



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA ELÉCTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 15.5 KMS 3F-4H,
EN LA LOCALIDAD NUEVO AMANECER DE TENEJAPA, EN EL MUNICIPIO DE
CINTALAPA, CHIAPAS**

ASESOR INTERNO

M.C KARLOS VALAZQUEZ MORENO

ASESOR EXTERNO

ING. ROGER ORBEY JUAREZ MARTINEZ

ALUMNO

LUIS ALBERTO RIVERA BARTOLON

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 27 DE NOVIEMBRE 2014



INDICE	PAG
1. Introducción.....	4
1.1 Antecedentes.....	4
1.2 Estado del arte.....	5
1.3 Justificación.....	6
1.4 Objetivo.....	6
1.5 Diagrama a bloques.....	7
2. Fundamento teórico.....	9
2.1 Sistema de distribución de energía eléctrica.....	9
2.1.1 Definición de un sistema de distribución.....	9
2.1.2 Objetivo de la distribución de energía eléctrica.....	10
2.1.3 Redes de distribución aéreas.....	10
2.1.4 Redes de distribución rurales.....	12
2.2 Aspectos generales sobre planeamiento de sistemas de distribución....	13
2.2.1 Objetivos de planeamiento.....	13
2.2.2 Proceso para el planeamiento.....	13
2.2.3 Técnicas actuales de planeamiento de sistemas de distribución.....	14
2.2.4 Modelos de planeamiento de sistemas de distribución.....	15
2.2.5 Planeamiento de sistemas de distribución en el futuro.....	16
2.3 Marco de referencia.....	16
2.3.1 Estudio de población.....	16
2.3.2 Historia.....	17
2.3.3 Medio físico.....	17
2.3.4 Perfil sociodemográfico.....	17
2.3.5 Actividad económica.....	17
2.3.6 Atractivo cultural y turístico.....	18
2.3.7 Beneficio social.....	18
2.3.8 Proceso de licitación.....	19
2.3.9 Publicación de la convocatoria de licitación.....	19
2.3.10 Apertura del procedimiento y recepción de ofertas.....	20
2.3.11 Adjudicación del contrato.....	21
2.4 Norma técnica aplicada.....	22
2.4.1 Generalidades.....	22
2.4.2 Trazos y libramiento.....	24
2.4.3 Empotramientos.....	26
2.4.4 Ensamblados.....	29



2.4.5 Líneas de Media Tensión.....	31
2.4.6 Retenidas.....	34
2.4.7 Conductores.....	37
2.4.8 Equipo Eléctrico.....	38
2.4.9 Sistema de tierras.....	44
2.4.10 Líneas de Baja Tensión.....	45
3. Desarrollo.....	47
3.1 Bases del proyecto.....	47
3.1.1 Presupuesto.....	47
3.1.2 Ejecución de trabajo durante el proyecto.....	52
3.2 Cálculos eléctricos.....	67
3.2.1 Resistencia de los conductores.....	67
3.2.2 Resistencia a la corriente directa.....	67
3.2.3 Resistencia a la corriente alterna.....	67
3.2.4 Inductancia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva.....	70
.2.5 Caída de tensión en líneas de media tensión.....	74
4. Conclusión.....	77
Referencias bibliográficas.....	78
Anexos.....	79
Índice de tablas, figuras y formulas.....	80
Glosario.....	83



1. Introducción

1.1 Antecedentes

La electrificación en zonas rurales es básica para mejorar la calidad de vida y el trabajo de los habitantes, facilitar su asentamiento y brindar medios aptos para que productores e industriales puedan desarrollarse, de la mejor manera y con la tecnología más avanzada, que permitan una trascendencia capaz de acelerar el desarrollo rural y frenar las migraciones a sectores urbanos.

La importancia de electrificar se entiende mejor al conocer los beneficios que ésta trae a los sectores rurales. Estos objetivos son; Integración de los sectores rurales al desarrollo económico nacional, frenar la migración rural-urbana que se ha estado produciendo, aumentar las posibilidades de generación de ingresos el tener medios de producción más tecnificados sobre la base de la energía eléctrica y mejorar nivel socio cultural de sus habitantes.

Electrificar zonas rurales se trata de un plan tendiente a eliminar la situación de marginación que sufren grandes sectores de la población, y que es causa de una creciente insatisfacción rural. La electrificación rural se presenta como un proceso en el cual se busca abastecer de energía a las distintas localidades del país que no cuentan con un suministro apropiado, ya que éstas deben satisfacer sus necesidades de abastecimiento.

Dos de las grandes restricciones que afectan la electrificación rural, es la incapacidad de almacenamiento de energía y además que el consumo presenta grandes fluctuaciones a lo largo del día. Por lo tanto se busca atender los requerimientos de actividades domésticas, de servicios, transporte y productivas, de modo de lograr un mejoramiento de las condiciones de vida, respetando y preservando el medio ambiente.

La electrificación debe ser considerada como un componente estratégico de un marco más amplio de acciones de desarrollo rural integral, teniendo en cuenta que el análisis de los aspectos energéticos es una condición necesaria, tanto por su impacto directo en los niveles de vida de los pobladores rurales y en el ambiente, como por su contribución a la generación de actividades económicas, la dotación de servicios energéticos adecuado e indispensable para facilitar un proceso de desarrollo rural.



1.2 Estado del arte

Introducción de Red de Distribución 1.2 KMS, 2F-3H en la Ranchería el Tesoro ubicado en el Municipio de Ocozocoautla, Chiapas. La obra se llevó a cabo con la finalidad de que la comunidad cuente con este servicio básico de energía eléctrica. Esta obra se ha llevado a cabo con los siguientes materiales, 16 postes PC-12-750, 1 poste PC-13-600 y 7 postes PC-9-400, las estructuras son del tipo VS20, HA20, VS20/RD2, RD20 y AD20, 10 Corta circuito fusible sencillo y 6 corta circuito fusible triple disparo, y 5 Transformadores con capacidad de 15 KVA [1].

Introducción de Red de Distribución con 1.048 KMS, 3F-4H en la comunidad Rivera los Pinos ubicada en el municipio Ocozocoautla, Chiapas. La obra ha surgido por la necesidad de que la población cuente con este servicio básico de energía eléctrica. Esta obra se ha llevado a cabo con los siguientes materiales, 14 postes PC-12-750, 8 postes PC-9-400, las estructuras son del tipo AD30, RD30, RD30/RD3, TS30, HAE30 Y TD30, 6 corta circuito fusible sencillos y 3 corta circuito fusible triple disparo, 1 transformador de 10 KVA y 2 transformadores de 15 KVA [2].

Ampliación de la Red de Distribución eléctrica 2F-3H en la comunidad de Guadalupe Etla, Oaxaca. Este proyecto se realizó para darle solución a la problemática existente a la red de energía ya que contaba con una pobre infraestructura eléctrica y no era suficiente para abastecer a la población debido al constante crecimiento, era necesaria la ampliación de la red eléctrica así como también aumentar la capacidad de carga, instalando 5 transformadores de 34.5 KVA [3].

Ampliación de Línea de Distribución 3F-4H a localidad Jerusalén Municipio de Santa María Chimalapa, Oaxaca. La obra se llevó a cabo con la finalidad que toda la comunidad cuente con este servicio básico de energía eléctrica, ampliar la línea permite llegar a más barrios de la localidad abasteciendo de este servicio básico a la localidad en general. Para la ampliación de esta red se utilizaron 14 postes PC-12-750 y 4 PC-9-400, 1 KM de conductor ACSR 3/0 y estructuras de tipo RD30/RD3, AD30, TD30 Y VR30/RD3 [4].

Introducción de Red de Distribución con 2.320 KMS, 3F-4H en la comunidad Yerbabuena ubicada en el Municipio Bochil, Chiapas. La obra ha surgido por la necesidad de abastecer del servicio eléctrico a esta población. Esta obra se ha llevado a cabo con los siguientes materiales, 19 postes PC-12-750, 8 postes PC-9-400, las estructuras son del tipo AD30, RD30, RD30/RD3, TS30, HAE30 Y TD30, 6 corta circuito fusible sencillos y 3 corta circuito fusible triple disparo, 1 transformador de 10 KVA y 2 transformadores de 25 KVA [5].

Lo que aquí se propone como proyecto es diseñar y construir una línea de distribución 3F-4H, 15.5 KMS, en la localidad Nuevo Amanecer de Tenejapa ubicada en el Municipio de Cintalapa Chiapas. La obra se construirá para abastecer del servicio eléctrico, ya que es pivote y motor fundamental para el desarrollo, que se hace visible en el crecimiento social y económico de la localidad.



La obra de electrificación se llevara a cabo con los siguientes materiales, 15.5 KMS de conductor ACSR 3/0, 12 KMS de conductor ACSR 1/0 para neutro corrido, 187 postes PC-12-700, 12 postes PC-9-400, 16 Cortacircuitos Fusibles sencillos, 3 Cortacircuitos Fusible triple disparo, 7 Transformadores con capacidad de 15 KVA y 7 Transformadores con capacidad de 25 KVA, las estructuras para MT 3F-4H SON VS30, RD30/RD3, AD30, RD30 Y VS30/RD3.

1.3 Justificación

Con el presente proyecto de diseño y construcción de una línea de distribución se pretende realizar la electrificación a la comunidad Nuevo Amanecer de Tenejapa ubicada en el Municipio de Cintalapa, Chis. Este proyecto se origina debido al crecimiento de esta población, la cual no cuenta con este servicio básico de energía eléctrica, que es de vital importancia para la sociedad debido a la inmensa cantidad de aplicaciones que esta tiene.

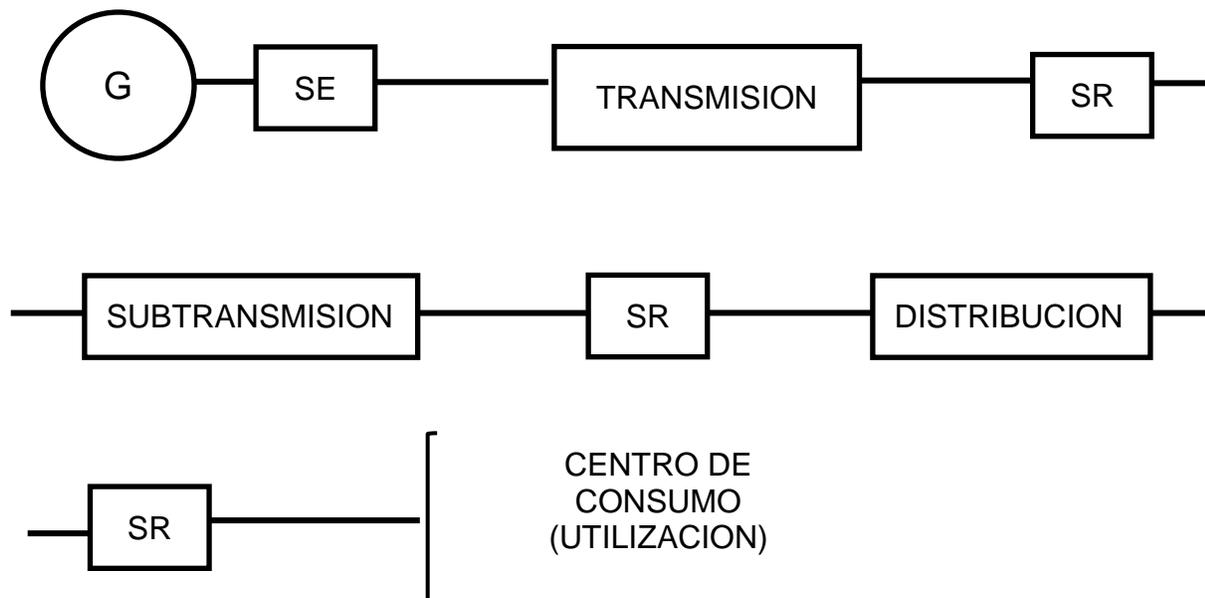
En lo social incluyen beneficios en la salud, reduciendo la incidencia de enfermedades respiratorias y otros riesgos para la salud, asociados con el uso de combustibles sólidos y leña, en la educación, generara un impacto positivo en los resultados educativos, atreves del mayor tiempo de estudio en el hogar debido a una mejor iluminación en lo que resulta una mejora en el rendimiento escolar y el acceso a mejores beneficios públicos, mayor seguridad, mayor y mejor iluminación pública.

