



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

INGENIERIA ELÉCTRICA

REPORTE FINAL DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO

ACTUALIZACIÓN DEL LIBRO DE OPERACIONES DE LA CIUDAD DE TUXTLA
GUTIÉRREZ

PERIODO

AGOSTO 2010 - ENERO 2011

ROSALES MOLINA CARLOS ENRIQUE
No. CONTROL 06270359

ASESOR INTERNO

ING. JULIO ENRIQUE MEGCHUN VÁZQUEZ

ASESOR EXTERNO

ING. AMADO RASGADO ROJAS

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS, ENERO DE 2011

Capitulo I - Planteamiento Del Problema

1.1 Introducción 3
 1.2 Justificación del Proyecto 3
 1.3 Objetivo General 4
 1.3.1 Objetivo Especifico 4
 1.4 Área donde se realizó la Residencia Profesional 4
 1.5 Problemas a Resolver 4

Capitulo II.- Conocimientos Básicos para la Obtención de Datos en la Realización Del Levantamiento Físico en la Líneas y Redes de Distribución para el Circuito TGU-4010

2.1 Descripción 5
 2.2 Normas de Distribución-Construcción-Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión, Edición 2006 5
 2.2.1 Trazos y Libramientos 6
 2.2.2 Altura mínima de conductores a superficies 7
 2.2.3 Separación de Conductores a Construcciones 9
 2.2.4 Separación mínima de conductores en una misma estructura 10
 2.2.6 Localización de estructuras en áreas urbanas 12
 2.2.7 Empotramientos 14
 2.2.8 Cimentación de postes de acero 15
 2.2.9 Cepas para anclas 16
 2.2.10 Líneas de Media Tensión 17
 2.2.11 Codificación de estructuras de media tensión 19
 2.2.12 Retenida 22
 2.2.12.1 Codificación de retenidas 24
 2.2.13 Conductores 26
 2.2.14 Equipo Eléctrico 27
 2.2.14.1 Numeración de Equipo 27
 2.2.14.2 Conexión de Apartarrayos 27
 2.2.14.2.1 Selección de Apartarrayos 28
 2.2.14.3 Transformadores 28
 2.2.14.4 Capacitores 30
 2.2.14.5 Cuchillas Seccionadoras 31
 2.2.14.6 Sistemas de Tierra 32
 2.2.14.7 Líneas de Baja Tensión 33
 2.3 AutoCAD 33
 2.4 GPS 34
 2.4.1 Aplicaciones 34

Capitulo II.- Resultados

3.1 Alcances Obtenidos en la Actualización del Libro de Operaciones de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez 35

Conclusión 45

Referencias 46

Capítulo I

Planteamiento Del Problema

1.1 Introducción

La CFE (Comisión Federal de Electricidad), quien es la encargada de suministrar la energía eléctrica a los habitantes de la republica mexicana, se ha propuesto mejorar los servicios que proporciona a los usuarios, para lo cual se están implementando proyectos que ayuden al mejoramiento del servicio, entre ellos, se encuentra este, la Actualización del libro de operaciones de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez (levantamiento y digitalización de líneas y redes de distribución del circuito TGU-4010 de la zona Tuxtla).

Con dicho proyecto se pretende tener la información básica necesaria para digitalizar las redes de distribución de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, además podemos obtener datos que son de gran ayuda para los fines de la Comisión Federal de Electricidad como son los el suministro de energía eléctrica que aún no están registrados, equipos que se encuentran en la red de distribución que se encuentran en servicio o fuera y necesitan ser reubicados, así como características de la postería y conductores de la red de distribución.

La Comisión Federal de Electricidad implementa este proyecto debido a la necesidad de atender las demandas de los usuarios con un servicio de mayor calidad y optimizar los tiempos en que deben ser atendidas tales demandas aún en caso de existir fallas por diversas causas, como pueden ser: descargas atmosféricas, líneas que sufren daños ya sea por corto circuito, choques de vehículos ó viento; incluso la solicitud de un nuevo servicio, para satisfacer las necesidades de suministro de energía que los usuarios requieran.

Además con esta implementación se pretende proyectar a corto y largo plazo el crecimiento de las redes de baja y media tensión en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

Este proyecto consta en el levantamiento físico de las líneas y redes de distribución, tomando en cuenta para dicho levantamiento los siguientes aspectos:

- α Tipo de Poste.
- α Tipo de Estructura en Media Tensión.
- α Tipo de Estructura en Baja Tensión.
- α Calibre y Material del Conductor empleado en la Red Primaria.
- α Calibre y Material del Conductor empleado en la Red Secundaria.
- α Tipo y Características de los Equipos Eléctricos en Postería.
- α Tipo y Características de los Equipos de Protección en los Equipos Eléctricos en Postería.

1.2 Justificación del Proyecto

Llevar acabo un análisis de las líneas y redes de distribución de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, a través de la información obtenida del levantamiento físico para así poder planear a corto y largo plazo la infraestructura de la CFE (Comisión Federal de Electricidad).

1.3 Objetivo General

- α Mejorar los servicios que proporciona a los usuarios, mediante la recolección de datos e información obtenidos.

1.3.1 Objetivo Especifico

- α Realizar el levantamiento físico-eléctrico normalizado de las líneas y redes de distribución aérea.
- α Digitalizar la red de distribución del circuito TGU-4010 de la Zona Tuxtla.
- α Georeferenciar el sistema eléctrico del circuito TGU-4010 de la Zona Tuxtla.

1.4 Área donde se realizó la Residencia Profesional

Se llevo acabo en la subestación TGU (Tuxtla Uno) en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez ubicada en 5ª Norte Poniente Fraccionamiento La Hacienda y en las oficinas del departamento de Distribución Área Urbana de la CFE (Comisión Federal de Electricidad) ubicada en 12ª Poniente entre 4ª y 5ª Norte S/N.

1.5 Problemas a Resolver

La finalidad de este proyecto es la recopilación de datos que posteriormente serán utilizados para la digitalización de las líneas y redes de distribución, dicha digitalización disminuirá en gran medida los tiempos de atención a las demandas de los usuarios, se pretende también detectar las causas por las cuales existen perdidas en las redes de distribución, ya que estas pueden ser ocasionadas por diversos factores como pueden ser: calibre de los conductores, estructuras en mal estado, uso incorrecto de los tipos de conductores, equipos deteriorados, instalación de equipo que no cumple con las necesidades de la carga a la cual esta conectada y tramos de línea sobrecargados.

Capítulo II

Conocimientos Básicos para la Obtención de Datos en la Realización Del Levantamiento Físico en la Líneas y Redes de Distribución para el Circuito TGU-4010

2.1 Descripción

Los antecedentes teóricos obtenidos fueron sobre normas aéreas de distribución, manejo de AutoCAD, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) además de la interpretación de planos de la red eléctrica del circuito a analizar.

La información se basa en cursos asignados por la oficina de Operación y Mantenimiento con el Objetivo de obtener conocimientos útiles para la realización del proyecto.

La formulación de las normas esta basada en la experiencia de la instrucción e integra, analiza, modifica y complementa y sustituye las normas siguientes:

- α Normas de Distribución, Construcción de Líneas Aéreas, edición 1988. una vez implementado el documento presente, se llevó a cabo una revisión parcial en 1996.
- α Normas de Distribución, Construcción-Contaminación Líneas Aéreas, edición 1997

Para la elaboración de las presentes normas, se tomo como referencia la mayor parte de las normas antes mencionadas, integrándose ambas en un solo tomo, que considera las instalaciones en áreas normales y de contaminación, cambios en: Aislamiento de conductores, tipo de sistema, normatividad vigente nuevos cálculos de las limitantes mecánicas de las estructuras y de flechas y tensiones, velocidad de viento de 120km/h, nuevas formas de trabajo y el avance en sistemas informáticos. Por lo anterior, se considera una nueva edición que lleva por titulo:

2.2 Normas de Distribución-Construcción-Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión, Edición 2006.

Los materiales y equipos que se incluyen en éstas normas, deben cumplir con las especificaciones y Normas de Referencia CFE vigentes, en caso de no existir éstas, se debe cumplir con la Normativa Nacional o Internacional aplicable.

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.

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.

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.

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.

2.2.1 Trazos y Libramientos

Comprende los elementos básicos para el trazo de instalaciones en media y baja tensión. Tomando en cuenta las condiciones que inciden en su construcción:

- α La seguridad a la población.
- α Protección al medio ambiente.
- α Urbanización.
- α Derechos de vía.
- α Niveles del terreno.
- α Libramientos.
- α Obstáculos naturales o artificiales.

El proyecto debe considerar para su construcción:

- α La menor longitud.
- α Menor número de estructuras.
- α Operación simple y segura.
- α Costo mínimo de mantenimiento.

Debiendo prever y valorar los puntos siguientes:

1. Para salvaguardar la integridad y propiedad de la población.
2. Considerar la protección al medio ambiente.
3. Respetto a los derechos de particulares:

- α En el área urbana.-No construir en terreno de particulares.
- α En área rural.-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.

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. Las líneas aéreas de media tensión deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las debidas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados.

2.2.2 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.

Consideraciones:

1. Los cables aislados, de comunicación, mensajeros, de guarda y conductores neutros a que se refiere son los descritos a continuación:

Conductor aislado: Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), como aislamiento eléctrico.

