consiste en la localización del trazo topográfico de la línea y la ubicación de las cepas, por medio de estacas, tanto para los postes como de las retenidas, de acuerdo al proyecto proporcionado por el supervisor.

Se realizaron los trazos y localización de las cepas de acuerdo a los lineamientos dictaminados para las calles y derechos de vías, otro factor que se tomó para la colocación de las mismas fueron las vías de acceso, se tomó como referencia el mejor acceso para que la grúa que transportaría los postes no tenga algún inconveniente y así no utilizar mano de obra humana, esto para ahorrar tiempo y gastos innecesarios.



Fig. 3.2.1 Estacas para la realización de cepas

3.2.2 Excavación de cepas para postes y retenidas en terreno tipo III

Consiste en la excavación de las cepas para postes de concreto de 9 y 13 metros de concreto y para anclas de retenidas de acuerdo a las profundidades de norma en terreno duro, por lo que al toparnos con terreno tipo III fue necesario la utilización de un barreno, taladro

hidráulico y maquinaria pesada, debido a que con herramientas como barretas, picos, coas y cava hoyos fue imposible realizar las cepas para postes y retenidas.

En total se realizaron la cantidad de 80 cepas para postes de 9 y 12 metros y 53 cepas para ancla de retenidas.

Cuando forzosamente se requiera de la utilización de explosivos, se comunicará al Supervisor para su verificación, siendo responsabilidad del contratista, la adquisición, resguardo y utilización de los explosivos, pero en este caso no necesario el uso de explosivos.

Esta actividad se consideró terminada cuando a juicio del Supervisor, las cepas de postes y retenidas estén con la profundidad y la terminación correcta para recibir al poste o retenida.



Fig. 3.2.2 Realización de cepas con maquinaria pesada

3.2.3 Recolección y distribución de piedra a pie de cepa

Esta actividad consiste en la recolección y distribución de piedra a pie de la cepa de cada poste o retenida, debiendo ser esta como máximo de 20 cm de diámetro, para este caso como el terreno es de tipo rocoso, la recolección de piedras se realizó del mismo terreno facilitando así el acarreo, además de ahorrar gastos y tiempo de traslado.

Dicha piedra deberá ser recolectada y distribuida antes de iniciar el parado de la posteria y la instalación de anclas y pernos, en la cantidad necesaria requerida por cada tipo de cepa según Norma.

Esta actividad se consideró terminada cuando a juicio el supervisor tenga recolectada y distribuida la piedra a pie de cepa de poste o retenida en cantidad suficiente.

3.2.4 Transportes de postes de la bodega a la obra

Los postes de concreto que se utilizaron para la construcción, fueron entregados en la bodega de la C.F.E. que se encuentra ubicado en la colonia Plan de Ayala, y fue responsabilidad del contratista, su transporte al campamento establecido por éste, en la obra, para su almacenaje y custodia. Se transportaron un total de 80 postes de 9 y 13 metros aproximadamente 11.5 km desde el punto de entrega hasta el lugar de la obra.

Las maniobras de carga y descarga al vehículo de traslado se realizó forzosamente con grúa para evitar el golpeo de dichos postes al momento de la carga o descarga. La responsabilidad fue del contratista, cualquier daño que sufran los postes derivados del mal manejo o la no utilización del equipo adecuado durante las maniobras de carga o descarga, así como en el traslado.

Esta actividad se consideró terminada para su estimación cuándo los postes estaban en el campamento del contratista.



Fig. 3.2.4 Recibiendo los postes de la bodega de CFE

3.2.5 Distribución, parado y plomeado de poste de concreto

Este punto comprende la distribución de los postes del sitio de almacenamiento en el campamento hasta pie de cepa. Incluyendo el transporte y la mano de obra de carga y descarga, el parado y plomeado de postes de 9 y 13 m. de concreto, así como el relleno y apisonado de las cepas con piedra y tierra producto de la excavación.

En el circuito primario se instalarán postes de concreto de 12 metros de altura y 750 kg, de resistencia mecánica. En líneas de baja tensión y las retenidas de estaca se instalarán postes de 9 metros de altura y 400 kg de resistencia mecánica.

Especificaciones de C.F.E.