En lo económico, el acceso a la electricidad permitirá ingresos familiares más altos, aumenta la productividad de actividades agrícolas y no agrícolas. En lo ambiental la electrificación rural permite un menor consumo de combustible, menos leña, mejorando la calidad del aire y reduciendo la deforestación y la contaminación.

1.4 Objetivo

El objetivo de este proyecto es diseñar y construir obras de electrificación rural a lugares que carecen de este servicio básico, procurando así el suministro eléctrico a poblaciones que presentan alta marginación, por lo tanto se busca cubrir una necesidad básica tomando en cuenta que con ello puedan desarrollar sus actividades de trabajo con más normalidad. Con esta acción pretendemos que mejore la calidad de vida de la comunidad y que contribuya a su desarrollo en los diferentes aspectos.

1.5 Diagrama a bloques



SE -->SUBESTACION ELEVADORA

SR -->SUBESTACION REDUCTORA

Figura 1.1 Diagrama a bloques

En el bloque uno es el proceso de generación de energía eléctrica el cual consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica o lumínica), en energía eléctrica. En el bloque dos se encuentran la subestación elevadora la cual permiten el aumento de la tensión generada. Con el fin de reducir la corriente y por lo tanto el grosor de los conductores y las pérdidas.

Este proceso se usa comúnmente para facilitar el transporte de la energía, la reducción de las pérdidas del sistema y mejoras en el proceso de aislamiento de los conductores. La tensión primaria de los transformadores suele estar entre 3 y 36kV. Mientras que la tensión secundaria de los transformadores está condicionada por la tensión de la línea de transporte o de interconexión (66, 110, 220 o 380 kV).

En el bloque tres La línea de transmisión es el elemento más común de los que conforman las redes eléctricas. En conjunto, estos elementos constituyen las arterias a través de las cuales fluye la energía eléctrica desde centros de generación hasta centros de consumo. La transmisión de dicha energía puede realizarse ya sea por corriente alterna (c.a) o directa (c.d), y de acuerdo al diseño de la línea puede ser de transmisión aérea o subterránea.



En el bloque cuatro, seis y ocho este bloque es para una subestación reductora. Son subestaciones con la función de reducir la tensión de alta o muy alta a tensión media para su posterior distribución. La tensión primaria de los transformadores depende de la tensión de la línea de transporte (66, 110, 220 ó 380 kV). Mientras que la tensión secundaria de los transformadores está condicionada por la tensión de las líneas de distribución (entre 6 y 30kV).

En el bloque cinco encontramos la subtransmisión la cual se refiere a la transmisión de la energía eléctrica que no proviene directamente de la fuente de generación, es decir; que ha pasado ya por varios puntos de distribución; tales como las subestaciones. También la subtransmisión se refiere a las líneas que transportan energía de medio voltaje o de distribución, en oposición a las que interconectan sistemas de alto voltaje y transmiten energía a través de largas distancias.

El bloque siete se trata de las líneas o redes de distribución o Sistema de Distribución de Energía Eléctrica es la parte del sistema de suministro eléctrico cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios tipo industriales, La red de transporte abastece a la red de distribución directamente desde las grandes centrales de producción, y la red de distribución distribuye la electricidad a los consumidores. Hay una diferencia fundamental en la tensión a la que se transmite la energía: generalmente la red de transporte utiliza tensiones más altas para salvar grandes distancias con menores pérdidas.

En el bloque ocho y último se trata del consumo de la energía eléctrica la cual debe ser convertida en otras formas de energía para que se pueda realizar un trabajo útil. El consumo de energía eléctrica se ha convertido en un elemento básico para el desarrollo, dada su adaptabilidad, no existe ninguna actividad económica que no utilice electricidad, la energía eléctrica es utilizada en industrial, en el transporte, en la agricultura y en los hogares.

El suministro eléctrico es el conjunto de etapas que son necesarias para que la energía eléctrica llegue al consumidor final. Como la energía eléctrica es difícil de almacenar, este sistema tiene la particularidad de generar y distribuir la energía conforme ésta es consumida. Por otra parte, debido a la importancia de la energía eléctrica, el suministro es vital para el desarrollo de los países y de interés para los gobiernos nacionales, por lo que estos cuentan con instituciones especializadas en el seguimiento de las etapas fundamentales: generación, transmisión, distribución y utilización.



2. Fundamento teórico

2.1 Sistema de distribución de energía eléctrica

2.1.1 Definición de un sistema de distribución

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargados de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario. Básicamente la distribución de energía eléctrica comprende las líneas primarias de distribución, los transformadores de distribución, las líneas secundarias de distribución y las acometidas y medidores. De la definición anterior se puede observar que un sistema de distribución forma parte de un sistema eléctrico, ya que este comprende la generación, la transmisión y la distribución.

Debido a la complejidad que han alcanzado los sistemas eléctricos de potencia y de distribución, prácticamente en todo el mundo existe una separación en el estudio de ambos. Es decir que por una parte se trata la generación y la transmisión y por otra la distribución. Inclusive en las empresas eléctricas de todo el mundo cada parte es atendida por gerencias diferentes y grupos de ingenieros especializados en cada una de las ramas de la ingeniería eléctrica. Los dos campos se han especializado de manera muy profunda, dando como resultado que exista una persona especializada en las dos áreas.

Como resultado de esta brecha que se ha abierto entre los sistemas de potencia y los sistemas de distribución, no solamente existe una diferencia entre los dos campos de la ingeniería eléctrica en las empresas eléctricas; sino también en las escuelas de nivel Superior en donde los planes de estudio se contemplan como materias diferentes.

El sistema de distribución típicamente inicia desde la subestación de la distribución que se alimenta por una o más líneas del subtransmisión. En algunos casos la subestación se alimenta directamente de una línea de transmisión de alto-voltaje en el que probablemente no hay ningún sistema del subtransmisión. Esto varía de compañía a compañía. Cada subestación de la distribución servirá a uno o más alimentadores primarios. Con pequeñas excepciones, los alimentadores son radiales, lo que quiere decir que existe solamente un camino para que la potencia fluya de la subestación de distribución al usuario.

Un diagrama de una subestación de distribución monofásica muy simple se muestra en **Figura 2.1**. Aunque la **Figura 2.1** muestra la subestación de la distribución más simple, esta ilustra los componentes más importantes que se encontrarán en todas las subestaciones.

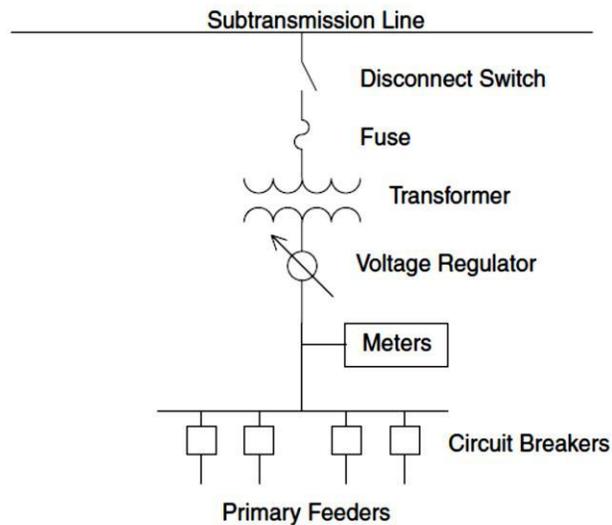


Figura 2.1 Elementos de un sistema de subtransmisión

2.1.2 Objetivo de la distribución de energía eléctrica

La distribución de energía eléctrica se debe realizar de manera tal que cliente reciba un servicio de calidad, lo que quiere decir: ausencia de interrupciones, sobretensiones, deformaciones producidas por armónicas en la red, y variaciones del voltaje rms suministrado al usuario. La distribución de energía eléctrica debe llevarse a cabo con redes correctamente diseñadas para que soporten el crecimiento propio de la carga, y que además que sus componentes sean de la mejor calidad para que resistan el efecto del campo eléctrico y los efectos de la intemperie a que se verán sometidas durante su vida útil.

Además las redes eléctricas deben ser diseñadas y construidas de manera que tengan la opción para ampliarse progresivamente con cambios mínimos en las construcciones existentes, y así asegurar un servicio adecuado y continuo para la carga presente y futura al mínimo costo de operación.

Por todo lo mencionado se obliga al ingeniero de redes de distribución a guiarse en la toma diaria de decisiones ya que se debe diseñar la red de tal manera que los cables alimentadores no cambien continuamente ni que sean muy variados. Una red eléctrica bien diseñada, construida, mantenida y operada, es garantía de un buen servicio al cliente.

2.1.3 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 comparársele 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:

- 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 9 metros con resistencia de rotura de 1050, 750 y 400 kg respectivamente.
- Conductores:** son utilizados para circuitos primarios el Aluminio y el ACSR desnudos y en calibres 3/0, 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.
- 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 (Tirante T1).
- Aisladores:** para media tensión se utilizan del 13 PD, 13 PC, 13SHL45C, y para baja tensión son tipo carrete o aislador 1C.
- Herrajes:** todos los herrajes utilizados en redes aéreas de baja y mediana tensión son de acero galvanizado. (grapas, varillas de anclaje, tornillos máquina, abrazaderas, pernos, grilletes, bastidores, tirantes etc).
- Equipos de seccionamiento:** el seccionamiento se efectúa con cortacircuitos y seccionadores monopoles 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.

2.1.4 Redes de distribución rurales

Son evidentes las enormes ventajas de disponer de energía eléctrica en las zonas rurales del país. Nadie pone en cuestión la necesidad de dotar a dichos núcleos (corregimientos o extensiones territoriales distintas de las aglomeraciones urbanas o suburbanas que comprenden las zonas de explotaciones agrícolas, pecuarias o forestales y localidades que no sobrepasen los 3000 habitantes, excluyendo los sectores turísticos, residenciales o industriales) de un suministro eléctrico seguro y eficiente.

Pero también es cierto que de estas instalaciones eléctricas no se deriva una pura rentabilidad económica ya que los montos elevados de las inversiones necesarias no quedan remunerados por los relativamente escasos originados por la venta de la electricidad, puesto que los consumos per cápita son muy inferiores a los correspondientes a las zonas urbanas e industriales. Por lo mismo, la mejor justificación de un plan de electrificación rural estriba en sus efectos sociales.

La electrificación rural se orienta, ante todo, a satisfacer una necesidad primaria, cual es el alumbrado de viviendas y de los asentamientos rurales, pasando luego a atender otras exigencias menos perentorias y que producen una mayor "Calidad de vida", como los aparatos domésticos y la industrialización agropecuaria.

Es necesario, ante todo, realizar un inventario de todas las colectividades rurales, para después, en base a criterios técnicos razonables, desarrollar los proyectos oportunos para remediar las carencias, finalmente hay que cuantificar las inversiones necesarias para ello, y en base a criterios políticos y sociales, distribuir las a lo largo del tiempo de duración del plan.

La distribución rural en el país se está desarrollando mediante los siguientes programas: SEDESOL, CDI y otras que surgen por iniciativa gubernamental. El desarrollo de estos programas tiene un alto contenido social ya que lleva el beneficio de la energía eléctrica a aquellas personas que son la base de la agricultura y la ganadería.

El manejo de estos proyectos exige un adecuado planeamiento en la compra y suministro oportuno de materiales ya que las licitaciones respectivas tienen trámites relativamente demorados. Las principales características de las redes de distribución rural son:

- a) Usuarios muy dispersos.



- b) Cargas generalmente monofásicas.
- c) Dificultades de acceso en las zonas montañosas lo que implica extra costos en el transporte y manejo de materiales.
- d) zonas accesibles se usa postería de concreto.
- e) En zonas de difícil acceso se usa postería de madera inmunizado.
- f) Los transformadores por lo general son monofásicos 2H o 3H (Bifilares o Trifilares).
- g) Conductores ACSR por lo general.
- h) A menudo es necesario efectuar desmonte de la zona.