1) Conductores de cualquier tensión eléctrica que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 Kv o menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo puesto a tierra efectivamente.

2) Conductores de cualquier tensión eléctrica no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continúa sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo puesto a tierra efectivamente.

3) Conductores aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones eléctricas no mayores a 5 Kv entre fases, o a 2,9 Kv de fase a tierra.

Conductor forrado: Conductor rodeado de un material de composición o espesor no reconocidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización), como aislamiento eléctrico.

Conductor desnudo: Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

Conductor múltiple: Es el formado por un conductor desnudo o soporte y uno o varios conductores de aluminio o cobre aislados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo.

Cable semiaislado: Es un cable forrado, sin pantalla metálica que se debe usar en forma similar a un conductor desnudo.

Conductor de puesta a tierra de los equipos: Conductor utilizado para conectar las partes Metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipos, canalizaciones y otras envolventes al electrodo de puesta a tierra.

2. Para depósitos controlados, el área del agua y la altura de los conductores deben basarse en el más alto nivel de agua de diseño. Para otros depósitos de agua, el área a considerar debe ser la que marque el más alto nivel anual del agua, y la altura debe basarse en el nivel de aguas máximo extraordinario. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1600 m de río o canal, que incluya al cruce.

3. En cruces sobre aguas navegables, ferrocarriles y carreteras, se debe considerar la reglamentación específica en la materia.
4. Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.
5. Las tensiones son de fase a fase.
6. El cable semiaislado se debe considerar como un conductor desnudo.

ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES (m)

Condición de conductor	Altura mínima (m)	Superficie
Conductores desnudos y aislados de 13, 23 y 33 Kv. Nota 6.	7,0	Espacios no transitados por vehículos
	5,5	Vías férreas
Conductores desnudos y aislados de 0-1 Kv. Nota 1.	9,0	Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales. Nota 4.
	7,0	Aguas no navegables
Conductor es de comunicación aislados reténidas, mensajeros, neutros y cables eléctricos aislados cables de guarda conductores de 13, 23 y 33 kv. Nota 1.	8,0	EN CRUZAMIENTOS SOBRE AGUAS NAVEGABLES Nota 2.
	5,5	
	8,0	Area hasta 8 ha
	5,3	
	6,5	Area de 8 a 80 ha
	5,6	
	6,5	Area de 80 a 800 ha
	8,1	
	9,5	Area mayor de 800 ha
	9,9	
	11,6	A lo largo de caminos y zonas rurales
	11,7	
13,0	A lo largo de carreteras, calles y callejones en zonas urbanas	
4,5		
6,0		
5,5		
7,0		

Las tensiones son de fase a fase.

Tabla 1.- Altura Minima de Conductores a Superficies

2.2.3 Separación de Conductores a Construcciones

Consideraciones:

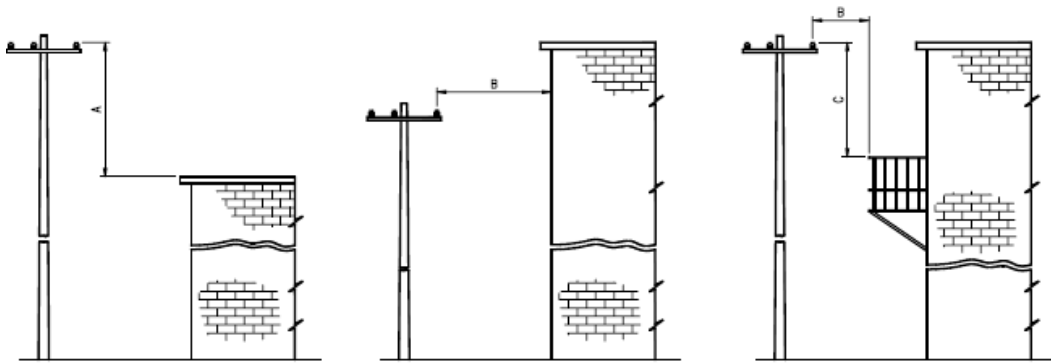
a) La Separación horizontal. Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento a una presión de 19 Kg./m, con flecha final y temperatura de 16° C.

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 ó 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.

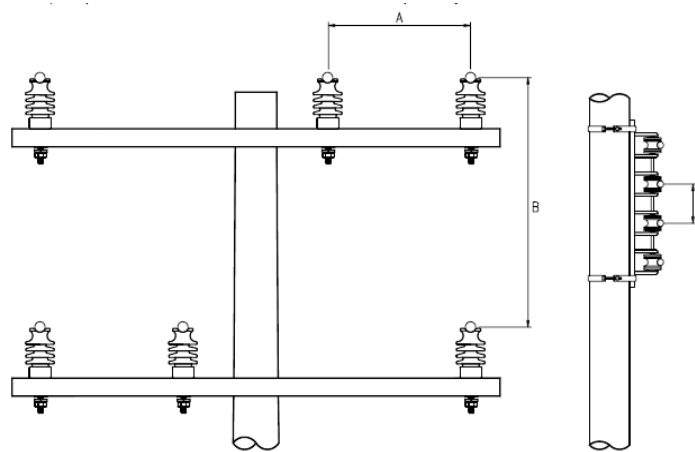
e) En caso de que las separaciones anteriores no se pueden lograr, los conductores eléctricos deben colocarse en estructuras tipo V o bien aislarse para la tensión de operación.



	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)	Espacio accesibles a personas (3) vehicular	Sobre Techos accesibles a trafico	Horizontal	Vertical
Retenidas, hilos de guarda, neutros y cables eléctricos aislados 0 a 750V	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 línea 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 línea abierta a 33 Kv	2,50	2,50	4,0	4,3	5,8	2,5	2,5
Partes vividas rígidas 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

2.2.4 Separación mínima de conductores en una misma estructura

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

* Para líneas con cable de guarda, este debe ir como mínimo a 1 m de las fases.

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, aún 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.

6. Para flechas mayores de 60cm, la separación horizontal entre conductores mínima debe ser la indicada en la tabla siguiente:

TENSION NOMINAL (Kv)	FLECHA (cm) EN CONDUCTOR 1/0 O MAYOR						
	60	80	100	150	200	250	300
	SEPARACIÓN (cm)						
13	36	43	47	55	62	69	74
23	46	50	54	62	69	76	81
33	56	59	63	71	78	84	90

7. Para conductores tensados con flechas distintas, soportados a diferentes niveles en la misma estructura, la separación vertical en cualquier punto del claro no debe rebasar el 75% de la separación indicada entre soportes, suponiendo que el conductor superior tiene su flecha final sin carga a 50 °C y el inferior la tiene a 16 °C. Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en la tabla de factores de sobrecarga mínimas para cada clase de construcción, para la tensión mecánica de los conductores.

8. La separación mínima entre una línea de distribución y otra de alta tensión de distribución o transmisión debe ser de 180cm más un centímetro por cada Kv en exceso de 50Kv, este incremento debe aumentarse en 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

2.2.5 Altura mínima sobre el suelo de partes vivas de equipo instalado en estructuras

ALTURA MÍNIMA (cm)

Naturaleza de la superficie bajo las partes vivas	Equipo efectivamente puesto a tierra	Partes vivas rígidas no protegidas de 0 a 1 Kv y casos de equipos no-puestos a tierra, conectados a circuitos de no más de 1 Kv	Partes vivas rígidas no protegidas de más de 1 Kv hasta 33 Kv y casos de equipos no-puestos a tierra conectados a circuitos de más de 1 kV a 33 kV
Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, terrenos sujetos al paso de vehículos (3)	460	490	550
Espacios no transitados por vehículos	340 (2)	360	430
Caminos en zonas rurales donde es improbable que los vehículos crucen bajo la línea	400	430	490

La altura básica mínima sobre el suelo, de partes vivas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y apartarrayos y tramos cortos de conductores eléctricos

conectados al equipo, se indica en la Tabla anterior en cm. Esta altura puede reducirse a 300 cm para las partes vivas y puntas de cables aislados de hasta 240 V, localizadas a la entrada de edificios. Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, entre otros, debidos a mantenimiento.

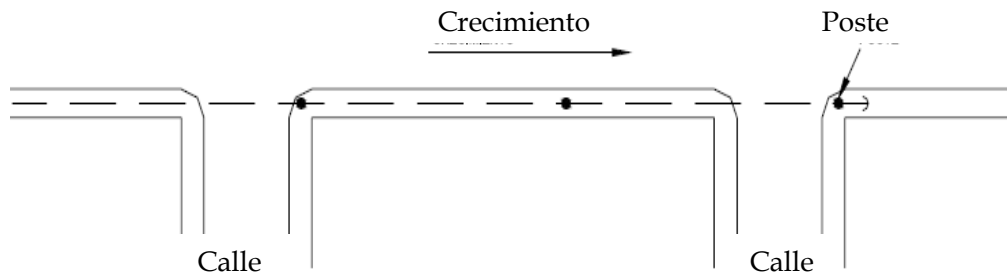
2.2.6 Localización de estructuras en áreas urbanas

La separación del poste a la calle debe ser de 10 cm, la longitud mínima entre el límite de propiedad y el poste, esta en función del tipo de estructura y de lo establecido a **Separación de Conductores a Construcciones**, que se mostró anteriormente.