PCR-12-750

PCR-09-400

La maniobra de carga y descarga de postes se realizó con grúa para evitar azotar los postes, cualquier daño que sufran los mismos será responsabilidad del contratista.

Esta actividad se consideró terminada cuando los postes se encontraron perfectamente parados plomeados y con las distancias de norma entre centros de postes y de acuerdo al proyecto proporcionado por el supervisor.



Fig. 3.2.5 Parado de postes

3.2.6 Transporte de material de la bodega de CFE a la obra

Esta actividad consiste en la recepción y carga de los materiales, equipos, herrajes, etc. En bodega de C.F.E. y responsabilidad del contratista el transporte en su vehículo hasta su campamento en la obra.

Deberá tenerse especial cuidado en no aventar o golpear los materiales, los cuales pudieran dañarse, ya que cualquier daño por el mal manejo será imputable al contratista.

Esta actividad se considera terminada cuando la totalidad de los materiales se encuentren correctamente almacenados y resguardados en la bodega del contratista en la obra.

3.2.7 Vestido de estructura de poste en MT (colocación de herrajes y aislamientos)

Esta actividad consiste en la colocación de cruceta, herrajes y aislamiento en la estructura en media tensión, quedando lista para el tendido y tensionado de los cables conductores.

Todos los herrajes serán de material galvanizado. Los herrajes a utilizar son los siguientes:

- Cruceta PT-200
- Cruceta PV-200
- Perno DR
16X305
- Perno DR
16X457
- Perno ancla 1PA
- Abrazadera 1BS
- Abrazadera 2BS
- Abrazadera 2BD
- Abrazadera UC
- Abrazadera 2AG
- Abrazadera 2UH
- Bastidor B1
- Bastidor B3
- Horquilla con
guardacabo
- Grillete GA1
- Guardacabo G2
- Perno IPO
- Ojo RE
- Moldura RE
- Placa 1 PC
- Placa 2PC
- Placa PR
- Tirante T2
- Tirante H1
- Tomillo Maq.
16x63 mm.
- Tomillo Maq.
16X76 mm.
- Soporte CV1

El aislamiento que se utilizará para las estructuras VA2N, VS2N, RD20, VR2N, AD2N de acuerdo a las especificaciones de C.F.E son:

- Aislador 13PD
- Aislador de suspensión ASUS 15
KV
- Aislador 1C
- Aislador 3R



Fig. 3.2.7 Vestidos de poste en Media Tensión

Esta actividad se consideró terminada cuando la estructura estaba completamente vestida en media tensión, cuando a juicio del supervisor la estructura se encontró correctamente vestida y en condiciones de recibir el tendido de los conductores.

3.2.8 Vestido de estructuras en BT

Esta actividad consiste en la colocación de herrajes y aislamiento en las estructuras, en baja tensión, quedando lista la estructura para el tendido y tensionado de los cables.

Esta actividad se consideró terminada cuando la estructura estaba completamente vestida en baja tensión, cuando a juicio del supervisor la estructura se encontró correctamente vestida y en condiciones de recibir el tendido de los conductores.



Fig. 3.2.8 Instalación de estructuras en Baja Tensión

3.2.9 Instalación de retenida

Esta actividad comprende el cortado, tendido y tensionado del cable de AG, así como la instalación del aislador tipo retenida, el remate y entorchado del cable en el poste y en el perno.

Se considera para este concepto la retenida del tipo RSA, RDA, REA, READ, RBA, RBAD, RVP, RVD, pagándose por hilo de retenida. Se considera una pieza un hilo rematado.

En total en la obra de introducción de red y energía eléctrica en el fraccionamiento “Hechos no Palabras” se instalaron un total de 74 retenidas de las cuales fueron:

- 33 RBA (Retenida de banqueta ancla)
- 04 RSA (Retenida sencilla ancla)
- 05 RDA (Retenida doble de ancla)
- 13 RBAD (Retenida de banqueta ancla doble)
- 02 READ (Retenida de estaca ancla doble)
- 17 RVP (Retenida volada poste)



Fig. 3.2.9 Instalación de retenida

Esta actividad se consideró terminada cuándo la retenida estaba correctamente tensionada y cueteada, posterior al y tensionado de los cables conductores.