2.2 Aspectos generales sobre planeamiento de sistemas de distribución.

2.2.1 Objetivos de planeamiento

Un buen planeamiento garantiza que el crecimiento de la demanda de energía eléctrica sea satisfecho en forma óptima con las mejoras realizadas al sistema de distribución. Dichas adiciones deben ser técnicamente adecuadas y razonablemente económicas, al alto costo de inversión y su proximidad con el consumidor hacen que el sistema de distribución merezca la importancia y por lo tanto, se le coloque la atención debida.

El objetivo general del planeamiento de sistemas de distribución es el minimizar los costos de subestaciones, alimentadores laterales, transformadores, redes secundarias, de pérdidas de potencia y energía, sometido a las restricciones como valores permisibles de voltaje, caídas momentáneas de voltaje, flickers, así como de continuidad en el servicio.

2.2.2 Proceso para el planeamiento

Las características de la carga determinan el tipo de sistema de distribución requerido. Una vez determinadas las cargas, se agrupan para conectarse a las líneas secundarias, a las líneas secundarias se les asigna un transformador de distribución, para las cargas de los transformadores de distribución son luego combinadas para determinar las demandas del sistema de distribución primaria, las cargas del sistema de distribución primaria, determinan el tamaño y localización de las subestaciones de distribución así como la ruta y capacidad de las líneas de transmisión asociadas.

En la persecución de los objetivos, el planeador tiene influencia sobre:

- Las adiciones y/o modificaciones de las redes de subtransmisión.
- Ubicación y tamaño de las subestaciones de distribución.



- Áreas de servicio de las subestaciones de distribución.
- Localización de interruptores, swiches, tamaño de alimentadores.
- Niveles de voltaje y caídas de voltaje en el sistema.
- Localización de capacitores y reguladores de voltaje.
- Cargabilidad de transformadores y alimentadores.
- Impedancia, niveles de aislamiento y disponibilidad de transformadores.

El planeamiento no tiene influencia sobre:

- Momento y ubicación de las demandas.
- Frecuencia y duración de las interrupciones.
- Costos de mano de obra, equipos y del dinero
- Variaciones de los precios de combustibles y fuentes alternas de energía.
- Cambios en las condiciones socioeconómicas y sobre las tendencias del crecimiento de la demanda.
- Aumento o disminución de la población.
- Cambios de comportamiento como resultado de los avances tecnológicos.
- Cambios en las condiciones económicas (PIB, inflación y/o recesión).
- Regulaciones de los gobiernos nacionales y locales.

2.2.3 Técnicas actuales de planeamiento de sistemas de distribución

El uso de las siguientes herramientas y programas está basado en la discrecionalidad del planeador y en la política de operación de la compañía electrificadora: flujos de carga, cálculo de corrientes de fallo y de cortocircuito, cálculo de caídas de voltaje y pérdidas, impedancias del sistema, proyección de cargas, regulación de voltaje, ajuste de reguladores, discriminamiento y ubicación óptima de bancos de condensadores, etc.

La **figura 2.2** muestra un diagrama de bloques del proceso de planeamiento de sistemas de distribución más empleado. El criterio de aceptabilidad, representando las políticas de la compañía, obligaciones de los usuarios y restricciones adicionales pueden incluir:

- a) Continuidad del servicio.
- b) La caída de voltaje máxima permisible por el usuario más alejado (permanente y momentánea).
- c) La carga pico máxima permisible.
- d) Confiabilidad del servicio.
- e) Pérdidas de potencia y energía.

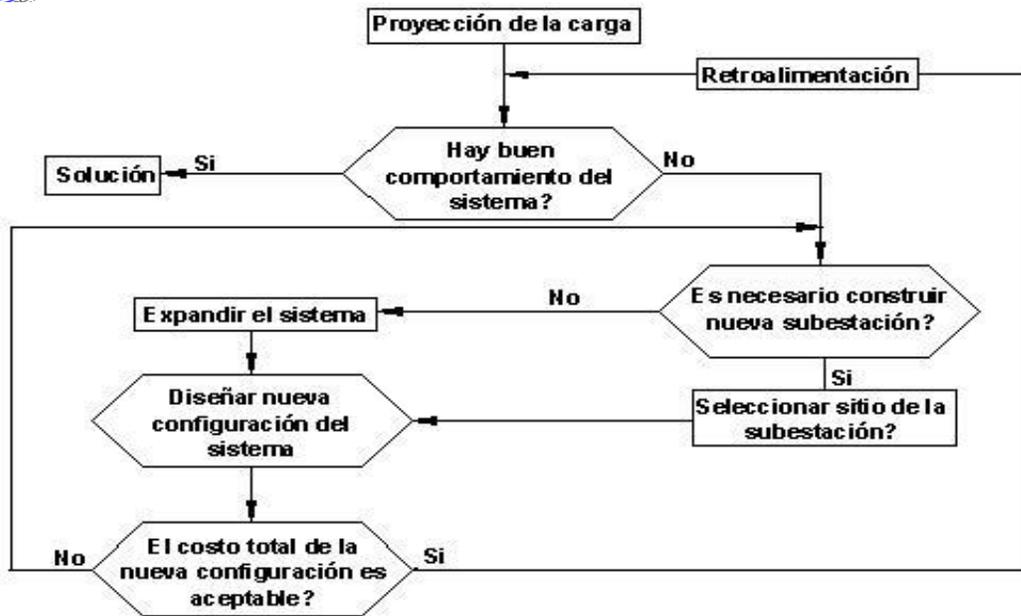


Figura 2.2 Diagrama a bloques de proceso de planeación de sistemas de distribución

2.2.4 Modelos de planeamiento de sistemas de distribución

Los modelos matemáticos que son desarrollados para representar el sistema y que son empleados por los planeadores de sistemas de distribución para investigar y determinar los modelos de expansión óptima que por ejemplo, seleccionen ubicación y expansión óptima, subestación, transferencia de carga óptima entre subestaciones y centros de demanda, rutas y calibres óptimos de alimentadores para el suministro de energía a las cargas dadas; sujetas a numerosas restricciones para minimizar el valor presente de los costos totales involucrados.

Algunas de las técnicas de investigación de operaciones usadas en la generación de esta tarea son las siguientes:

- a) El método de la política alternativa que seleccione entre varias, la mejor.
- b) El método de descomposición, en el cual, un problema grande es dividido en varios pequeños y cada uno resuelto separadamente.
- c) Los métodos de programación lineal y de programación por integración que linealizan las condiciones de restricciones.
- d) Los métodos de programación dinámica.



2.2.5 Planeamiento de sistemas de distribución en el futuro

Para establecer las futuras tendencias que hoy se vislumbran para el futuro de los procesos de planeamiento se debe tener en cuenta:

- a) Los factores económicos como la inflación, los gastos para adquisición de capital, el capital necesario para expansión de sistemas de distribución y las dificultades para elevar tarifas a los usuarios.
- b) Los factores demográficos que evidencian problemas de inmigración hacia áreas urbanas.
- c) Los factores tecnológicos que evidencian el desarrollo de las fuentes no convencionales y que pueden cambiar la naturaleza de las redes de distribución.

Los requerimientos de un programa de manejo de carga exitoso son especificados como sigue:

- Debe ser capaz de reducir la demanda durante periodos de carga crítica del sistema.
- Debe resultar en una disminución de los requerimientos de generación nueva.
- Debe tener una relación costo/beneficio aceptable.
- Su operación debe ser compatible con el diseño y operación del sistema.
- Debe operar con un nivel de confiabilidad aceptable.
- Debe tener el nivel aceptable de conveniencia para el usuario.
- Debe tratar de reducir tarifas y ofrecer otros incentivos.
- La relación costo/beneficio obtenida por la innovación.

Nuevas herramientas de planeamiento: las herramientas para el diseño de redes serán optimizadas con respecto a muchos criterios usando métodos de programación de investigación de operaciones. Los editores de redes discriminan el programa de simulación extensivos, los cuales determinarán si la red propuesta comportamiento esperado y el criterio de crecimiento de carga.

2.3 Marco de referencia

2.3.1 Estudio de población

El estudio de población es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observación y todos los elementos que comparten un grupo común de características, y forman el universo para el propósito del problema de investigación. La población de la investigación es generalmente una gran colección de individuos u objetos que son el foco principal de una investigación científica. Las investigaciones se realizan en beneficio de la población.



2.3.2 Historia

Su nombre es de origen zoque (Tenejapan), que significa “Río de cal”. La primera cultura que se instaló en la región fue la Olmeca, como lo atestiguan numerosos vestigios arqueológicos. Durante el Siglo XI o XII D.C. se asentaron en la zona los Toltecas; posteriormente fueron los zoques quienes ocuparon el territorio del municipio. Se fundó el 18 de Agosto del 2003 con el nombre de Amanecer José Castillo Tielmans, posteriormente el 30 de octubre del año 2005 se cambió de nombre a la localidad llamándose Nuevo Centro de Población José Castillo Tielmans, y el 15 de Marzo del 2011 se le cambio el nombre a Nuevo Amanecer de Tenejapa es como se conoce actualmente [6].

2.3.3 Medio físico

Se encuentra en el extremo oeste del Estado, sus coordenadas geográficas son 16° 39' N y 93° 44' W su altitud es de 540 msnm. Limita al norte, con el municipio de Tecpatán, al oeste con Belisario Domínguez y el estado mexicano de Oaxaca, al este con Jiquipilas y Ocozocoautla de Espinosa y al sur con Arriaga. La localidad cuenta con una extensión territorial de 43 km² que representa el 3.6 % del territorio de la región Centro.

2.3.4 Perfil sociodemográfico

De acuerdo a los resultados que presento el tercer Censo de Población y Vivienda, La población total de Nuevo Amanecer Tenejapa es de 81 personas, de cuales 43 son Hombres y 38 Mujeres.

Religión

El 76.86% de la población profesa la religión católica, 9.23% protestante, 4.84% bíblica no evangélica y 8.18% no profesa credo. En el ámbito regional el comportamiento es: católica 75.54%, protestante 6.89%, bíblica no evangélica 8.82% y el 7.81% no profesa credo. Mientras que en el estatal es 63.83%, 13.92%, 7.96% y 13.07% respectivamente.

2.3.5 Actividad económica

La agricultura es la principal actividad económica de la Localidad Nuevo Amanecer de Tenejapa, por ello 42 productores de la comunidad rural recibieron agroquímicos de parte del Ayuntamiento para impulsar el cultivo de maíz. El tema del campo es una de las vertientes de mayor interés de este Gobierno Municipal, pues es ahí donde se encuentra el mayor potencial económico de los campesinos, por lo cual en tiempo y forma se han realizado entrega de equipo y apoyo a campesinos para lograr mayor y mejor producción.



2.3.6 Atractivo cultural y turístico

Monumentos Históricos.

Existen en el municipio los cascos de las haciendas Santiago, La Providencia, Las Minas y La Valdiviana, así como el templo colonial en Pueblo Nuevo.

La fiesta de Candelaria: tradición religiosa

La Fiesta en honor a la Virgen de la Candelaria en la ciudad de Cintalapa, se remota a los orígenes de esta comunidad, como menciona Quintín Acosta Cruz, cronista cintalapaneco, a partir de la colonización de nuestro país, los españoles recién llegados empezaron a fundar pequeñas fincas en las grandes extensiones de terrenos que les fueron legados por las autoridades de esa época, trabajando la tierra con la diversificación de cultivos y crianza de animales para satisfacer las necesidades de alimentación propias y de los trabajadores.

Con el paso del tiempo, pobladores de diversos lugares fueron acercando a las fincas de mayor producción en búsqueda de trabajo, logrando su cometido, formando familias con las lugareñas, con el crecimiento de la población, los hacendados dotaron a grupos de sus trabajadores con porciones de terrenos cercanos a las fincas y así fue como se inició la creación de algunos de los primeros centros de poblaciones aledaños a estos centros de producción agrícola y ganadera en nuestra región.

Artesanías, en el municipio se elaboran prendas de vestir de lana y algodón, hierro artístico, productos de madera y jarciería.

Gastronomía, los platillos típicos son tamales de juacane y de chipilín

Centros turísticos, de acuerdo con información de la Secretaría de Turismo, los principales atractivos turísticos son: Las ruinas de Tlacuacín y de los Bordos, que datan de la época prehispánica. Es famoso en Cintalapa el tepescohuintle, árbol que se produce desde el Istmo de Tehuantepec hasta Brasil.