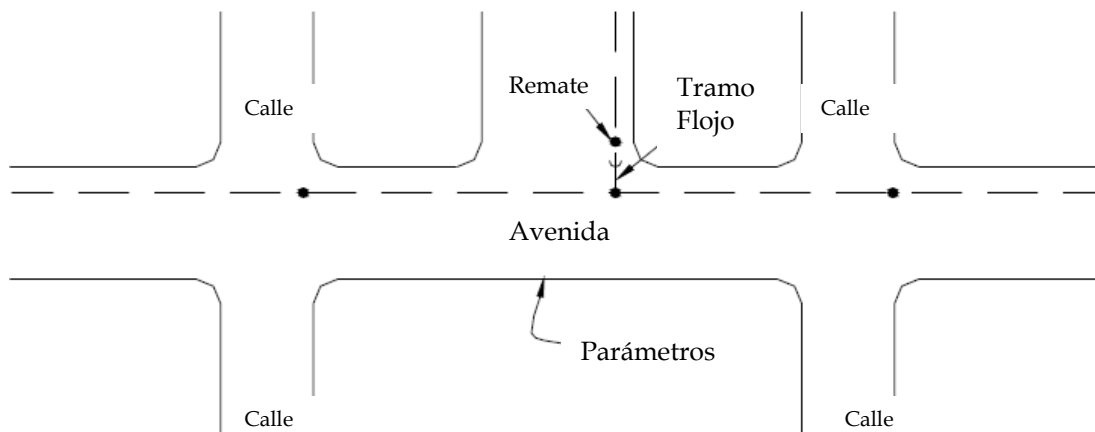
En poblados o periferia de las ciudades sin planificación urbana y donde no existan cordones para determinar la banqueta, deberá consultarse con el municipio el ancho de esta; la localización de la estructura debe cumplir con las separaciones a edificios y construcciones indicadas. Para utilizar estructuras tipo V, el ancho de la banqueta debe ser mayor de 2 m, para utilizar estructuras tipo T, el ancho de banqueta debe ser mayor de 3 m.

Cuando la banqueta sea menor de 2 m, físicamente no se cumple con las separaciones indicadas, por lo que se debe construir la instalación del tipo subterránea.

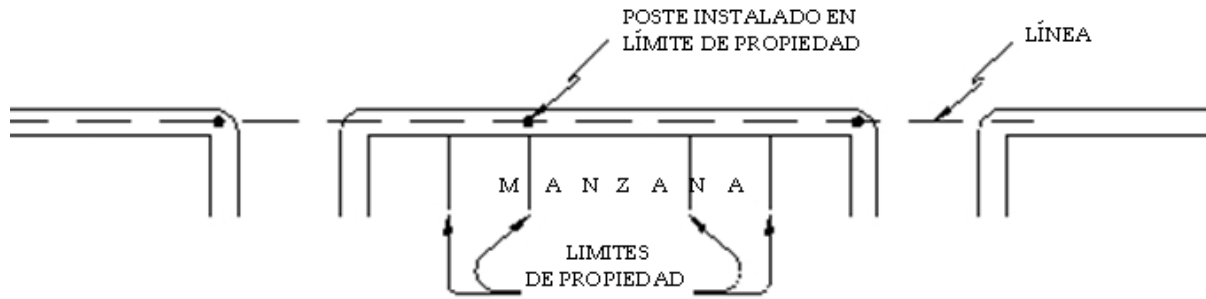
Se debe mantener el mismo lado de la acera para todas las líneas, longitudinal y transversalmente. Para instalar postes en las esquinas, seleccione la acera del lado del crecimiento de la ciudad para evitar anclajes con estacas.



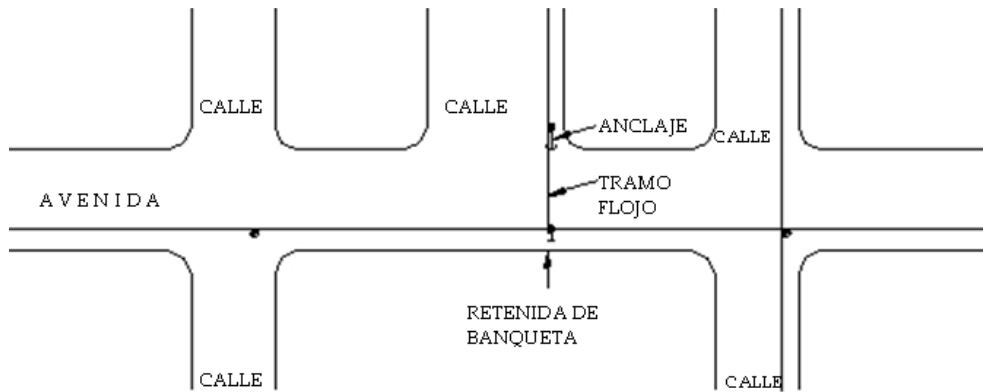
Las líneas que van sobre calles que desemboquen a mitad de la cuadra, se rematan antes de la esquina y con un tramo flojo se continúa hasta la esquina. De esta forma se evita el uso de retenidas de estaca o de banqueta en la acera frontal.



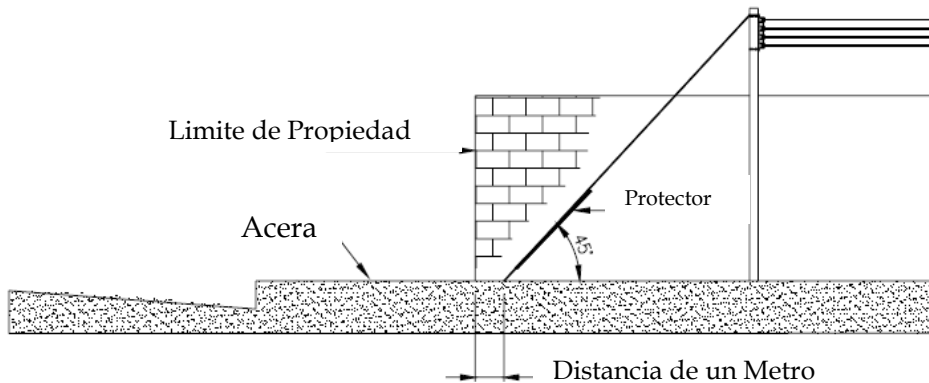
Con objeto de librar los accesos a las construcciones, los postes deben quedar frente a los límites de propiedad de dos lotes, siempre y cuando no haya condiciones que alteren considerablemente los tramosinterpostales.



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. 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, éste tramo debe soportarse por una retenida de banqueta en la acera opuesta.



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.



Al electrificar un sector urbanizado con servicio de agua, drenaje, instalaciones subterráneas de alumbrado público y redes publicas 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.

2.2.7 Empotramientos

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. 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.

En áreas urbanas siempre se debe tener presente que pueden existir instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos, de comunicaciones o fibra óptica.

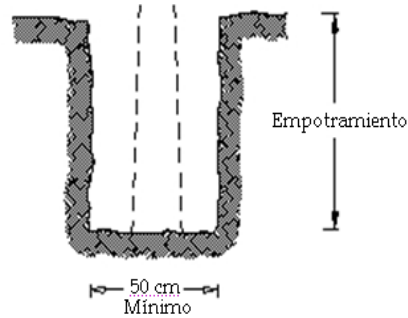
La profundidad de la cepa para empotrar postes esta en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos.

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

Consideraciones:

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 banquetta 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.

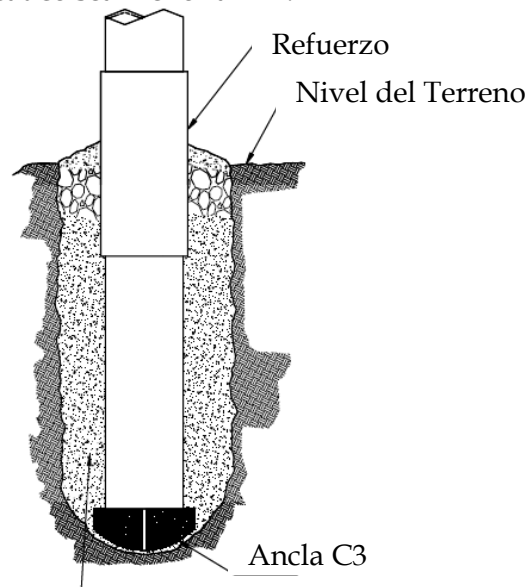
La cepa para hincar el poste debe tener un diámetro mínimo de 50 cm y una profundidad indicada en la tabla anterior en función del tipo de terreno. Verifique que la cepa esté centrada con el eje de la línea.



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 banqueta debe quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste y compactándolo.

2.2.8 Cimentación de postes de acero

El empotramiento de los postes de acero siempre está determinado por la distancia de la base al centro del refuerzo del poste. En caso de empotrarlo en terreno rocoso, se puede cortar en la base para empotrarlo a la profundidad indicada. El centro del refuerzo debe quedar a nivel de piso. En caso de que el terreno sea muy húmedo o salitroso, cubra la parte del poste que queda empotrada con impermeabilizante y envuelva toda esa sección con mantas previamente impregnadas con el mismo impermeabilizante. Cuando el terreno no sea rocoso o no exista una base firme, coloque el poste sobre un ancla de concreto como se muestra en el dibujo. No use este tipo de poste cuando el nivel freático sea menor a 2 m.