3.2.10 Tendido, empalmado, tensionado, enclemado y cerrar puentes de cable en M.T. y B.T.

Se realizó el traslado de carretes de conductor del campamento al sitio del tendido, se movilizó con maquinaria retroexcavadora debido a las dimensiones y peso del carrete.

Las actividades que se realizaron en este paso son: el tendido de conductores para fase o neutro con empalme a compresión a tensión completa.

Pretensionado de los conductores dando una tensión del 40% de la tensión de ruptura del conductor. Tensionado de acuerdo a las Normas de Distribución Vigentes para dar las flechas y catenarias correspondientes, rematando el conductor con grapa remate o remate preformado. Enclemado y cerrar puentes con conectores a compresión e instalación de estribos.

En total en este proyecto se instalaron un total de cable en Media Tensión 3726 metros de cable AAC calibre 3/0 y 908 metros de neutro corrido de cable ACSR calibre 1/0.

Para Baja Tensión se instalaron un total de 2645 metros de cable múltiple 2+1 AL-ASCR calibre 1/0.

Para esta actividad deberán tomarse en consideración los cuidados para el manejo del cable AAC durante la carga, descarga, tendido, y tensionado de este, debiendo acordar con el supervisor las maniobras a ejecutar.



Fig. 3.2.10 Instalación de cable AAC y cable múltiple 2+1 AL

Esta actividad se consideró terminada cuando el conductor estaba correctamente tendido, tensionado, enclemado y con las flechas estipuladas en las Normas.

3.2.11 Instalación de electrodo de tierra

Esta actividad consiste en el hincado de la varilla de tierra, la instalación del bajante a tierra y su conexión con conector mecánico, la excavación de la zanja para el tendido del conductor desde el poste hasta donde se ubique la varilla, terreno tipo duro, el tendido del conductor y

relleno de la zanja con material producto de la excavación, así como las conexiones necesarias con conector mecánico de acuerdo a como se indicó en el proyecto.

En los postes donde se ubicaron transformadores, se hincaron tres varillas formando un triángulo alrededor del poste con una separación mínima de 3 metros entre sí, y posteriormente se instalaron las varillas a una distancia de 10 a 15 metros partiendo de los vértices del triángulo antes formado, interconectándolas con conductor de cobre el cual se tendió sobre una zanja excavada para tal fin.

Se instalaron un total de 33 tierras normales (K) de remate de postes y 25 tierras en delta (3K) para los transformadores instalados.

Esta actividad se consideró terminada cuándo se encontró correctamente hincadas las varillas el valor de resistencia a tierra sea el permitido y las zanjas estén debidamente rellenas.



Fig. 3.2.11 Electrodo de tierra correctamente instalado

3.2.12 Montaje de transformadores

Esta actividad comprende el transporte del transformador del campamento del contratista al área de instalación, el montaje del transformador en los bancos de transformación, incluyendo la instalación de puentes estribos y las conexiones necesarias a la línea de media y baja tensión y al bajante de tierra, el montaje de los transformadores se realizó con grúa para facilitar el trabajo y para evitar que sufra algún percance.

En total en el la obra de introducción de red y energía eléctrica en el fraccionamiento “Hechos no Palabras” se instalaron un total de 25 transformadores con las siguientes características:

- 16 transformadores auto protegidos con capacidad de 25 KVA de dos boquillas, con relación de voltaje de 13200/240-120 Volts.
- 9 transformadores auto protegidos con capacidad de 35.5 KVA de dos boquillas, con relación de voltaje de 13200/240-120 Volts.



Fig. 3.2.12 Instalación de transformador

3.2.13 Montaje de cortacircuitos fusibles y apartarrayos

Esta actividad consistió en el montaje de cortacircuito fusible o apartarrayo en los bancos de transformación o en los entronques, incluyendo la instalación de puentes estribos y las conexiones necesarias a la línea de media tensión y al bajante a tierra, según sea el caso. Asimismo, se realizó la colocación de la cruceta al poste para fijar este equipo de protección.

Se instalaron dos cortacircuitos fusibles de triple disparo, uno se colocó en el entronque o punto de conexión y el segundo en la mitad del circuito nuevo y 50 cortacircuitos y 50 apartarrayos, dos por cada transformador que se instalaron, las características de los cortacircuitos son: CCF-15 KV-100-95-8000.

Esta actividad se consideró terminada cuándo el cortacircuitos fusible o apartarrayos este correctamente colocado, conectada, calibrado y conectado a la bajante a tierra.