2.3.7 Beneficio social

La energía eléctrica es un elemento básico para el desarrollo de una población en los diferentes ámbitos, dentro del cual se encuentra el ámbito social, en educación, en lo doméstico, en lo económico, y en el ámbito ambiental. Los impactos incluyen beneficios en la salud (reduciendo la incidencia de enfermedades respiratorias y otros riesgos para la salud, asociados con el uso de combustibles sólidos y leña).

En la educación generan un impacto positivo en los resultados educativos, a través del mayor tiempo de estudio en el hogar debido a una mejor iluminación, en lo que resulta una mejora en el rendimiento escolar. En lo doméstico, contando con mejor iluminación mayor tiempo de televisión y radio, utilización de aparatos eléctricos,



refrigeradores, ventiladores, etc, y en el acceso a mejores beneficios públicos mayor seguridad, producto de mayor y mejor iluminación pública.

En lo económico se prevé que debido a la mejora de las oportunidades de generación de ingresos los negocios comerciales están en operación por mayor tiempo, el acceso a la electricidad permite ingresos familiares más altos, aumentando la productividad de actividades agrícolas y no agrícolas. En lo ambiental la electrificación rural permite un menor consumo de combustible, menos leña, mejorando la calidad del aire y reduciendo la deforestación y la contaminación.

2.3.8 Proceso de licitación

La licitación (también denominada concurso público o contrato del Sector Público y privado) es el procedimiento administrativo para la adquisición de suministros, realización de servicios o ejecución de obras que celebren los entes, organismos y entidades que forman parte del Sector Público.

2.3.9 Publicación de la convocatoria de licitación

Con el fin de lograr la mayor eficacia y transparencia en los procesos de contratación administrativa, las entidades del sector público deben anunciar públicamente todas sus licitaciones como se observa en la **Figura 2.3**.

Procedimiento : 108815 - LO-018TOQ097-M1-2012 Const L.S.T. Tramo Tuxtla Uno-Tuxtla Norte (Asta - Windows Internet Explorer

https://compranet.funcionpublica.gob.mx/lesop/ind/message/receivedMessage.do

CompraNet GOBIERNO FEDERAL SFP

Bienvenido: Andrés Ocegüera Mercedes Janett
Zona horaria: GMT - 6:00

Expediente : 126018 - LO-018TOQ097-M1-2012 Const L.S.T. Tramo Tuxtla Uno-Tuxtla Norte (Asta Bandera)
Procedimiento : 108815 - LO-018TOQ097-M1-2012 Const L.S.T. Tramo Tuxtla Uno-Tuxtla Norte (Asta Bandera)
Fecha y hora de apertura de proposiciones: 25/01/2012 09:00:00
Estado: Vigente

Duplicar Procedimiento Eliminar Suspender/Cancelar Publicación DOF Informe Imprimible SDO

Buscar/Filtrar por Crear Exportar Lista en Excel Lista de Mensajes Imprimir

Emisor	Fecha	Asunto	Leído por el usuario	Leído por la compañía	Propuesta
1 CONSTRUCTORES UNIDOS MONTES AZULES SA DE CV	17/01/2012 11:00	solicitud	17/01/2012 21:03	17/01/2012 21:03	
2 CONSTRUCTORA INPINE	17/01/2012 14:05	oficio de expresion de interes y relacion de preguntas	17/01/2012 21:06	17/01/2012 21:06	
3 CONSTRUCTORA INPINE	17/01/2012 14:09	preguntas	17/01/2012 21:08	17/01/2012 21:08	

Total: 3 Pagina 1 de 1

Figura 2.3 Portal de COMPRANET.



En México una forma de participar es por medio del sitio web sistema Compranet, el licitante al quedar registrado podrá tener acceso a toda la información de los diferentes procedimientos de contratación publicados.

2.3.10 Apertura del procedimiento y recepción de ofertas

Para poder participar en la contratación pública, normalmente las administraciones exigen el cumplimiento de unos criterios mínimos, básicamente relacionados con la aptitud y la solvencia económica de los candidatos. Para tal efecto existe una clasificación de empresas que cumplen con dichos requisitos (siempre especificados en los pliegos de cada contrato) para facilitar el proceso de selección de empresas por parte de las entidades públicas. Los pliegos de los contratos determinan las características que las administraciones requieren sean cumplidos. Con dicha información las empresas del sector privado pueden preparar sus ofertas y entrar a participar de los concursos públicos.

A continuación se menciona unos anexos que son parte fundamental de una licitación y es necesario revisar si fue rellenado y que cumpla con lo que manifiesta cada anexo por ejemplo en el anexo "A" revisar si ingreso su correo electrónico, domicilio correctamente para que reciba cualquier notificación. En el anexo "B" debe declarar que no se encuentra en alguno de los supuestos que establecen el art. 51 y 78 de la ley de obras y servicios relacionados con las mismas.

En el anexo "c" es similar a la "b" es manifestación, en su caso, de haber participado en la realización de algunos estudios, planes o programas, correspondiente a la presente convocatoria a la licitación de acuerdo al art. 51. En anexo "D" contiene la identificación oficial vigente con fotografía. El anexo "E" es un escrito mediante el cual el Representante de la Persona Moral Manifiesta que Cuenta con Facultades Suficientes para Comprometer a su Representada.

Anexo "F" Declaración de Integridad, Mediante la cual el Licitante Manifieste de que por sí mismo o a través de Interpósita Persona, se Abstendrá de Adoptar Conductas para que los Servidores Públicos de la Comisión Federal de Electricidad, Induzcan o Alteren las Evaluaciones de las Proposiciones, el Resultado del Procedimiento de Contratación y Cualquier Otro Aspecto que le Otorgue Condiciones Más Ventajosas, con Relación a los Demás Participantes.

El Anexo "G" es donde manifiesta estar Inscrito en el Registro Único de Contratistas; Anexo "H" Manifestación de la Micro, Pequeñas y Medianas empresas con las que el Licitante Subcontratará; Anexo "I" Manifiesta de que el Superintendente de Construcción, cuenta o contará con la Firma Electrónica Avanzada, expedida por la Secretaria de Administración Tributaria "SAT", en sustitución de su firma autógrafa, para el uso del programa informático de la Bitácora Electrónica de Obra Pública, por ultimo tenemos el Anexo "J" en este Manifiesta, bajo protesta de decir verdad, que el Licitante es de Nacionalidad Mexicana.



Estos anexos son puntos importantes dentro de una licitación pero aun no concluimos con esto porque otro anexo que es de suma importancia es en cuanto a la parte económica es donde incluye todos los gastos necesarios por ejemplo en la **AE1** incluye el análisis total de los precios unitarios de los conceptos de trabajo en la **AE2** se agrega el listado de insumos que intervienen en la integración de la proposición, en la **AE3** incluye el análisis.

Para el cálculo e integración del factor del salario real, así como el tabulador de salarios base de mano de obra por jornada diurna de 8 horas en la **AE4** incluye el cálculo e integración de los costos por hora que trabajara la máquina y equipo de construcción; la **AE5** es el análisis, calculo e integración de los costos indirectos por ejemplo gastos que no incluye en la obra como puede ser papelería, gasolina, o el hospedaje .etc,

En el formato **AE6** es el análisis, calculo e integración del costo por financiamiento; **AE7** incluye la utilidad propuesta por el licitante; **AE8** Incluye el análisis, calculo e integración de los cargos adicionales; **AE9** es la relación y análisis de los costos unitarios básicos de los materiales que se requieran para ejecutar el trabajo. Estos son los anexos que deben cumplirse al pie de la letra.

2.3.11 Adjudicación del contrato

Una vez entregada la documentación requerida por las autoridades competentes, existe un plazo para que éstas adjudiquen la contratación a alguna de las empresas que han participado en el concurso, y éste varía en función del tipo de procedimiento utilizado. La adjudicación del contrato a una u otra empresa se da por parte del órgano contratante, normalmente asistido por una Mesa de Contratación o una Junta Consultiva, según el procedimiento, para asegurar mayor transparencia en el proceso de adjudicación.

Cuando el contrato es adjudicado, el resultado debe ser publicado en el correspondiente Boletín Oficial, de forma que se cumplan los criterios requeridos por ley. Existen tres tipos de licitaciones

- **Nacional:** la que está abierta a todo los contratistas
- **Invitación a cuando menos tres:** se invita mínimo a 3 contratistas para que participen
- **Adjudicación directa:** se asigna al contratista directo

Lo que debe incluir CFE dentro de la licitación son los siguientes puntos:

- Catálogos de Conceptos.
- Especificaciones Particulares de la Obra.
- Programa de suministro de materiales.
- Plano Proyecto de la obra.



2.4 Norma técnica aplicada

2.4.1 Generalidades

La formulación de las normas está basada en la experiencia de la institución quien integra, analiza, modifica, complementa y sustituye las normas siguientes:

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

Para la elaboración de las presentes normas, se tomó 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, Conductores. Tipo de sistema, normatividad vigente, nuevos cálculos de las limitantes mecánicas de las estructuras y de flechas y de tensiones, velocidad del viento de 120 Km/h, nuevas formas de trabajo y el avance en sistemas informáticos.

Las edición Normas de Distribución-Construcción-Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión, Edición 2006. Los materiales y equipos que se incluyan en estas normas, deben cumplir con las especificaciones y Normas de Referencia CFE vigentes, en caso de no existir estas, se debe cumplir con la Normatividad Nacional o Internacional aplicable.

En la elaboración de estas normas se ha cuidado el cumplir con lo dispuesto en:

1. Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
2. Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctrica (utilización)
4. Ley federal de Metrología y Normalización y su Reglamento.
5. Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, sistema General de Unidades de Medida.

1. Las presiones de viento sobre los cables y la estructura se evaluaron de acuerdo con el manual de Diseño de Obras Civiles de CFE Diseño por viento edición 1993 y la especificación CFE J6100-54 Postes metálicos para líneas de transmisión y subtransmision.



a) Puesto que en nuestro país existe una gran diversidad de condiciones climáticas y topográficas se utilizarán datos de diseño representativo para zonas con velocidad regional de viento 120 Km/h, tal como se indica en la **Tabla 2.1**.

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 2.1 *Condiciones de diseño*

b) Presión del viento en postes, se calculó para una altura de 11 m considerando los efectos dinámicos del viento y un coeficiente de arrastres de 1.4 resultando las presiones de la **Tabla 2.2**.

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

Tabla 2.2 *Presión del viento en postes*

c) La Presión de viento en cables se calculó para una altura de 10.2 m considerando los efectos dinámicos de 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.

3. El sistema de distribución a utilizar debe ser el tipo A (3F-4H), indicado en la **Tabla 2.3**. 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). Estas normas son aplicables para las tensiones eléctricas nominales indicadas en las **Tabla 2.4**.

TIPO DE SISTEMA	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	DESCRIPCIÓN GENÉRICA
A	Conexión estrella, con el neutro solidamente conectado a tierra en la subestación; neutro corrido desde la subestación y multiterrizado.		3F- 4H

Tabla 2.3 Descripción genérica de sistema de distribución

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 Tensiones eléctricas

4. La tensión nominal entre fases de los circuitos de media tensión de los sistemas de distribución 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 Trazos y libramiento

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.

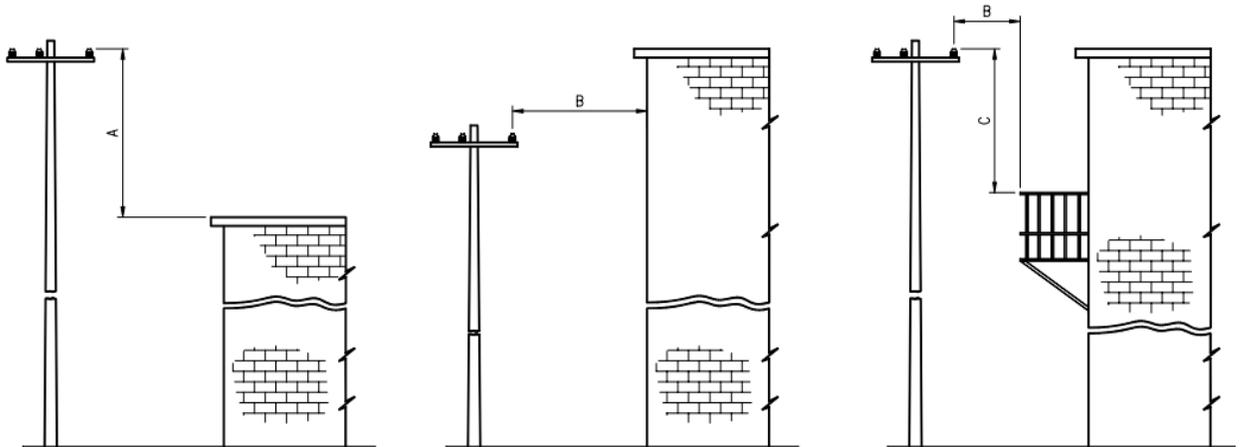


Figura 2.4 Separación de conductores a construcciones

Para la **Figura 2.4** se deben tomar las siguientes 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.