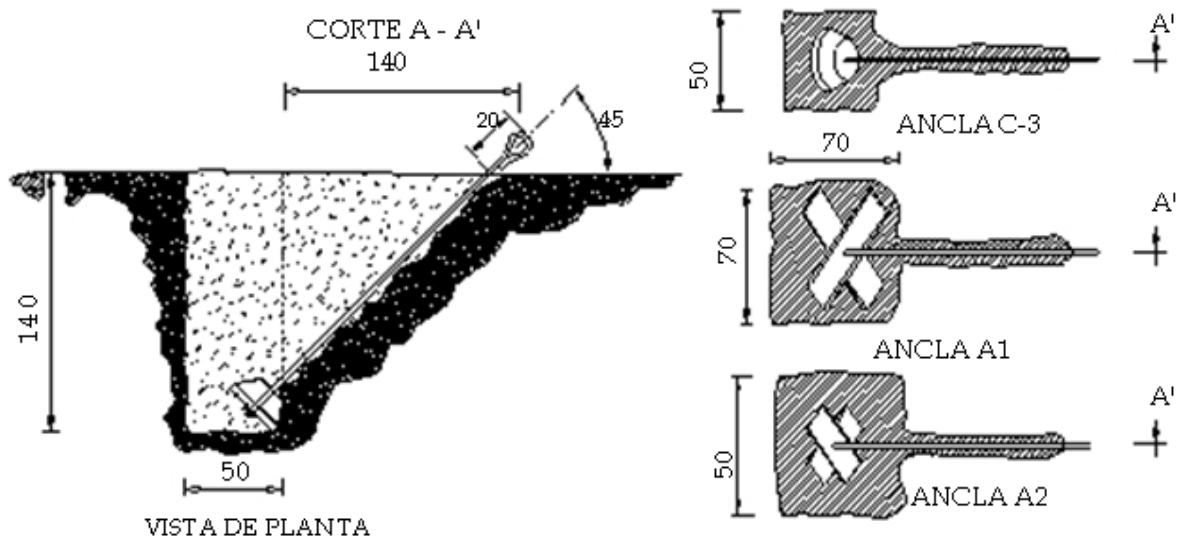


Relleno compactado con Material Extraído

2.2.9 Cepas para anclas

La profundidad de las cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de 45°. 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.

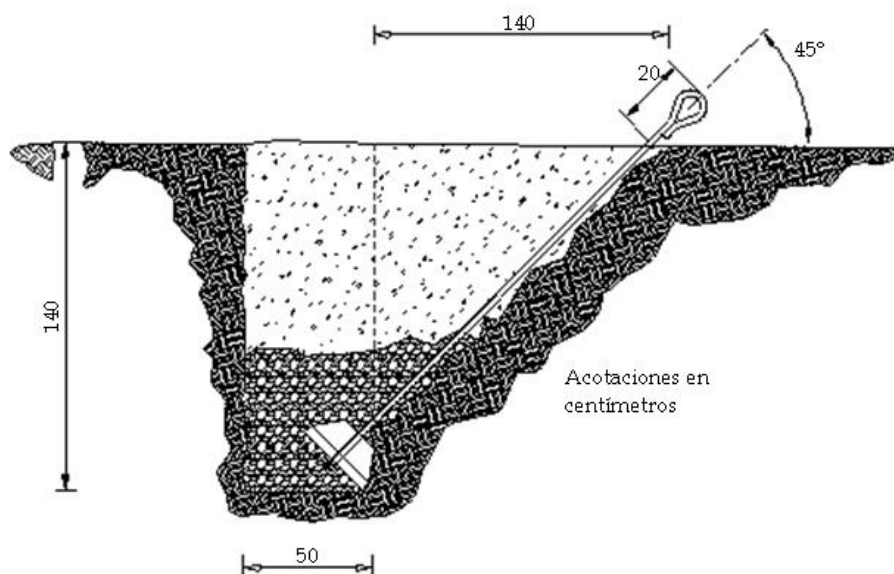
Para la ubicación de la cepa para la instalación de la retenida debe ser de acuerdo con las dimensiones indicadas para cada tipo de ancla como se muestra en la siguiente figura:



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.

El relleno de la cepa debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm.

En terreno blando, el relleno de la cepa del ancla se compacta con piedras de 10 cm de diámetro hasta formar una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa, como se muestra en la figura siguiente:



2.2.10 Líneas de Media Tensión

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

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. 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. Un 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.

Se consideran conductores ligeros hasta:

- α Cobre 2 AWG
- α ACSR 1/0 AWG
- α AAC 3/0 AWG

En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semiaislados. La selección de crucetas de madera a utilizar con conductores ligeros será del tipo ligera y para conductores pesados será la correspondiente del tipo pesada. 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.

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. Los postes deben quedar verticales después de que el conductor haya sido tensado. El cable de guarda y el neutro corrido se instalan del lado del tránsito vehicular.

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

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

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. 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.

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.

Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.

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.

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. En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad.

En una estructura en donde se construyan dos niveles del mismo circuito por cambios de dirección ó deflexiones de la línea, el lado fuente debe estar en la parte superior de la misma.

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.

Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas. En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas. El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas de baja tensión.

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. 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.

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.

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.

En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso. La conexión de los transformadores monofásicos a la línea, se debe hacer proporcionalmente en las tres fases para que el circuito quede balanceado.

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%.

El conductor mínimo a utilizar en líneas de media tensión, es el cable de cobre 1/0, ACSR 1/0 y AAC 1/0.

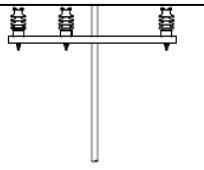
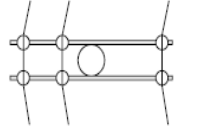
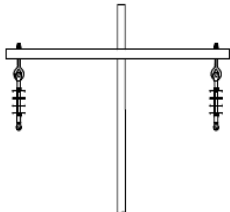
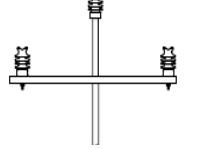
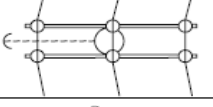

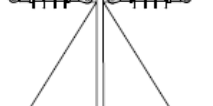
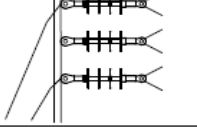
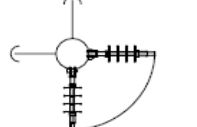
Los conductores de cobre no requieren guarda-líneas en los apoyos. La selección de conductores para líneas de media tensión de distribución, se debe basar en un estudio técnico - económico con las variables que el caso presente.

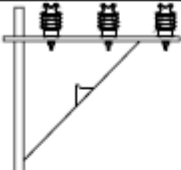
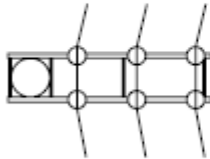
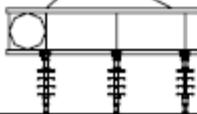
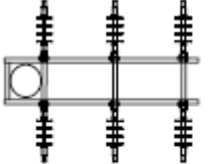
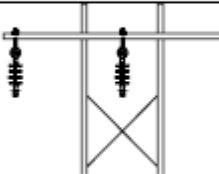
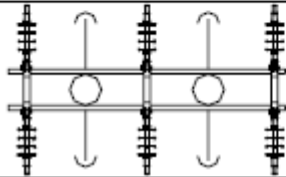
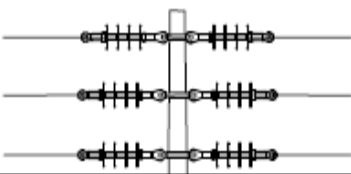
Los circuitos de distribución deben diseñarse para operar con enlaces. En condiciones de operación normal, el conductor de líneas de media tensión en disposición radial, no debe exceder el 50% de su capacidad de conducción.

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. La regulación de voltaje permitida en líneas de media tensión partiendo desde la Subestación, debe ser del 5% máxima.

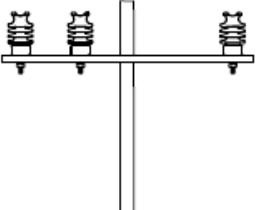
2.2.11 Codificación de estructuras de media tensión

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

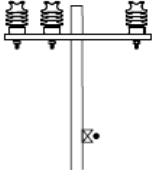
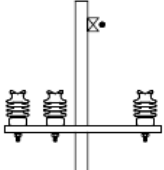
Descripción de Conductores	Nombre	Descripción
	TS	Te, Sencilla
	TD	Te, Doble
	CT	Cadena en T
	PS	Puntaposte Sencilla
	PD	Puntaposte Doble
	RD	Remate, Doble Cruceta
	AD	Anclaje Doble
	DP	Deflexión, de Paso
	DA	Deflexión, de Anclaje

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
	AP	Anclaje Poste

El tercer dígito indica el número de fases, ejemplo:

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

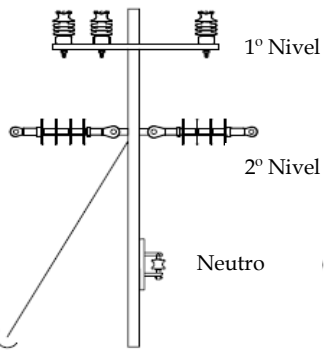
El cuarto dígito indica la posición del neutro o guarda, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro corrido
	TS3G	Te, Sencilla, 3 fases, Guarda

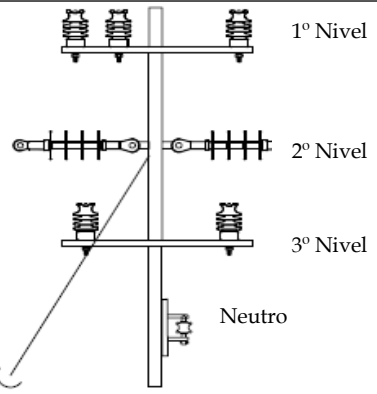
Cuando la estructura tenga varios niveles, se codificará el primer nivel conforme lo indicado (excepto en las estructuras tipo D o AP, ya que se considera un nivel por circuito).