Fig. 3.2.13 Cortacircuitos fusibles instalados y conectados a transformador

3.2.14 Interconexión con red eléctrica existente

Esta actividad comprendió el cerrado de circuito para alimentar la red de energía eléctrica del fraccionamiento “Hechos no Palabras”, realizada por personal de Comisión Federal de Electricidad después de que el supervisor encargado hubiese dado la aprobación al no haber encontrado ninguna anomalía y que todo se haya echo respecto a las normas de construcción.

EL punto de conexión se realizó en el circuito TXN-4070, Propiedad de CFE el cual se ubica en la esquina que forma las calles Gladiolas y Caoba de la colonia vecina denominada Col. Villareal.

4. Resultados y conclusiones

4.1 Resultados

El proyecto fue terminado en tiempo y forma establecidas en el anteproyecto, sin ningún tipo de suspensión, retención o alguna contradicción que se presentara.

Se muestra una calle con las líneas de transmisión aéreas terminadas y bien instaladas que ahora cuenta el fraccionamiento, una línea de 2 fases 3 hilos y también se logra apreciar la línea de baja tensión de cable de aluminio múltiple 2+1 ACSR calibre 1/0.



Fig. 4.1 Línea aérea M.T y B.T terminada

4.2 Instalación de acometidas, muretes y centros de medición

La acometida eléctrica se define como un trabajo en parte de la instalación eléctrica donde se genera un punto de conexión entre las redes de distribución y la instalación de suministro del consumidor final.

Las acometidas se instalarán con conductor múltiple de aluminio 2+1 cal. 1/0 con capacidad de 600 V según norma de C.F.E

Uno de los trabajos necesarios en estos casos es el de realizar una acometida eléctrica, algo imprescindible para que la electricidad llegue hasta las viviendas por lo consiguientes se instalaron un total 613 acometidas domiciliarias monofásicas a 110 Volts y 48 acometidas monofásicas a 240 Volts siendo un total de 661, así como su respectivo murete y medidor.



Fig. 4.2 Muretes y medidores instalados

4.3 Cuadro de cargas

Uno de los problemas importantes a resolver dentro del proyecto lo constituye la determinación de la capacidad de los transformadores que lo integran.

Fundamentalmente para determinar la capacidad que deben tener los transformadores se consideran las cargas presentadas por las 661 viviendas. El fraccionamiento Hechos no Palabras motivo de este proyecto es en su totalidad de interés bajo por lo que se considera una carga de 0.95 KVA por vivienda (según bases de proyecto). Por lo tanto, la carga estará formada de la siguiente manera:

Se obtendrá la magnitud de la carga, considerando una carga por lote de 0.95 KVA (tomando en cuenta las condiciones climáticas, tipo y área de construcción).

De acuerdo al proyecto establecido, se tenían contemplados 661 lotes a electrificar y la mejor forma de distribuir los transformadores y que estuvieran balanceada la carga, que los transformadores no estuvieran sobrepasados o sobrados se estableció la alimentación de acuerdo al siguiente cuadro de cargas.

4.4 Cálculos de carga

Densidad de carga por vivienda: 0.95 KVA

Siendo 661 viviendas:

Carga instalada: = (0.95) (661 viviendas) = 627.95 KVA

Carga total instalada = 627.95 KVA

Considerando un factor de demanda del 100% CARGA TOTAL INSTALADA - 630 KVA

Se instalo un total real de 737.5 KVA de tal manera que en el futuro exista una mayor demanda de carga o en el caso que se requiera la instalación de alumbrado público.