2.4.3 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 banquetta 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.



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, tal como se indica en la **Tabla 2.5**. 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 2.5 Profundidad de cepas para empotrar postes

En caso de que no se tenga la **Tabla 2.5**, se puede utilizar la fórmula siguiente para terreno normal:

Profundidad del empotramiento = Altura del poste en cm/10 + 50 cm

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 **Figura 2.5 -2.6**.

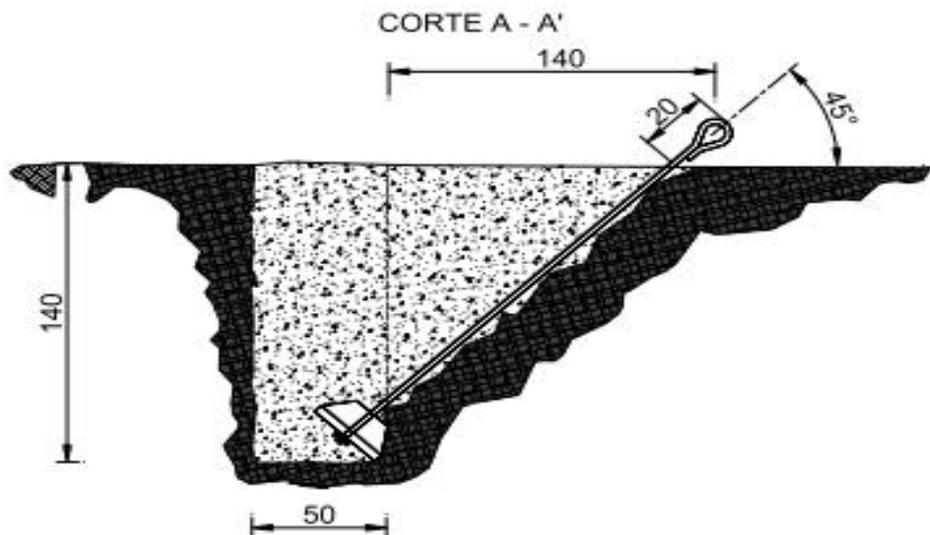


Figura 2.5 Profundidad de cepas para empotrar anclas.

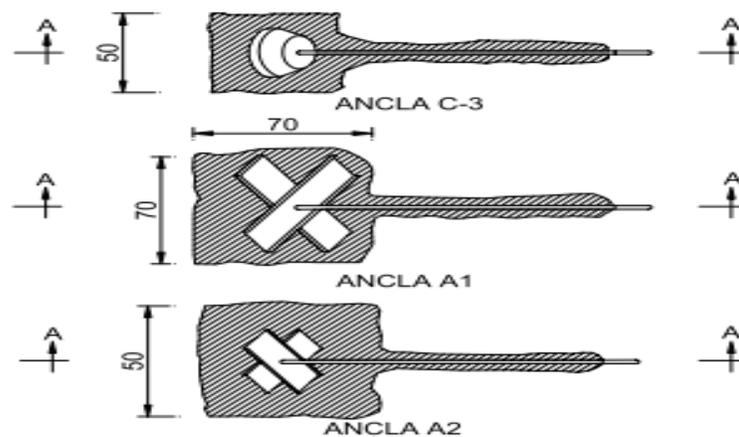


Figura 2.6 Dimensiones de base para empotrar anclas.

2.4.4 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 prearmar 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, como se presenta en la **Figura 2.7**.
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.

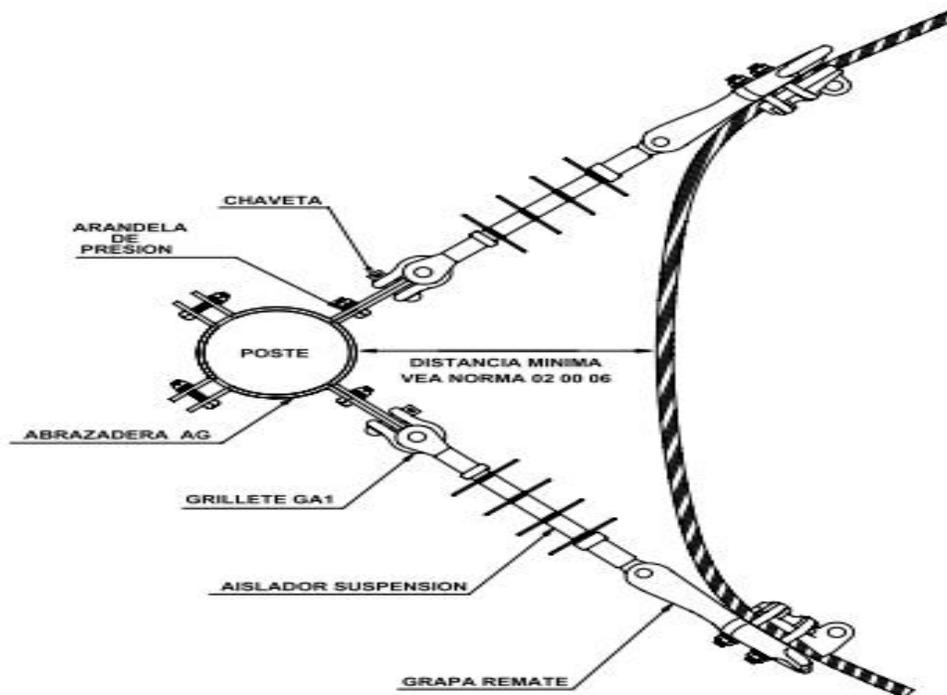


Figura 2.7 Aisladores, Conductor y Herrajes para MT.



2.4.5 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. 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.
4. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.



10. Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.
11. 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.
12. 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.
13. En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad.
14. 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.
15. 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.
16. Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.
17. En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.
18. El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas de baja tensión.
19. 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 banquetta.
20. 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.
211. 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.
22. En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso.

El 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 como se muestra en la **Tabla 2.6**. Para el primer nivel y de tres dígitos para los siguientes.

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

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	PD	Puntaposte, Doble
	RD	Remate, Doble cruceta
	AD	Anclaje, Doble
	DP	Deflexión, de Paso
	DA	Deflexión, de Anclaje

Tabla 2.6 Estructuras para MT.

2.4.6 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, tal como se ilustran en la siguiente **Figura 2.8**.

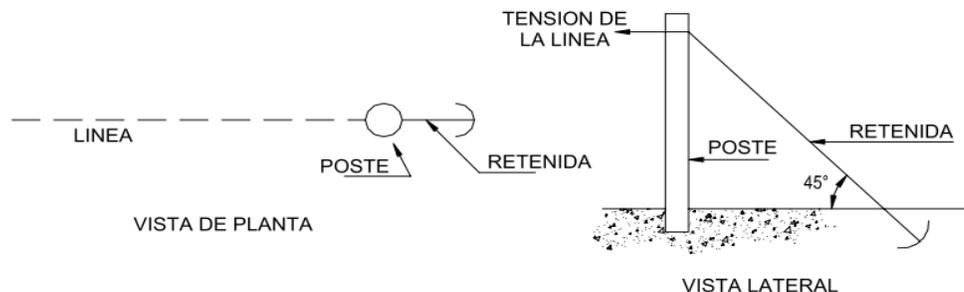


Figura 2.8 *Diseño de Retenida.*

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 como se ilustra en la **Figura 2.9**.

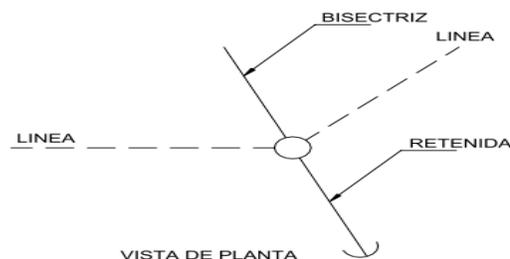


Figura 2.9 *Retenidas para estructuras en deflexión.*

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.
 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.
 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.
 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.

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 la **Tabla 2.7**.

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
	RBA	Retenida de banqueteta y ancla
	RVP	Retenida volada a poste y ancla
	RVE	Retenida volada a estaca y ancla
	RPP	Retenida poste a poste

Tabla 2.7 Diseño de retenidas.

2.4.7 Conductores

1. Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos como se indican en la **Tabla 2.8**.

Calibre (AWG o KCM)	Material	Hilos	Área (mm ²)	Diámetro (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

Tabla 2.8 Conductores.

2. 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.

3. Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo.

4. Los conductores se normalizan en base a los siguientes criterios:

I. Calibres.

II. Material.



- 1) 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.
- 2) 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.
5. En derivaciones y empalmes de conductores de ACSR o AAC se utilizaran invariablemente conectadores de compresión.
6. Para conductores AAC y ACSR se utilizarán varillas preformadas en los apoyos de aisladores.
7. Para conectar ramales en media tensión se utilizara conectador derivador tipo L, T.
8. Cuando se instalen conectadores derivador mecánicos para línea viva (pericos) se deben instalar en un estribo de cobre.
9. Para rematar líneas de baja tensión de ACSR o AAC se utilizaran remates preformados.
10. El conductor de cobre se podrá empalmar, conectar y rematar entorchando, también se podrán utilizar conectadores a compresión.
11. En remates de líneas de media tensión se usara grapa de remate, las líneas de baja tensión se remataran 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.

2.4.8 Equipo Eléctrico

Esta sección contiene las normas para la instalación de equipo eléctrico.

1. La codificación de los equipos que se mencionan, solo es para identificar el nombre y facilitar la consulta dentro de las normas.
2. Los símbolos del equipo se indican en la norma 01 00 08.



3. Todas las estructuras con equipo deben estar numeradas y esos números referidos a los planos y croquis
4. 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.
5. Todos los transformadores y capacitores deben tener protección contra sobrecorriente mediante eslabones fusible.
6. 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.
7. Al transportar el equipo se requiere de una estiba y sujeción correcta al vehículo, preferentemente en su empaque original.
8. Todas las conexiones del equipo eléctrico se deben hacer con conductor de cobre semiduro desnudo, de 5,19 mm de diámetro (Nº4 AWG), excepto en las salidas de baja tensión de los transformadores.
9. 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.
10. Cuando estén instalados los tres cortacircuitos fusible y sea necesario abrirlos, se debe proceder de la siguiente forma:

Una vez seleccionado el rompe carga adecuado al voltaje e instalado en la pértiga, se abrirá primero el del extremo donde estén dos cortocircuitos en el mismo lado. Posteriormente se abrirá el del otro extremo y por último el del centro. Para cerrar se procesara en forma inversa: primero el del centro, posteriormente el de la orilla que se encuentra solo y al último el del otro extremo, como se ilustra en la **Figura 2.10**

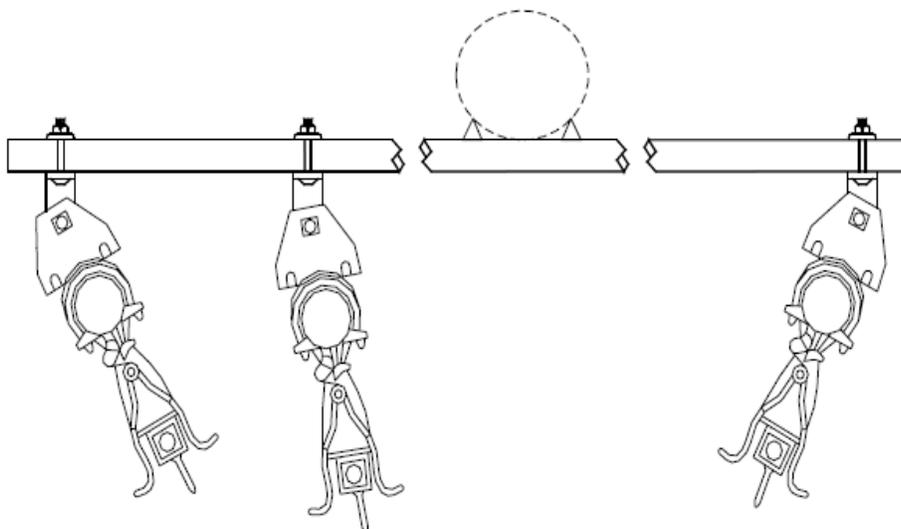


Figura 2.10 Apertura de circuito.