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.

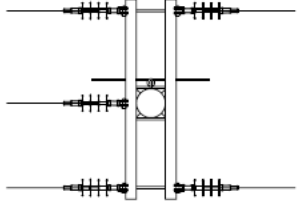
Ejemplo:

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.

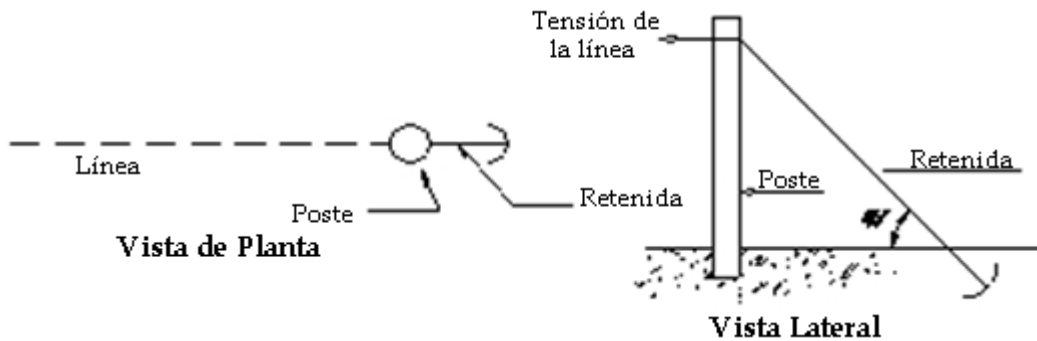
DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N/RD 3/TS2	Te, Sencilla, 3 fases, Neutro Corrido, Remate Doble Cruceta, Te, Sencilla, 2 Fases

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

	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	ADN3N-AD2	Anclaje, Doble, 3 Fases, Neutro Corrido, Anclaje, Doble. 2 Fases

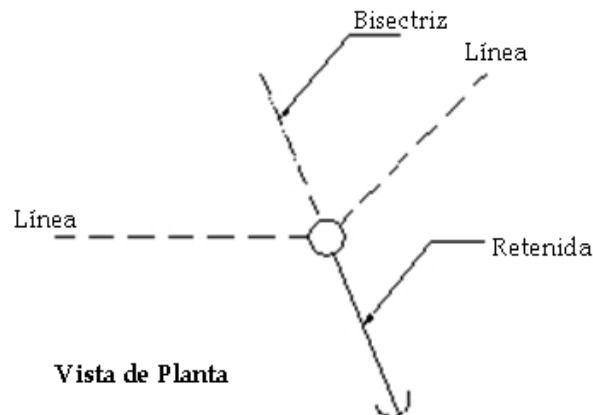
2.2.12 Retenida

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. 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.



Para estructuras RD, AD y DA, las retenidas se colocan en la dirección de la línea, para contrarrestar la tensión horizontal de los cables.

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.



Las anclas para retenidas no deben estar colocadas en:

- α Paso obligado de peatones, vehículos y animales.
- α Cauce de agua que pueda aflojar el terreno o deslavarlo.
- α Propiedades particulares.

En todos los casos se deben instalar señalizaciones o protección mecánica a las retenidas. Instale el protector para retenida.

Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al perno ancla. En todas las retenidas para sujetar instalaciones de media tensión (independientemente del tipo de poste) se debe instalar aislador tipo R de retenida.

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. Las retenidas en poste de concreto deben estar apoyadas en la parte superior de algún herraje. Las puntas del cable de retenida al nivel de piso no deben tener hilos sueltos o salientes que pudieran dañar a las personas.

El perno ancla deberá estar en dirección del punto de sujeción de la retenida en el poste.

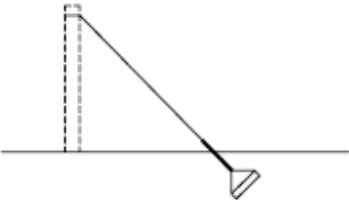
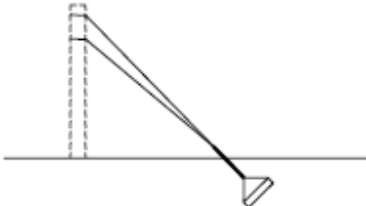
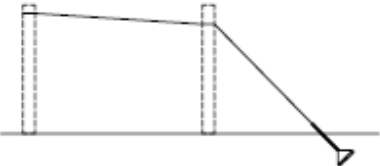
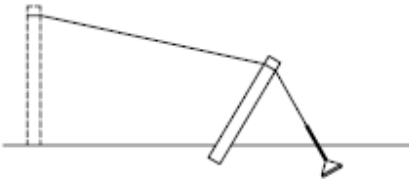
En el caso de retenidas en estructura para compensar efectos de viento transversal a la línea se instalarán retenidas de tempestad. Las retenidas se instalarán antes de rematar los conductores dejando el poste ligeramente inclinado al lado opuesto de la línea para que con la tensión de los conductores quede vertical.

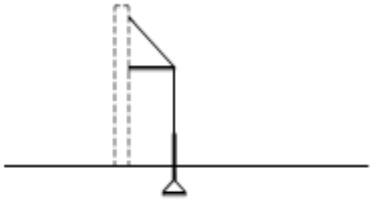
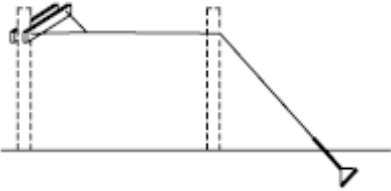
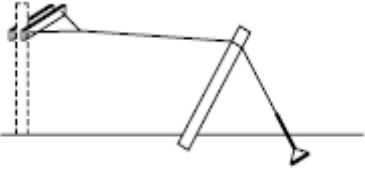

Todas las retenidas de estaca necesariamente llevan ancla, salvo que la tensión máxima de los conductores no exceda de 300 Kg.

La selección de las retenidas está basada en el tipo de estructura, el tipo de conductor, la velocidad regional del viento, el tipo de ambiente contaminación o normal, así como con la probabilidad de acumulación de hielo en los cables.

2.2.12.1 Codificación de retenidas

La codificación de las retenidas está compuesta por tres dígitos alfabéticos. El primero será la letra R de retenida y los dos siguientes dígitos son indicativos del nombre del tipo de retenida, anotándose en estos la primera letra de las palabras que la describen, tal como se indica en los croquis siguientes:

DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RSA	Retenida Sencilla de Ancla
	RDA	Retenida Doble de Ancla
	RPA	Retenida a Poste y Ancla
	REA	Retenida a Estaca y Ancla

DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RBA	Retenida de Banqueta y Ancla
	RVP	Retenida Volada a Poste y Ancla
	RVE	Retenida volada a estaca y ancla
	RPP	Retenida Poste a Poste

2.2.13 Conductores

Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos. Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga. (Analizando regulación y pérdidas de energía por conducción). Empleando como mínimo 1/0 ACSR, 3/0 AAC y N° 2 Cu. Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo. Los conductores se normalizan en base a los siguientes criterios:

- I. Calibres
- II. Material

Líneas de media tensión aérea con conductor desnudo:

- a) AAC: en áreas urbanas y de contaminación.
- b) ACSR: Líneas y áreas rurales en todos los calibres normalizados
- c) COBRE: En áreas donde se justifique técnica y económicamente.

Líneas de baja tensión aéreas:

- a) Cable múltiple forrado: Es el formado por un conductor desnudo o de soporte y uno o varios conductores de aluminio o de cobre forrados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo.

En derivaciones y empalmes de conductores de ACSR o AAC se utilizarán invariablemente conectadores de compresión. Para conductores AAC y ACSR se utilizarán varillas preformadas en los apoyos de aisladores. Para conectar ramales en media tensión se utilizara conector derivador tipo L, T. Cuando se instalen conectadores derivador mecánicos para línea viva (pericos) se deben instalar en un estribo de cobre. Para rematar líneas de baja tensión de ACSR o AAC se utilizarán remates preformados. El conductor de cobre se podrá empalmar, conectar y rematar entorchando, también se podrán utilizar conectadores a compresión. En remates de líneas de media tensión se usara grapa de remate, las líneas de baja tensión se rematarán mediante remates preformados.

Cable ACSR: Cable de aluminio con refuerzo central de acero.

Cable AAC: Conductor fabricado en aluminio, de nominación usada generalmente para conductores desnudos.

Cable de Cobre: Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro y suave.