CUADRO DE CARGAS								
No. BCO	No. POSTE	USUARIOS		KVA POR USUARIO	KVA TOTAL	CAPACIDAD		% DE UTILIZACION
		NUEVOS	TOTALES			FASES	KVA	
TR-1	3	37	37	0.95	35.15	2	37.5	93.73
TR2	6	30	30	0.95	28.50	2	37.5	76.00
TR-3	9	34	34	0.95	32.30	2	37.5	86.13
TR-4	12	38	38	0.95	36.10	2	37.5	96.27
TR-5	16	37	37	0.95	35.15	2	37.5	93.73
TR-6	20	36	36	0.95	34.20	2	37.5	91.20
TR-7	24	39	39	0.95	37.05	2	37.5	98.80
TR-8	28	24	24	0.95	22.80	2	25.0	91.20
TR-9	29	19	19	0.95	18.05	2	25.0	72.20
TR-10	32	20	20	0.95	19.00	2	25.0	76.00
TR-11	33	21	21	0.95	19.95	2	25.0	79.80
TR-12	36	23	23	0.95	21.85	2	25.0	87.40
TR-13	37	23	23	0.95	21.85	2	25.0	87.40
TR-14	40	28	28	0.95	26.60	2	37.5	70.93
TR-15	45	29	29	0.95	27.55	2	37.5	73.47
TR-16	49	20	20	0.95	19.00	2	25.0	76.00
TR-17	50	25	25	0.95	23.75	2	25.0	95.00
TR-18	53	20	20	0.95	19.00	2	25.0	76.00
TR-19	54	24	24	0.95	22.80	2	25.0	91.20
TR-20	57	20	20	0.95	19.00	2	25.0	76.00
TR-21	58	22	22	0.95	20.90	2	25.0	83.60
TR-22	61	21	21	0.95	19.95	2	25.0	79.80
TR-23	62	25	25	0.95	23.75	2	25.0	95.00
TR-24	65	22	22	0.95	20.90	2	25.0	83.60
TR-25	66	24	24	0.95	22.80	2	25.0	91.20
TOTAL:		661	661				737.5	

4.5 Conclusiones

El presente proyecto se llevó a cabo bajo las normas y bases de proyecto de la zona Tuxtla, División Sureste de la C.F.E. teniendo en consideración las necesidades requeridas del fraccionamiento "Hechos no palabras" se empezó por observar la demanda de carga que presentaba dicho fraccionamiento, esto para poder determinar la cantidad de energía requerida, así como sus características eléctricas en media y baja tensión.

Para poder lograr esto se analizaron varios puntos, por ejemplo; la dificultad que presentaría el construir una red de alimentación subterránea que fuera desde el punto de conexión hasta la entrada del fraccionamiento debido a las características del predio y a la ubicación del mismo, por lo cual se procedió a realizarlo de forma aérea, otro de los aspectos fue el nivel socioeconómico ya que el fraccionamiento se considera de interés medio.

Las principales causas por las cuales se hace inviable el acceso al servicio eléctrico convencional a los habitantes de este fraccionamiento son, la cuestión de índole económica y las distancias existentes entre la red de energía eléctrica de línea y los asentamientos que a veces resulta muy costoso llevar el servicio.

Además, la carencia de este servicio para la población agrava la situación socioeconómica ya que los escasos de otros servicios como; agua potable. Salud y seguridad está directamente relacionada a la falta de energía en un buen porcentaje de la población, por lo cual era de suma importancia brindar este importante servicio a las personas que habitan en este lugar.

Se lograron a cubrir con satisfacción todos los objetivos planteados al iniciar este proyecto y mitigar así los rezagos de todo tipo existente en los habitantes de dicho fraccionamiento.

Por otro lado, con el desarrollo de los temas contemplados en este reporte técnico de residencia, tuve la oportunidad de reafirmar los conocimientos adquiridos en mi formación como Ingeniero Eléctrico, lo cual me deja una gran satisfacción y motivación, pudiendo así despertar mi interés en este ramo de la ingeniería eléctrica y así poder enfocarme en mi futura vida profesional.

Pude observar que, conjuntando conocimientos de varias disciplinas, tanto técnicos, humanísticos, económicos, sociales etc.; en un proyecto determinado se puede llevar a buen término. Con la elaboración de la obra se producen empleos en la región, se crea un flujo de efectivo en la comunidad, puse a prueba mis conocimientos como ingenieros y ayudar a generar la infraestructura necesaria para aumentar el nivel de la calidad de vida de los pobladores y aportar al crecimiento del estado de Chiapas.

5. Referencias Bibliográficas

[1] INEGI, Anuario de estadísticas por entidad federativa 2011. México: INEGI, 2011, p. 641.