Secuencia para:

Abrir	1	3	2
Cerrar	3	1	2

Selección de apartarrayos.

1. Los apartarrayos utilizados en instalaciones aéreas de distribución son de óxidos metálicos.
2. La selección del apartarrayo está en función de la tensión de la línea y del apartarrayo de acuerdo al tipo de sistema, como se ilustra en la **Tabla 2.9**.

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

Tabla 2.9 Selección de apartarrayo

1. 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 N°4 AWG, como se indica en la **Figura 2.11**.

2. Todas las conexiones mecánicas deben estar firmemente apretadas para asegurar la rigidez de la instalación.

3. 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).

4. 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.

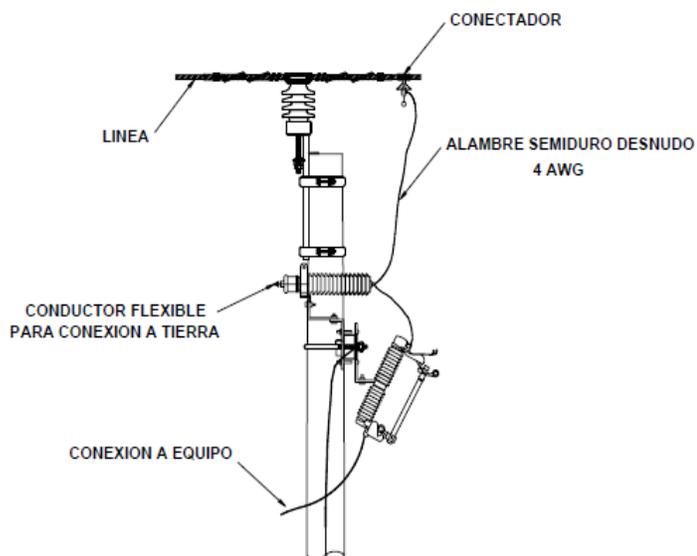


Figura 2.11 *Conexión de apartarrayo*

Se aplican todas las indicaciones de la norma **08 00 01**.

Esta sección de transformadores incluye la selección de eslabón fusible para la protección contra sobrecorriente, la conexión de las unidades que integran cada banco en función del sistema de alimentación de media y baja tensión, así como los calibres de conductores de las salidas del banco para alimentar la red de baja tensión.

1. Todos los bancos de transformación tendrán la protección contra una sobretensión en el lado de media tensión utilizando apartarrayos.



2. Preferentemente utilice Transformadores Autoprotegidos.
3. La capacidad del eslabón fusible para protección del banco se indica en la norma **08 TR 03**. 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.
4. Todas las conexiones eléctricas en el banco de transformación se harán con conductores de cobre.
5. Todos los bancos de transformadores para distribución se deben instalar preferentemente en su centro de carga.
6. La resistencia del poste para la estructura del banco debe ser apropiada al peso del banco.
7. 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 2.10 Carga límite de postes para instalación de Transformadores.

Nota 1: Para contaminación use poste de concreto reforzado (PCR - **C - ***).

8. Todas las conexiones desde la línea de media tensión a los apartarrayos, cortacircuitos fusible y de estos al transformador, así como las conexiones a tierra de los apartarrayos y la bajante de tierra, serán con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre N° 4 AWG.
9. Todas las conexiones de los bornes secundarios de las fases y neutro del transformador a la línea de baja tensión deben ser con cable de cobre especificación CFE E0000-03 conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 v, para 75° c. A continuación se representa en la **Figura 2.12** la manera y los materiales en la **Tabla 2.11**, que debe llevar la instalación de un Transformador YT monofásico.

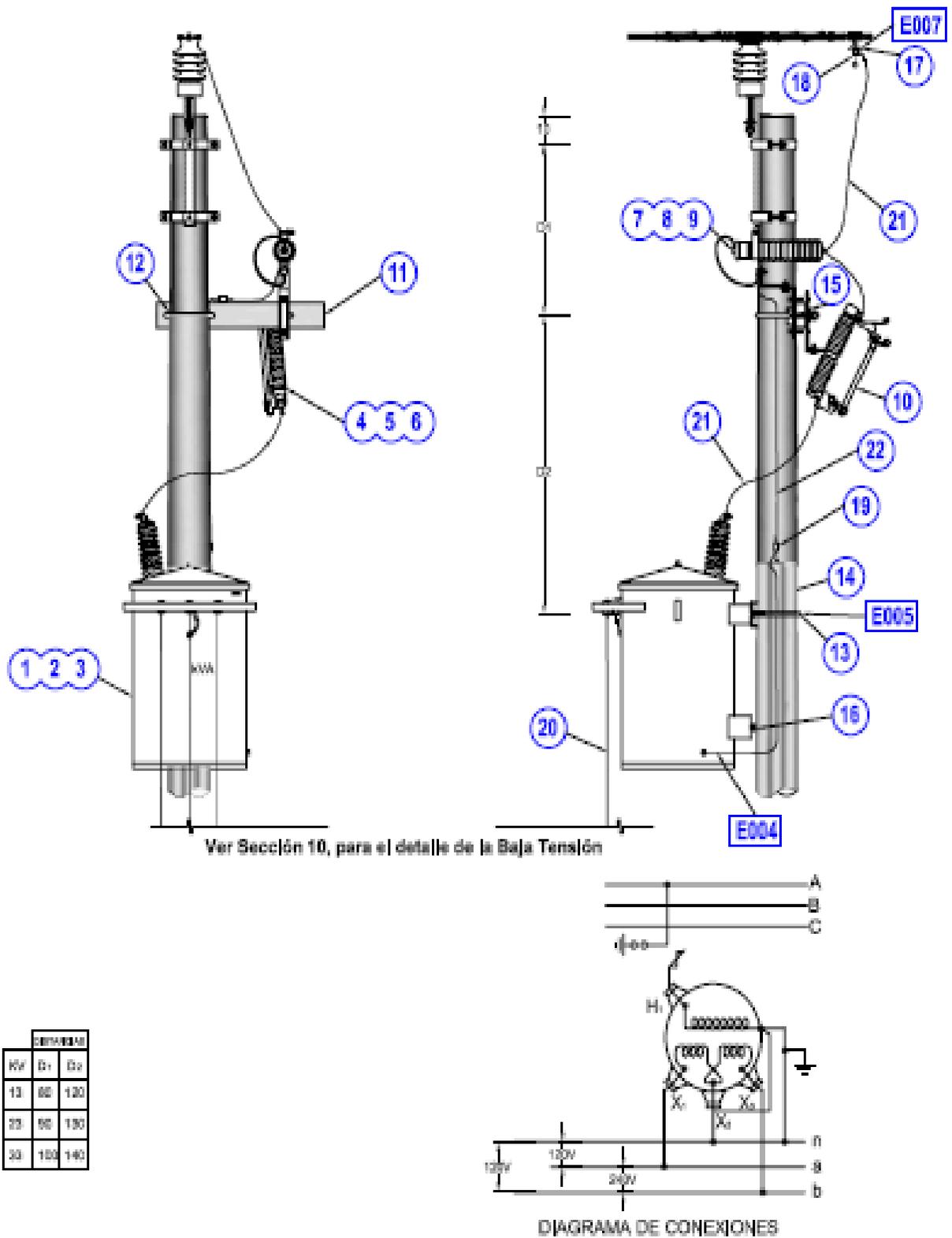


Figura 2.12 Diagrama representativo de instalación de Transformador.

MODULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	NRF-025	Pz	Transformador D1-* -13200YT/7620-120/240 (3)	1		
2	NRF-025	Pz	Transformador D1-* -22860YT/13200-120/240 (3)		1	
3	NRF-025	Pz	Transformador D1-* -33000YT/19050-120/240 (3)			1
4	V4100-03	Pz	Cortacircuito fusible CC-15-100-110 (1)(3)	1		
5	V4100-03	Pz	Cortacircuito fusible CCF-27-100-150 (1)(3)		1	
6	V4100-03	Pz	Cortacircuito fusible CCF-38-100-200 (1)(3)			1
7	VA400-43	Pz	Apartarrayo ADOM -10 (2)(3)	1		
8	VA400-43	Pz	Apartarrayo ADOM-18 (2)(3)		1	
9	VA400-43	Pz	Apartarrayo ADOM-27 (2)(3)			1
10	5GE00-01	Pz	Eslabón Fusible, ver 08 TR 03	1	1	1
11	2C900-93	Pz	Cruceta PV75 (3)	1	1	1
12	2A100-05	Pz	Abrazadera UC	1	1	1
13	2A100-05	Pz	Abrazadera UL	1	1	1
14	2S300-46	Pz	Soporte CV1	1	1	1
15	2A600-11	Pz	Placa 1PC	4	4	4
16	67B00-04	Pz	Tomillo 16 x 63	2	2	2
17	Sin Referencia	Pz	Estribo	1	1	1
18	2D100-27	Pz	Conector para línea viva	1	1	1
19		Pz	Conector, ver 07 CO 02	2	2	2
20	E0000-03	m	Cable de cobre CF, ver 08 TR 04	9	9	9
21	E0000-32	Kg	Alambre Cu 4	1	1	1
22		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1

Tabla 2.11 Material para instalación de Transformador.

2.4.9 Sistema de tierras

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.

1. Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 5.19 mm de diámetro (calibre N° 4 AWG) mínimo.
2. Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC.
3. 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, como se ilustra en la **Figura 2.13**.
4. 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 .
5. Todos los neutros contiguos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión.
6. Para áreas de alta incidencia de vandalismo y cuando la bajante de tierra se instale por fuera del poste, se optará por utilizar alambre ACS 3 N° 9.

7. Para áreas de contaminación, todos los conectadores a utilizar serán de cobre a compresión.

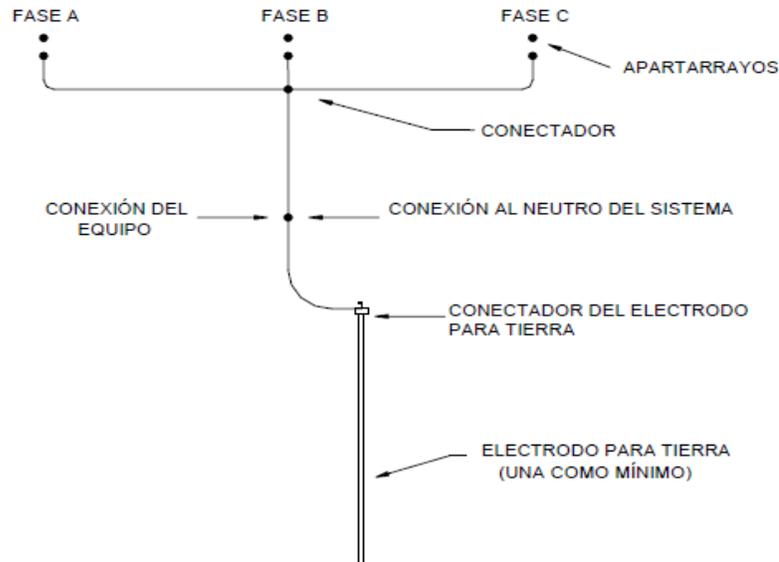


Figura 2.13 Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo

2.4.10 Líneas de Baja Tensión

1. Las tensiones eléctricas de las líneas de baja tensión están normalizadas como se ilustra en la **Tabla 2.11**:

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

Tabla 2.12 Tensión Eléctrica para BT.

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. 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**.

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 conectador adecuado, de acuerdo a la norma **07 CO 02**, 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, vea norma **10 FT 01**.