Calibre (AWG o KCM)	Material	Hilos	Área (mm ²)	Díametro (mm)	Peso (Kg/1000 m)	Kg/1000 m 3 Conductores + 5%	Carga de ruptura (Kg)	Capacidad (Amperes)	Equivalente en conductividad
2	Cu	7	33,62	8,14	305	931	1312	230	-
1/0	Cu	7	53,48	9,36	485	1479	2155	310	-
3/0	Cu	7	85,01	11,8	771	2352	3341	420	-
250	Cu	19	126,7	15,24	1149	3505	5048	540	-
3/0	AAC	7	85,01	12,75	234,4	715	1377	330	Cu 1/0
266,8	AAC	19	135,2	16,31	372,8	1137	2784	440	Cu 3/0
336,4	AAC	19	170,5	18,29	470,1	1434	2730	510	Cu 4/0
477	AAC	19	241,7	21,77	666,4	2033	3773	640	300
1/0	ACSR	6/1	62,4	10,11	216	659	1940	240	Cu 2
3/0	ACSR	6/1	99,23	12,75	343	1046	3030	315	Cu 1/0
266,8	ACSR	26/7	157,22	16,28	545	1662	5100	455	Cu 3/0
336,4	ACSR	26/7	198,3	18,31	689	2101	6375	530	Cu 4/0
477	ACSR	26/7	281,1	21,8	977	2980	8820	660	300

2.2.14 Equipo Eléctrico

Todo el equipo eléctrico, excepto las cuchillas, deben tener protección contra sobrevoltaje (apartarrayos) en cada una de las fases de conexión al equipo, tanto el lado fuente como en el lado carga. Los transformadores y capacitores deben tener protección contra sobrecorriente mediante eslabones fusible.

El tanque de los transformadores, restauradores, seccionalizadores y reguladores, el bastidor de los capacitores, los soportes y palancas de mando de las cuchillas de operación en grupo, deben estar aterrizados en la base de la estructura. El valor de resistencia de tierra será de un máximo de 25Ω en tiempo de secas. La bajante para tierra se conectara al conductor neutro del sistema.

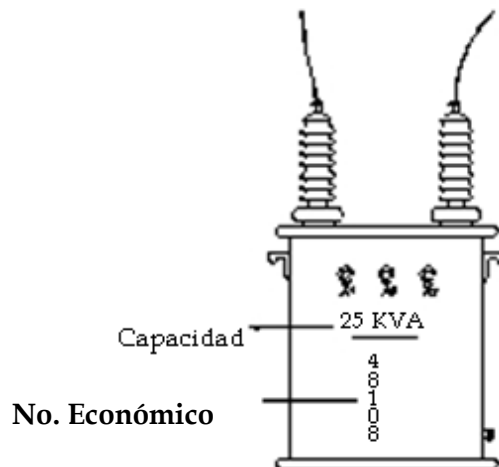
Al transportar el equipo se requiere de una estiba y sujeción correcta al vehículo, preferentemente en su empaque original.

Todas las conexiones del equipo eléctrico se deben hacer con conductor de cobre semiduro desnudo, de 5,19mm., de diámetro (No. 4 AWG), excepto en las salidas de baja tensión de los transformadores. Los cortacircuitos fusible de protección para la línea de media tensión o equipo deben quedar orientados en dirección al liniero que los operara con pértiga.

2.2.14.1 Numeración de Equipo

En el sistema de distribución todo el equipo eléctrico y su dirección eléctrica deben estar codificados y numerados. La codificación será alfanumérica. La codificación y numeración del equipo es diferente a la que se asigne al lugar de instalación, sea número de área o banco de distribución, banco de capacitores, reguladores, No. de ramal.

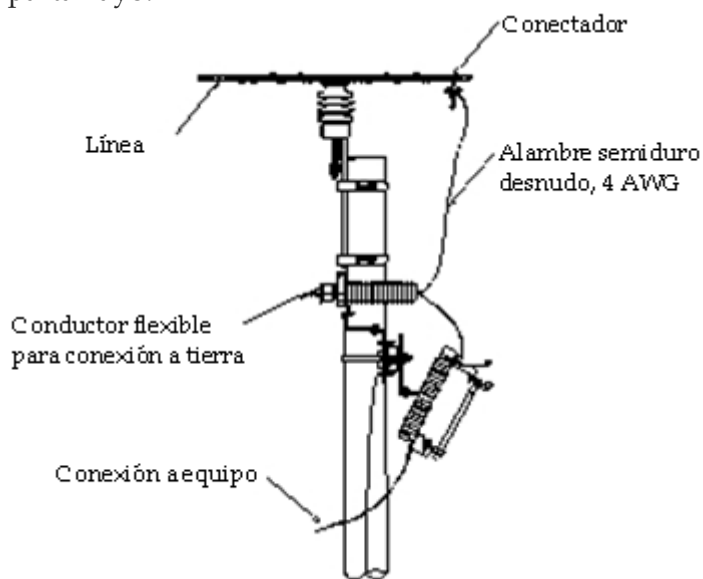
Transformadores: a cada transformador se le debe asignar un número económico además de la capacidad en Kva., se debe pintar y pintarlo como se muestra en la siguiente imagen.



2.2.14.2 Conexión de Apartarrayos

Los apartarrayos se deben instalar en posición horizontal, el conductor flexible de la terminal para conexión a tierra del apartarrayo se debe conectar a una de las tuercas de sujeción del herraje de soporte, éste mismo punto se debe usar para interconectar los apartarrayos con alambre de cobre No.4 AWG.

Todas las conexiones mecánicas deben estar firmemente apretadas para asegurar la rigidez de la instalación. La bajante a tierra conectarla en el extremo superior a la abrazadera U entre la cruceta y la arandela de presión, y el extremo inferior conectarlo en derivación al sistema de tierra principal (de una sola pieza entre el neutro del equipo, cable de guarda o equipo, al electrodo para tierra). La conexión de la línea al equipo o cortacircuito fusible hacerla normalmente con alambre de cobre desnudo N°4 AWG. Este puente debe quedar de paso y con conexión firme en el apartarrayo.



2.2.14.2.1 Selección de Apartarrayos

Los apartarrayos utilizados en instalaciones aéreas de distribución son de óxidos metálicos. La selección del apartarrayo esta en función de la tensión de la línea y del apartarrayo de acuerdo al tipo de sistema.

Tensión entre fases (Kv)	Tensión nominal (Kv)	
	Tipos de sistema	
	3F-4H (A)	3F-3H Sistema existente
13	10	12
23	18	21
33	27	30

2.2.14.3 Transformadores

Todos los bancos de transformación tendrán la protección contra una sobretensión en el lado de media tensión utilizando apartarrayos. Preferentemente utilice Transformadores Autoprotectidos. La capacidad del eslabón fusible para protección del banco. El criterio general para su determinación es que el eslabón fusible debe ser de la capacidad más próxima a la

corriente nominal en el lado de media tensión del banco de transformación. Todas las conexiones eléctricas en el banco de transformación se harán con conductores de cobre. Todos los bancos de transformadores para distribución se deben instalar preferentemente en su centro de carga. La resistencia del poste para la estructura del banco debe ser apropiada al peso del banco.

En caso de instalarse más de un transformador se debe sumar el peso de los transformadores y comparar con la carga límite del poste indicada en la tabla siguiente.

Tipo de poste		PCR-12-750 (1)	A-13
Limite de carga (Kg.)		1 500	1 700
Capacidad del transformador (Kva.)	1F.	Hasta 165	Hasta 167
	3F.	Hasta 150	

Tabla selectiva de eslabón fusible para protección contra sobrecorriente en transformadores de distribución monofásicos.

Nota: La siguiente tabla no es aplicable para transformadores particulares (industriales o de bombeo) cuyo tipo y ciclo de carga es diferente a la red de distribución.

TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS												
KVA	TENSION DEL PRIMARIO											
	Una boquilla						Dos boquillas					
	13200/7620		22860/13200		33000/19050		13200		23000		33000	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
5	0,66	0,50	0,38	0,50	0,26	0,50	0,38	0,50	0,22	0,50	0,15	0,50
10	1,31	1,5	0,76	0,75	0,52	0,50	0,76	0,75	0,43	0,50	0,30	0,50
15	1,97	2	1,14	1	0,79	0,75	1,14	1	0,65	0,75	0,45	0,50
25	3,28	3	1,89	2	1,31	1,5	1,89	2	1,09	1	0,76	0,75
37,5	4,92	5	2,84	3	1,97	2	2,84	3	1,63	1,5	1,14	1
50	6,56	6	3,79	4	2,62	3	3,79	4	2,17	2	1,52	1,5
75	9,84	10	5,68	6	3,94	4	5,68	6	3,26	3	2,27	2
100	13,12	12	7,57	8	5,24	5	7,57	8	4,34	5	3,03	3
167	21,91	20	12,6	12	8,76	8	12,65	12	7,26	7	5,06	5

I.- Corriente nominal en media tensión.

F.- Capacidad nominal del eslabón fusible.