[2]<http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/chis/poblacion/vivienda.aspx?tema=me&e=07>

[3]<https://www.gob.mx/sener/articulos/el-objetivo-del-fondo-de-servicio-universal-electrico-es-alcanzar-para-2018-el-99-por-ciento-de-la-cobertura-electrica-nacional?idiom=es>

[4] Oficinas de planeaciones y proyectos, Expedientes de obras Comisión Federal de Electricidad, 12 Pte. Y 5 Norte, Colonia el Magueyito.

[5]<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/704/A5.pdf?sequence=5>

[6]<http://www.viakon.com/manuales/Manual%20Electrico%20Viakon%20-%20Capitulo%204.pdf>

[7] CFE, Postes metálicos para líneas de transmisión y subtransmisión 2011. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

[8] CFE, Procedimiento para la construcción de obras por terceros 2004. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

[9] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

[10] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 15

[11] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 59

[12] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 60

[13] CFE, Fleje y grapa de acero inoxidable 2016. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

[14] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 686

[15] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 117

[16] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 511

[17] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 694

[18] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 688

[19] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 767

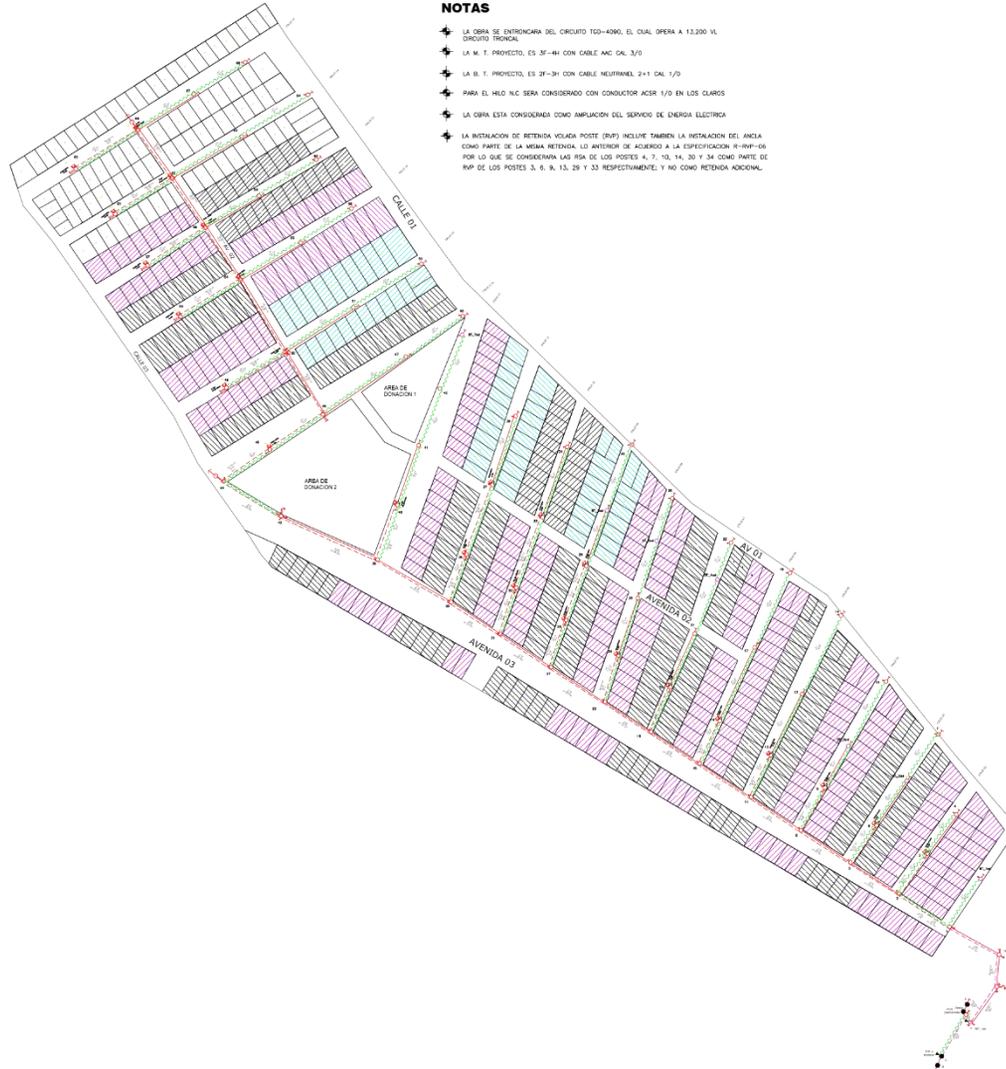
[20] CFE, Conductores múltiples para distribución aérea hasta 600 V. para 75°C 2015. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