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 como se ilustra en la **Figura 2.14**. 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. Las características del cable ACS se muestran en la norma **06 00 03**.

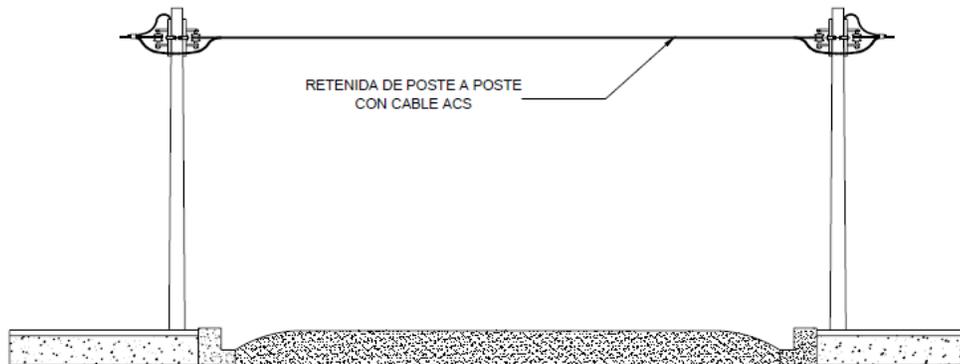


Figura 2.14 Retenida se poste a poste con conductor ACS.

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° 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.

3. Desarrollo

3.1 Bases del proyecto

3.1.1 Presupuesto.

Para la realización del proyecto comenzamos con el catálogo de conceptos los cuales integraran el presupuesto de total de la obra de electrificación rural.



No.	ESP EC	CATALOGO DE CONCEPTOS LINEA DE DISTRIBUCION	UNIDAD	CANT.	P.U.	P.U. CON LETRA	TOTA L
1.	LD01	MANTENIMIENTO DE BRECHA	HA	0.05			
2.	LD02	TRAZO Y LOCALIZACIÓN DE CEPAS PARA POSTES Y RETENIDAS	PIEZA	343.00			
3.	LD03	TRANS. DE POSTES DE LA BODEGA DE C.F.E. A LA OBRA O DE LA OBRA A LA BODEGA DE CFE (INCLUYE MANIOBRA DE CARGA Y DESCARGA)	PIEZA	152.00			
4.	LD04	EXCAVACIÓN DE CEPAS PARA POSTES Y RETENIDAS EN TERRENO NORMAL O TIPO 2	PIEZA	343.00			
5.	LD05	RECOLECCION Y DISTRIBUCION DE PIEDRA A PIÉ DE CEPA	PIEZA	343.00			
6.	LD06 -G	DISTRIBUCION, PARADO Y PLOMEADO DE POSTES DE CONCRETO O MADERA. INCLUYE EL TRASLADO A PIE DE CEPA (CON GRUA)	PIEZA	117.00			
7.	LD06 -M	DISTRIBUCION, PARADO Y PLOMEADO DE POSTES DE CONCRETO O MADERA. INCLUYE EL TRASLADO A PIE DE CEPA (A MANIOBRA)	PIEZA	30.00			
8.	LD07	TRANSPORTE DE MATERIAL COMPLETO DE LA BODEGA DE C.F.E. A LA OBRA INCLUYE CARGA Y DESCARGA	TON	49.22			
9.	LD08	VESTIDO DE ESTRUCTURAS DE UN POSTE EN M.T. INCLUYE COLOCACION DE HERRAJES Y AISLAMIENTOS	PIEZA	181.00			
10	LD09	VESTIDO DE ESTRUCTURAS EN B.T. INCLUYE COLOCACIÓN DE HERRAJES Y AISLAMIENTOS	PIEZA	136.00			
11	LD10	VESTIDO DE ESTRUCTURAS EN M.T TIPO H. INCLUYE COLOCACION DE CRUCETAS, HERRAJES Y AISLAMIENTOS.	PIEZA	2.00			
12	LD11	INSTALACIÓN DE PERNO Y ANCLA. INCLUYE COLOCACIÓN DE PIEDRA, RELLENO Y APISONADO DE CEPA	PIEZA	196.00			
13	LD12	INSTALACIÓN DE RETENIDA. INCLUYE CORTADO, TENDIDO, TENSIONADO Y CUETEADO DE CABLE ASI COMO INST. DE AISLADOR	PIEZA	392.00			
14	LD13	TENDIDO, EMPALMADO, TENSIONADO, ENCLEMADO Y CERRAR PUENTES DE CABLE COND. EN M. T. (CONDUCTOR LIGERO)	H -KM	14.789			
15	LD14	TENDIDO, EMPALMADO, TENSIONADO, ENCLEMADO Y CERRAR PUENTES DE CABLE COND. EN M. T. (CONDUCTOR PESADO)	H -KM	43.825			
16	RD1 8	INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS Y MEDIDORES. INCLUYE TENDIDO DE CABLE PARA ACOMETIDA	PIEZA	4.00			
17	LD16	INSTALACION DE ELECTRODO DE TIERRA. INCLUYE CONEXIÓN AL BAJANTE Y EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO NORMAL O TIPO 2	PIEZA	79.00			
18	LD17 -G	MONTAJE DE TRANSFORMADOR INCLUYE SU PUENTE (CON GRUA)	PIEZA	3.00			
19	LD17 -M	MONTAJE DE TRANSFORMADOR INCLUYE SU PUENTE (A MANIOBRA)	PIEZA	1.00			
20	LD18	MONTAJE DE CORTACIRCUITOS FUSIBLES Y/O APARTARAYOS MT Y/O BT INCLUYE SU CONEXIÓN	PIEZA	167.00			
21	LD19	DEVOLUCIÓN DE MATERIALES A LA BODEGA DE C.F.E. (INCLUYE CARGA Y DESCARGA).	TON	2.46			
22	LD20	INVENTARIO FISICO Y PLANO DEFINITIVO EN AUTOCAD Y EN DEPRORÉD, GEOREFERENCIADOS	PIEZA	1.00			
23	LD21	INSTALACION DE CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE TRIPLE DISPARO	PIEZA	3.00			
24	LD23	INSTALACION DE CUCHILLAS DE OPERACIÓN. INCLUYE CALIBRADO Y PRUEBAS.	PIEZA	2.00			
25	LD24	MONTAJE DE RESTAURADOR. INCLUYE CONEXIONES A LOS EQUIPOS DE PROTECCION.	PIEZA	1.00			
26	LD26	DESVESTIDO DE ESTRUCTURAS EN MEDIA TENSION.	PIEZA	6.00			
27	LD27	DESVESTIDO DE ESTRUCTURAS EN BAJA TENSION.	PIEZA	6.00			
28	LD28	RETIRO DE RETENIDAS	PIEZA	2.00			



29	LD29	RETIRO DE CONDUCTOR, INCLUYE CORTADO Y ENROLLADO EN MEDIA TENSION O BAJA TENSION.	H-KM	1.200			
30	LD30	RETIRO Y REUBICACION DE ACOMETIDAS, INCLUYE: CORTADO Y ENROLLADO DE CONDUCTOR	PIEZA	30.00			
31	LD31	RETIRO DE CORTACIRCUITO FUSIBLE Y APARTARRAYO INCLUYE RETIRO DE CRUCETA, HERRAJE Y DESPUENTE	PIEZA	3.00			
32	LD32 -G	RETIRO DE TRANSFORMADOR Y EQUIPO DE PROTECCION EN B.T. (CON GRUA)	PIEZA	1.00			
33	LD34 -G	RETIRO DE POSTE (CON GRUA), INCLUYE RELLENO Y APISONADO DE CEPA	PIEZA	5.00			
34	LD36	INSTALACION DE PUNTO DE SECCIONAMIENTO AUTOMATICO	PIEZA	1.00			

Tabla 2.13 Catalogo de conceptos.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD					
DIVISION SURESTE					
DEPTO. DE ELECTRIFICACION DIVISIONAL					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS LINEA DE DISTRIBUCION					
NOMBRE DE LA OBRA:		INTR. DE E.E. MEDIA TENSION TENEGAJA			
DISTANCIA TOTAL A LA OBRA :		125 KMS			
DISTANCIA DE PAVIMENTO :		90 KMS	TIEMPO DE TRASLADO CAMION DE 12 TON.		
DISTANCIA DE TERRACERIA :		35 KMS	5 HRS.		
No. RD03 ESPECIFICACIONES		TRANSPORTE DE POSTERIA DE LA BODEGA A LA OBRA		UNIDAD PIEZA	
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
				SUMA	
No	MANO DE OBRA	REND.	1/REND.	UNIDAD	IMPORTE
1	SOBRESTANTE	64	0.016	JOR	457.33
1	PEON	32	0.031	JOR	187.72
				SUMA	13.01
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
HERRAMIENTA MENOR		0.03	% M.O.	13.01	0.39
CAMION DE 12 TONELADAS		0.63	HR/MAQ	424.98	265.61
CAMION GRUA		0.25	HRM	632.00	158.00
				SUMA	424.00
COSTO DIRECTO		(MAT. + M.O. + HER.)			437.01
COSTO INDIRECTO		% C.D.		10.50%	45.89
COSTO FINANCIAMIENTO		% (C.D. + C.I.)		4.10%	19.80
COSTO UTILIDAD		% (C.D. + C.I. + C.F.)		8%	40.22
C. ADICIONALES (SECODAM 5 AL MILLAR)		(C.D.)*(0.005)			2.19
TOTAL PRECIO UNITARIO (P.U.)					545.10
* SE CONSIDERA 7.5 MINUTOS POR MANIOBRA PARA LA GRUA Y PARA EL PEON					
* PARA EL CAMION DE 10 TON. SE CONSIDERA EL TIEMPO DE TRASLADO EFECTIVO CON CARGA COMPLETA					

Tabla 2.14 Precios unitario.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD						
DIVISION SURESTE						
DEPTO. DE ELECTRIFICACION DIVISIONAL						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS RED DE DISTRIBUCION						
NOMBRE DE LA OBRA:		INTR. DE E.E. MEDIA TENSION TENEJAPA				
DISTANCIA TOTAL A LA OBRA :		125 KMS				
DISTANCIA DE PAVIMENTO :		90 KMS				
DISTANCIA DE TERRACERIA :		35 KMS				
No. RD08 ESPECIFICACIONES		TRANSPORTE DE MATERIAL COMPLETO			UNIDAD TONELADA	
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	
					SUMA	
No	MANO DE OBRA	REND.	1/REND.	UNIDAD	SALARIO INTEGRADO	IMPORTE
1	SOBRESTANTE	16	0.063	JOR	457.33	28.58
2	PEON	16	0.063	JOR	187.72	23.47
					SUMA	52.05
MAQUINARIA Y EQUIPO		CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	IMPORTE	
HERRAMIENTA MENOR		0.03	% M.O.	28.34	0.85	
CAMION DE 12 TONELADAS		0.75	HRM	424.98	318.74	
					SUMA	319.59
COSTO DIRECTO		(MAT. + M.O. + HER.)				371.63
COSTO INDIRECTO		% C.D.			10.50%	39.02
COSTO FINANCIAMIENTO		% (C.D. + C.I.)			4.10%	16.84
COSTO UTILIDAD		% (C.D. + C.I. + C.F.)			8%	34.20
C. ADICIONALES (SECODAM 5 AL MILLAR)		(C.D.)*(0.005)				1.86
TOTAL PRECIO UNITARIO (P.U.)						463.55
* PARA EL CARGO DEL CAMION DE 10 TON. SE CONSIDERA UNA HORA DE MOVIMIENTO EN EL ALMACEN MAS EL TRASLADO EFECTIVO CON CARGA COMPLETA ENTRE LA CARGA UTIL DEL CAMION.						