2.2.14.4 Capacitores

Todos los bancos de capacitores son trifásicos y están compuestos por unidades monofásicas de la misma capacidad. Los bancos de capacitores deben cumplir con las características técnicas y componentes indicadas en la especificación CFE V8000-06. La conexión a tierra del bastidor del banco de capacitores y de la línea a la boquilla del capacitor será con cable de cobre No. 4 AWG semiduro desnudo. El valor de resistencia de tierra será como máximo de 10Ω , en tiempo de secas. Se instalarán como mínimo dos varillas de tierra separadas 6 m entre sí, quedando el conductor de tierra de paso en una de ellas. Debe verificarse la correcta conexión entre la varilla y la bajante de tierra. En cada banco de capacitores se debe fijar una placa con la señal de seguridad que debe ser visible a la operación de los cortacircuitos fusible. Los bancos de capacitores deberán conectarse en estrella flotante. Por tal razón, el neutro de un banco trifásico de capacitores no deberá conectarse a tierra ni al neutro del sistema. Con esta conexión se limita el flujo de la corriente de falla a un valor aproximado de tres veces la corriente nominal del banco sin importar la corriente de falla del sistema eléctrico que lo alimenta, debido a que esta limitada por la impedancia de las otras dos fases de la estrella. Esta condición permite proteger el banco de capacitores mediante fusibles tipo expulsión (a un costo mucho menor que si se utilizaran fusibles de potencia). Para definir el punto de instalación de los bancos de capacitores deberá hacerse un estudio en base a los métodos establecidos. Para la instalación de bancos de capacitores con control (programación por tiempos y señales de: corriente, tensión y factor de potencia o KVAR en forma seleccionable), se requiere que el supervisor atienda las especificaciones, diagramas y recomendaciones del fabricante y supervise directamente su instalación, alambrado y conexiones. Antes de trabajar en un banco de capacitores que haya estado energizado, es necesario esperar cinco minutos después de desconectarlo de la línea para que se descargue a través de su resistencia interna. Posteriormente, con un conductor aislado, coloque en corto circuito las boquillas de cada unidad monofásica. Para esta maniobra utilice guantes dieléctricos. Deje las boquillas conectadas en corto circuito hasta finalizar el trabajo.

Tabla para la selección del eslabón fusible para protección contra sobrecorriente en bancos de capacitores. Use eslabón fusible tipo universal velocidad K.

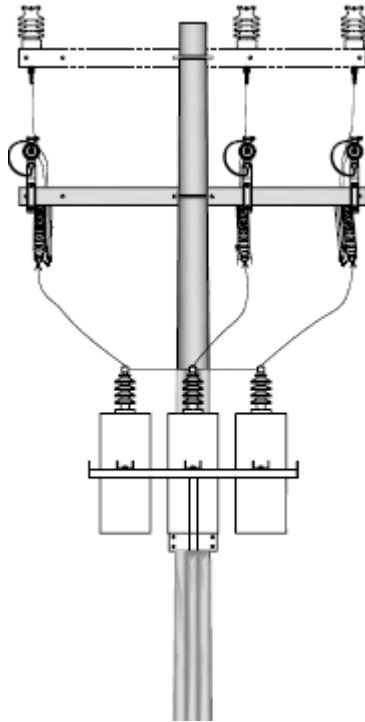
SELECCIÓN DE FUSIBLE PARA BANCOS DE CAPACITORES						
	7 960 V		13 800 V		19 900 V	
KVAR	In	F	In	F	In	F
300	12,56	12	7,24	6	5,02	C
600	25,12	25	14,49	12	10,04	10
900	37,69	40	21,74	20	15,06	12

In = Corriente Nominal.

F = Capacidad nominal del eslabón fusible.

El capacitor está diseñado para soportar un sobrevoltaje de 10% sin pérdida de vida útil; esta sobretensión provocara una sobrecarga del 21%. Para abrir los cortacircuitos fusible de un banco de capacitores invariablemente utilice el rompecargas (loadbuster). Si existe desconectador, se debe abrir primero, y posteriormente con el rompecargas abrir los cortacircuitos. Utilice guantes dieléctricos. Antes de trabajar en un banco de capacitores que haya estado energizado, es necesario esperar cinco minutos después de desconectarlo de la línea para que se descargue a través de su resistencia interna.

Posteriormente, con un conductor aislado, coloque en corto circuito las boquillas de cada unidad monofásica. Para esta maniobra utilice guantes dieléctricos. Deje las boquillas conectadas en corto circuito hasta finalizar el trabajo. Para cerrar el banco, cierre los CCF y después el desconectador.

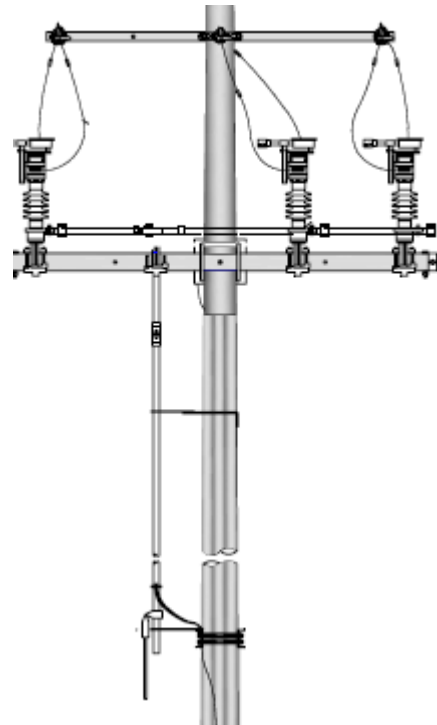


Representación Gráfica de un Banco de Capacitores

2.2.14.5 Cuchillas Seccionadoras

Las cuchillas de operación en grupo se deben instalar en líneas troncales, en puntos de enlace entre dos circuitos, donde exista equipo de protección o seccionamiento de restauradores, transiciones de circuito aéreas a subterráneas. El mecanismo de operación de las cuchillas de operación en grupo debe estar conectado a tierra. El valor de resistencia de tierra debe ser de 10 ohms como máximo en tiempo de secas. Se deben de comprobar los ajustes de las cuchillas antes de que se pongan en operación. Los cortacircuitos que se operen con pértiga no necesitan estar conectados a tierra. Las cuchillas de operación en grupo, preferentemente se deben instalar en lugares de fácil acceso. Todas las cuchillas de operación en grupo deben ser del tipo para abrir con carga. Las cuchillas se deben instalar con el contacto fijo en el lado fuente. El mecanismo de mando de las cuchillas de operación en grupo debe estar asegurado con un candado con llave predeterminado por el responsable del área.

10. Para operar cuchillas de operación en grupo, utilice guantes dieléctricos de la clase adecuada a la tensión de operación.



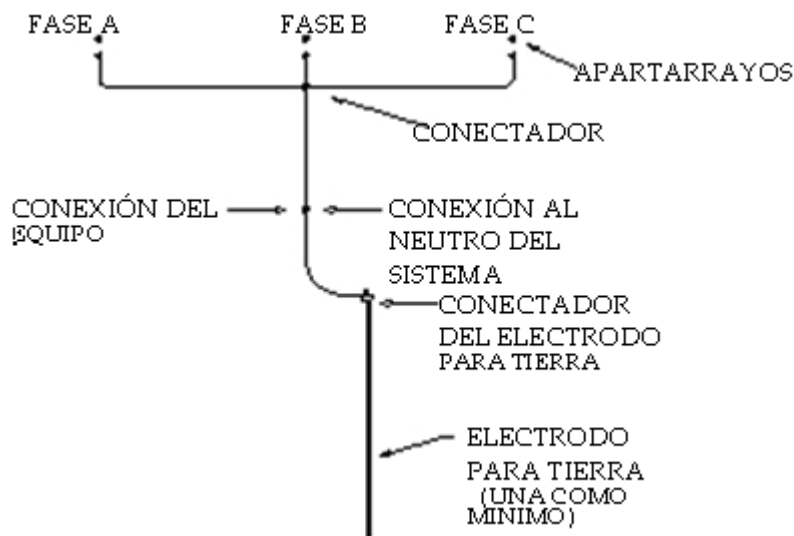
Para abrir el ramal de un restaurador fusible, primero abra los cortacircuitos con la pértiga universal de derecha a izquierda de cada uno de los conjuntos que no estén conduciendo corriente. Para restablecer el servicio de un restaurador fusible una vez corregida la anomalía que provoco la falla permanente, primero abra el mecanismo de conexión (by pass) y reponga los eslabones fusibles de cada grupo de izquierda a derecha.

2.2.14.6 Sistemas de Tierra

La seguridad del personal y equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas. Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 5.19 mm de diámetro (calibre No. 4 AWG) mínimo. Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC. La bajante para tierra en nuevas instalaciones se debe de instalar en el interior del poste, para el caso de instalaciones existentes se podrá instalar por el exterior utilizando protector TS. La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25Ω

en tiempo de secas, cuando el terreno este húmedo debe tener un máximo de 10Ω . Todos los neutros contiguos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión. La bajante para tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos para tierra y equipos de la estructura.

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE UNA BAJANTE DE TIERRA PARA EQUIPO



2.2.14.7 Líneas de 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, con el cable mensajero de ACSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre.

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

La longitud mínima del poste para instalaciones de baja tensión será de 9 m. 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. 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.