[21] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 797

[22] CFE, Normas de distribución - Construcción - Instalaciones aéreas en media y baja tensión 2013. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. Pág. 802-815

Plano

INTRODUCCION DE LA RED DE ENERGIA ELECTRICA COLONIA HECHOS NO PALABRAS



NOTAS

- ✦ LA OBRA SE ENTRENCHA DEL CIRCUITO T10-4090, EL CUAL OPERA A 13,200 V. CIRCUITO TRONCAL.
- ✦ LA M. T. PROYECTADO, ES 3F-4H CON CABLE AAC CAL 3/0
- ✦ LA B. T. PROYECTADO, ES 3F-3H CON CABLE NEUTRAL 2+1 CAL 1/0
- ✦ PARA EL M.L.C SERA CONSIDERADO CON CONDUCTOR ACSR 1/0 EN LOS CLAROS
- ✦ LA OBRA ESTA CONSIDERADA COMO AMPLIACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA
- ✦ LA INSTALACION DE RETENIDA VELADA POSTE (RVP) INCLUYE TAMBIEN LA INSTALACION DEL ANCLA COMO PARTE DE LA MISMA RETENIDA, LO ANTERIOR DE ACORDO A LA ESPECIFICACION R-RVP-06 POR LO QUE SE CONSIDERAN LAS REA DE LOS POSTES 4, 7, 10, 14, 18 Y 24 COMO PARTE DE RVP DE LOS POSTES 3, 6, 9, 13, 18 Y 33 RESPECTIVAMENTE, Y NO COMO RETENIDA ADICIONAL.

CROQUIS DE LOCALIZACION



CODIGO DE COLORES

NEGRO	EXISTENTE	AZUL	LOCALIZADO
ROJO	INSTALACION NUEVA	VERDE	RETIRO

SIMBOLOGIA

●	POSTE EXISTENTE DE CONCRETO
●	POSTE EXISTENTE DE MADERA
○	POSTE DE CONCRETO EN PROYECTO
○	RETENIDA ESTACA ANCLA
○	RETENIDA DOBLE ESTACA ANCLA
○	TRANSFORMADOR PROYECTADO
○	TRANSFORMADOR EXISTENTE
○	RES DE MEDIA TENSION EN PROYECTO
○	RES DE BAJA TENSION NEUTRAL (2+1) ANCLASR 1/0 PROYECTO
○	LINEA DE M.L.C. CONDUCTOR ACSR 1/0
○	RES DE MEDIA TENSION EXISTENTE
○	CORTACIRCUITO FUSIBLE SENCILLO
○	CORTA CIRCUITO FUSIBLE TRIPLE DESPARO
○	RETENIDA SENCILLA DE ANCLA (RES)
○	RETENIDA DOBLE DE ANCLA (RES)
○	SISTEMA DE TIERRA
○	USUARIO NUEVO
○	RETENIDA POSTE POSTE
○	RETENIDA BANQUETA ANCLA (RES)
○	RETENIDA BANQUETA ANCLA DOBLE (RES)
○	RETENIDA VELADA ESTACA (RVP)
○	RETENIDA VELADA ESTACA DOBLE (RVP)
○	APARTARRAYO

COMISION FEDERAL ELECTRICIDAD
DIVISION SURSUD AREA USUARIA
ZONA TUXTLA AGENCIA TUXTLA
PLANO ELECTROMECANICO CIRCUITO

OBRA: INTRODUCCION DE RED DE ENERGIA ELECTRICA

UBICACION: COLONIA HECHOS NO PALABRAS MPD TUXTLA GUTIERREZ

PROYECTO: AUTORIZADO

ENCARGADO: Ing. Rafael Eduardo Juárez Pérez

REVISOR: Ing. Oscar Osorio Juárez Martínez

PROYECTISTA: Ing. Ramón Peña Ovando

ENCARGADO: LIC. MICHAEL ANGEL GARCIA MENDOZA SUPERINTENDENTE DE LA ZONA

ESCALA: 1:2000

PLANO: 1/1