2.3 AutoCAD

Autodesk AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora (CAD "*Computer Aided Design*"; en inglés, Diseño Asistido por computadora) para dibujo en 2D y 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. Al igual que otros programas de Diseño Asistido por Ordenador (DAC), AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos) con la que se puede operar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el llamado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado. Las versiones modernas del programa permiten la introducción de éstas mediante una interfaz gráfica de usuario o en inglés GUI, que automatiza el proceso. Parte del programa AutoCAD está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas. AutoCAD, a partir de la versión 11, utiliza el concepto de *espacio modelo* y *espacio papel* para separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las específicas para obtener planos trazados en papel a su correspondiente escala. La extensión del archivo de AutoCAD es **.dwg**, aunque permite exportar en otros formatos (el más conocido es el **.dxf**). Maneja también los formatos IGES y STEP para manejar compatibilidad con otros softwares de dibujo. El formato.dxf permite compartir dibujos con otras plataformas de dibujo CAD, reservándose AutoCAD el formato.dwg para sí mismo.

El formato.dxf puede editarse con un procesador de texto básico, por lo que se puede decir que es abierto. En cambio, el.dwg sólo podía ser editado con AutoCAD, si bien desde hace poco tiempo se ha liberado este formato (DWG), con lo que muchos programas CAD distintos del AutoCAD lo incorporan, y permiten abrir y guardar en esta extensión, con lo cual lo del DXF ha quedado relegado a necesidades específicas. 33

2.4 GPS

El **GPS (Global Positioning System) Sistema de Posicionamiento Global** o **NAVSTAR-GPS** es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

El Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

Sistema de satélites: Está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.

Estaciones terrestres: Envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.

Terminales receptores: Indican la posición en la que están; conocidas también como unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas.

2.4.1 Aplicaciones

Navegador GPS de pantalla táctil de un vehículo con información sobre la ruta, así como las distancias y tiempos de llegada al punto de destino.

Navegación terrestre (y peatonal), marítima y aérea. Bastantes automóviles lo incorporan en la actualidad, siendo de especial utilidad para encontrar direcciones o indicar la situación a la grúa.

Teléfonos móviles.

Topografía y geodesia.

Localización agrícola (*agricultura de precisión*), ganadera y de fauna.

Salvamento y rescate.

Deporte, acampada. Para localización de enfermos, discapacitados y menores.

Aplicaciones científicas en trabajos de campo.

Existe quien dibuja usando tracks o juega utilizando el movimiento como cursor (común en los GPS Garmin).

Capitulo III

Resultados

3.1 Alcances Obtenidos en la Actualización del Libro de Operaciones de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez

Circuito	No. De Poste	Material	Altura	Resistencia	Estructura MT	Estructura BT	Estructura Secundaria MT	Bajante	Observaciones	Cable de Teléfono	Cable	Alumbrado
4010	1	CR	13	600	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	2	CR	13	600	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	3	CR	13	600	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	4	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	5	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	6	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	7	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	8	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	9	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	10	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	11	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	12	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	13	CR	13	600	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	14	CR	13	600	TS	1	TS	Si	Ninguna	NO	NO	SI
4010	15	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	16	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	17	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	18	CR	11	500	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	19	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	20	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	21	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO

4010	22	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	23	CR	9	400	S-E	0	S-E	Si	Ninguna	NO	NO	NO
4010	24	CR	11	500	VD	1	VS	Si	Ninguna	NO	NO	NO
4010	25	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	26	CR	11	500	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	27	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	28	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	29	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	30	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	31	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	32	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	33	CR	11	500	VD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	34	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	35	CR	11	500	TS	0	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	36	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	37	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	38	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	39	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	40	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	41	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	42	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	43	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	44	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	45	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	46	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	47	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	48	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	49	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	50	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI

4010	51	CR	11	500	TS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	52	CR	11	500	TD	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	53	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	54	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	55	CR	11	500	TD	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	56	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	57	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	58	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	59	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	60	CR	11	500	TD	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	SI
4010	61	CR	11	700	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	62	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	63	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	64	CR	11	500	TS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	65	CR	11	500	PS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	66	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	67	CR	11	500	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	68	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	69	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	70	CR	11	700	PS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	71	CR	11	700	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	72	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	73	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	74	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	75	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	76	CR	11	700	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	77	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	78	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	79	CR	11	700	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	80	CR	11	700	TD	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	81	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	82	CR	9	450	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	83	CR	11	700	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	84	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	85	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	86	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	87	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	88	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	89	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	90	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	91	CR	9	400	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	92	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	93	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	94	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	95	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	96	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	97	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	98	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	99	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	100	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	101	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	102	CR	11	700	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	103	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	104	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	105	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	106	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	107	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	108	CR	11	500	TS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	109	CR	11	500	TS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	110	CR	11	500	VS	1	VD	Si	Ninguna	NO	SI	SI
4010	111	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	112	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	113	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	114	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	115	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	116	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	117	CR	11	500	VD	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	118	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	119	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	120	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	121	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	122	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	123	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	124	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	125	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	126	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	SI
4010	127	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	128	CR	11	500	TS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	129	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	130	CR	11	500	TD	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	131	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	132	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	133	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	134	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	135	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	136	CR	11	500	VS	1	TD	Si	Ninguna	NO	SI	SI
4010	137	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	138	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	139	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	140	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	141	CR	11	500	TS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	142	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	143	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	144	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	145	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	146	CR	11	500	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	147	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	148	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	149	CR	11	500	VD	1	VS	Si	Ninguna	NO	SI	SI
4010	150	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	151	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	152	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	153	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	154	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	155	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	156	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	157	CR	11	500	TS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	158	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	159	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	160	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	161	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	162	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	163	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	164	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	165	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	166	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	167	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	168	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	169	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	170	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	171	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	172	CR	11	500	VD	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	SI
4010	173	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	174	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	175	CR	11	500	VD	1	VS	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	176	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	177	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	178	CR	11	700	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	179	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	180	CR	11	500	VS	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	181	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	182	CR	11	500	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	183	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	184	CR	11	500	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	185	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	186	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	187	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	188	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	189	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	190	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	191	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	192	CR	11	500	TD	1	TS	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	193	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	194	CR	11	500	VS	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	195	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	196	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	197	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	198	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	199	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	200	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	201	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	202	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	203	CR	11	500	VS	1	VD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	204	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	205	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	206	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	207	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	208	CR	9	400	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	209	CR	11	500	VS	1	TS	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	210	CR	11	500	VS	0	S-E	Si	Ninguna	NO	SI	NO
4010	211	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	212	CR	13	600	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	213	CR	13	600	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	214	CR	13	600	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	215	CR	13	600	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	216	CR	13	600	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	217	CR	13	600	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	218	CR	13	600	TD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	219	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	220	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	221	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	222	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	223	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	224	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO

4010	225	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	226	CR	11	500	VS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	227	CR	11	500	TD	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	228	CR	11	500	TS	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	229	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	230	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	231	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	232	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	233	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	234	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	235	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	236	CR	11	500	VS	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	237	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	238	CR	11	500	VD	1	VS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	239	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	240	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	241	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	242	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	243	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	244	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	245	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	246	MC	9	850	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	247	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	248	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	249	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	250	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	251	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	252	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	253	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO

4010	254	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	255	CR	11	500	VS	1	TD	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	256	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	257	CR	11	500	VS	1	TS	NO	Ninguna	NO	SI	NO
4010	258	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	259	CR	11	500	VD	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	260	CR	11	500	VD	1	TS	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	261	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	262	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	263	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	264	CR	9	400	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO
4010	265	CR	9	450	S-E	0	S-E	NO	Ninguna	NO	NO	NO

Conclusión

El proyecto se basó, en el levantamiento eléctrico de líneas y red de distribución de la Zona Tuxtla, enfocándose a un solo circuito el "Tuxtla Uno 4010".

Para ello se tuvo referencias teóricas por parte de la Comisión Federal de Electricidad como fueron cursos de líneas aéreas, transformadores, Autocad (digitalización) y GPS para familiarizarse y conocer a grandes rasgos los equipos eléctricos que una línea y red de distribución requiere.

El proyecto lleva un control de toda la líneas y red del circuito, "Tuxtla Uno 4010" anotando a detalle todos los elementos que en toda estructura se observe, como son: altura y resistencia de postes, líneas de media y baja tensión (fases, calibre, material) equipo eléctrico, retenidas y observaciones sobre el estado de vida de los equipos y estructuras así como también los equipos en mal estado o dañados.

El implementar este proyecto es con el fin de actualizar las líneas y red de distribución con los que cuenta el circuito, con esto se puede tomar las decisiones adecuadas cuando ocurra una falla o contingencia, ya que proporciona una herramienta de consulta confiable de todos los elementos que conforman el circuito "Tuxtla Uno 4010". Además con los datos obtenidos se pueden llevar a cabo cambios para la mejora del sistema de distribución eléctrico del circuito.

El proyecto se concluyo en tiempo y forma cumpliendo con lo acordado en Comisión Federal de Electricidad, que es el actualizar el Sistema de Distribución del Circuito, realizando el levantamiento eléctrico y plano cartográfico, señalando el paso de las líneas y red de distribución del circuito "Tuxtla Uno 4010".

Referencias

- ⌘ Normas de Distribución-Construcción, Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión
Comisión Federal de Electricidad
Edición 2006
- ⌘ Autocad 2006
Oliver LE FRAPPER
Ediciones ENI
- ⌘ GPS: Uso del Sistema de Posicionamiento Global
Lawrence Letham
Editorial Paidotribo
- ⌘ <http://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>
- ⌘ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamiento_global