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DIVISIÓN SURESTE

DEPTO. DE ELECTRIFICACIÓN DIVISIONAL

ZONA DE DISTRIBUCIÓN

TUXTLA

PRESUPUESTO

LINEAS DE DISTRIBUCIÓN

NÚMERO:	1	FECHA:	27-nov-2014
LOCALIDAD:	INTR. DE E.E. MEDIA TENSION TENEJAPA	VOLUMEN:	15 KMS
MUNICIPIO:	CINTALAPA	ACOMETIDAS:	4 PIEZAS
DISTRITO:	AREA CINTALAPA	KVA TOTALES:	45.0 KVA'S
ESTADO:	CHIAPAS	No. De Transfor.	3
PROGRAMA:	CONVENIO CDI	TIPO DE SUELO:	DURO
CONCEPTO 1C-13.8 KV-3F-4H - ACSR 3/0 15+000 KM MT, PCR, 1 TRANSF, 15 KVA			IMPORTE:
COSTO DE MATERIAL:			2,883,331.16
MANO DE OBRA:			938,496.69
IMPORTE POR CONEXIÓN DE OBRA Y/O LIBRANZA			0.00
TRABAJOS COMPLEMENTARIOS:			0.00
* SUB - TOTAL *			3,821,827.85
INDIRECTOS:	10.5	%	401,291.92
* SUB - TOTAL *			4,223,119.77
I. V. A.	16	%	675,699.16
* TOTAL *			
TOTAL			\$ 4,898,900.00
ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ	
LUIS ALBERTO RIVERA BARTOLON	ING ROGER ORBEY JUAREZ MARTINEZ	NG SIGFRIDO LAGUNAS SANTIAGO	

Tabla 2.15 Presupuesto.



3.1.2 Ejecución de trabajo durante el proyecto

TRAZO Y APERTURA DE BRECHA.

Descripción:

Esta actividad consiste en el derribo de árboles que se encuentren dentro de la franja del derecho de vía de 12 mts. Que por su naturaleza tengan posibilidades de crecer y pongan en peligro la continuidad de la línea, aquellos que no tengan posibilidades de crecer y que no sobrepasen los 2.00 mts. De altura no serán derribados, así como el derribo de árboles peligrosos fuera de la brecha que el supervisor indique, este derribo de árboles deberá ser a una altura de 50 cm. sobre el nivel del terreno natural debiendo cortar y esparcir la pedacería de ramas para que estas no queden por encima de los 50 cm. antes mencionados de acuerdo a la norma de referencia CFE 02 00 13.

Así también se considera en este concepto la apertura completa de árboles y arbustos en una franja al eje de la línea con ancho de 2.00 mts. Para el tránsito de personal y las maniobras de tendido de cable. En caso de árboles maderables o plantas frutales, antes de proceder a la apertura de brecha, deberá consultarse al supervisor de C.F.E. respecto a la autorización para derribarlos.

En esta actividad deberá considerarse para el caso de área rural, la apertura de un acceso con ancho como máximo de 1.5 mts. Desde la carretera a pie de cepa para el arrastre o introducción de la postería, evitando el derribo de árboles frutales (lo que será absolutamente responsabilidad del contratista).

La unidad de medida será la hectárea y el contratista, para su cotización deberá considerar la apertura del total de la longitud de la línea para lo cual en base a la visita de obra estimara sus rendimientos de mano de obra, prorrateando los tramos con los diferentes tipos de brecha pesada, media o alta, no se aceptan reclamaciones por concepto de brecha no considerada o mal estimada.

El contratista deberá tener conocimiento de las indicaciones dadas por la SEMARNAT respecto a la apertura y limpieza de brecha. La brecha será considerada para su estimación cuando este correcta y completamente abierta.

Unidad de medida: hectárea, obteniéndose esta del producto de la longitud de la LÍNEA por el ancho de la apertura de brecha que se haya realizado.

Tolerancias: Se aceptara una tolerancia máxima de +- 50 centímetros de ancho de la brecha, plenamente justificada y avalada por el supervisor.

Alcances:

- Mano de Obra.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.

- Herramientas y equipo necesario para la apertura.



Figura 3.1 Trazo y apertura de brecha.

TRAZO Y LOCALIZACIÓN DE CEPAS PARA POSTES Y RETENIDAS.

Descripción:

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 señalizadores donde se localizaran 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. Esta actividad se considerará terminada cuando se tenga localizada y señalizada la ubicación de la cepa para el poste y/o retenida como se ilustra en la **Figura 3.2.**

Unidad de medida: Pieza.

Alcances:

- Herramienta y equipo.
- Estacas de Madera.
- Cinta Métrica y/o Equipo de Medición.

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. 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.



Figura 3.2 Trazo y localización de cepas para postes y retenidas

TRANSPORTE DE POSTE DE LA BODEGA DE CFE A LA OBRA O VICEVERSA.

Descripción:

La postería de concreto ò de madera que se utilizará para la construcción, serán entregados en la bodega de la C.F.E. de la Zona de adscripción del contrato al cual corresponda la obra, y será responsabilidad del contratista, su transporte al campamento establecido por éste, en la obra, para su almacenaje y custodia.

Las maniobras de carga y descarga al vehículo de traslado deberán hacerse forzosamente con el equipo adecuado, que evite el golpeo de dichos postes al momento de la carga o la descarga. Será responsabilidad 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, por lo anterior deberá revisar detenidamente la integridad física de los postes al momento de ser recibidos, dado que cualquier daño que presenten posteriormente será imputable al contratista.

Así mismo este concepto aplicara para el transporte de postes retirados de las instalaciones existentes, al ser requerido por el supervisor de obra asignado por la Comisión, a la bodega de C.F.E. de la Zona de adscripción del contrato a la cual corresponda. Esta actividad se considerará terminada para su estimación cuando el poste esté perfectamente apilado en el campamento de la obra, y/o ingresado en el almacén de C.F.E. por el contratista, según sea el caso.

Unidad de medida: Pieza.

Alcances:

- Maniobra por carga y descarga de material.
- Herramienta y equipo.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.



Figura 3.3 *Transporte de postes de la bodega de CFe a la obra.*



EXCAVACIÓN DE CEPAS PARA POSTES Y RETENIDAS EN TERRENO TIPO 1, 2 Y 3.

Descripción:

De acuerdo a la Norma de Referencia CFE 03 00 02 se considera:

1. Terreno blando: arena, arcilla suelta y arcilla con arena
2. Terreno normal: tierra común
3. Terreno duro: tepetate, grava, roca y banquetta

Consiste en la excavación de la cepa para poste de concreto y/o madera de 7, 9, 11, 12, 13 y 14 mts. Y para ancla de retenida en terreno tipo 1, 2 y 3, por lo que será responsabilidad el contratista verificar el tipo de terreno en la visita de obra y en caso de que así lo considere necesario podrá realizar sondeos a efecto de establecer un precio por cepa ya que no se aceptarán reclamaciones por parte del mismo hacia la C.F.E. por malas consideraciones del tipo de terreno, como se ilustra en **Figura 3.4**.

En caso de encontrarse alguna cepa en terreno rocoso y que forzosamente requiera de la utilización de explosivos, se comunicará al supervisor asignado por la C.F.E. para su verificación, siendo responsabilidad del contratista presentar los permisos de las autoridades correspondientes, la adquisición, resguardo y utilización de los explosivos.

Esta actividad se considerará terminada cuando cumplan con los diámetros y profundidades de acuerdo a las Normas de Referencia CFE-03 00 02 para postes y la CFE-03 00 03 para retenidas-

Unidad de medida: Pieza

Tolerancias: se aceptara una tolerancia máxima de +- 10 cm en profundidad y +-5 cm en diámetro.

Alcances:

- Herramienta y equipo.
- Equipo de Seguridad Personal y de Grupo.
- Materiales de consumo.



Figura 3.4 *Excavación de cepas*

RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PIEDRA A PIE DE CEPA.

Descripción:

Esta actividad consiste en la recolección o suministro para la distribución de piedra a pie de la cepa de cada poste o retenida de la obra, debiendo ser esta como máximo de 20 cm. de diámetro, para el caso en que no exista piedra en la región el contratista deberá considerar la adquisición en su propuesta ya que no se aceptarán reclamaciones por no incluir el costo por este concepto, debiendo presentar a la supervisión asignada por C.F.E., la o las facturas que comprueben la adquisición del material.

Dicha piedra deberá ser recolectada y distribuida antes de iniciar el parado de la postería y la instalación de anclas y pernos ancla, en la cantidad necesaria requerida por cada tipo de cepa según Norma Vigente CFE 03 00 03 y CFE 03 00 04. Esta actividad se considerará terminada cuando se tenga suministrada, recolectada y distribuida la piedra a pie cepa de poste o retenida, en cantidad suficiente.

Unidad de medida: Pieza.

Alcances:

- Maniobras por carga, descarga y transporte de material.
- Herramienta y equipo.

- Equipo de seguridad personal y de grupo.



Figura 3.5. Recolección de piedra a pie de cepa.

DISTRIBUCION, PARADO Y PLOMEADO DE POSTE DE CONCRETO O MADERA, (CON GRUA) INCLUYE EL TRASLADO A PIE DE CEPAS.

Descripción:

Esta actividad se conforma por las sub actividades siguientes: distribución de la postearía del sitio de almacenamiento en el campamento hasta pie de cepa, incluyendo el arrastre y la maniobra de carga y descarga

Parado y plomeado de la postearía de 7, 9, 11, 12, 13 y 14 mts de concreto y/o madera, incluyendo el relleno y apisonado de las cepas con piedra no mayor de 20 cm. de diámetro y tierra producto de la excavación, de acuerdo a la norma de referencia CFE 03 00 04.

Las maniobras de carga y descarga de postes, deberán hacerse de forma tal que no se golpee y se dañe, debiendo acordar con el supervisor la forma en que se harán lo trabajos; cualquier daño que sufra el poste será responsabilidad del contratista. Cuando no exista acceso vehicular, el contratista deberá considerar el personal necesario para el arrastre a pie de cepa, excluyendo de esta actividad el apoyo de la comunidad.

Esta actividad se considerara terminada cuando los postes se encuentren perfectamente parados, plomeados y con las distancias de norma entre centros de postes y de acuerdo al proyecto proporcionado por el supervisor de la CFE así como las indicaciones que el mismo solicite.

Unidad de medida: pieza.

Alcances:

- maniobra por carga y descarga.
- maniobras necesarias en la instalación de los postes.
- herramientas y equipo.

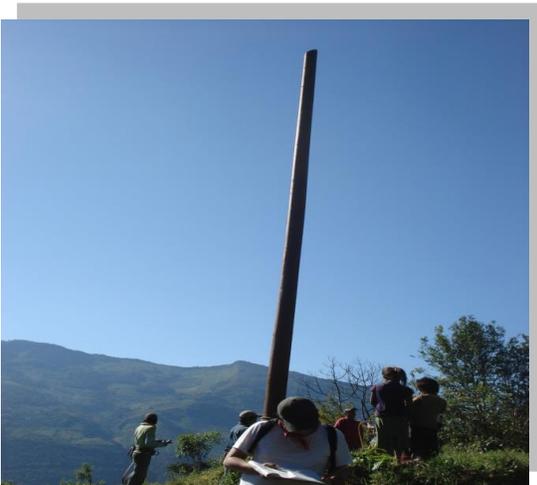


Figura 3.6 *Distribución parado y plomeado de poste.*

TRANSPORTE DE MATERIALES DE LA BODEGA DE CFE A LA OBRA.

Descripción:

Esta actividad consiste en la recepción, carga, traslado y descarga de materiales diversos, equipos eléctricos, etc. de la bodega de C.F.E. en la Zona de Adscripción del contrato a la Obra y será responsabilidad del contratista la custodia y el transporte de los mismos.

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 considerará terminada cuando los materiales se encuentren correctamente almacenados y resguardados en la obra.

Unidad de medida: Tonelada.

Alcances:

- Maniobras por carga, descarga y transporte de material.
- Cargos adicionales.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.



Figura 3.7 *Transporte de material de CFE a la obra.*

VESTIDO DE ESTRUCTURAS EN UN POSTE EN MEDIA TENSIÓN.

Descripción:

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.

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

Unidad de medida: pieza

Alcances:

- Maniobras por carga y descarga y transporte de material.
- Maniobras necesarias en la instalación de materiales.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.
- Herramientas y equipo.



Figura 3.8 *Vestido de estructura de poste en MT.*

INSTALACIÓN DE PERNO Y ANCLA

Descripción:

Esta actividad 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 cms de diámetro como máximo y material producto de la excavación de la cepa de acuerdo a la Norma de Referencia CFE-03 00 03. Construcción de líneas aéreas vigentes.

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.

Unidad de medida: pieza.

Alcances:

- Maniobras por carga y descarga y transporte de material.
- Maniobras necesarias en la instalación de materiales.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.
- Herramientas y equipo.

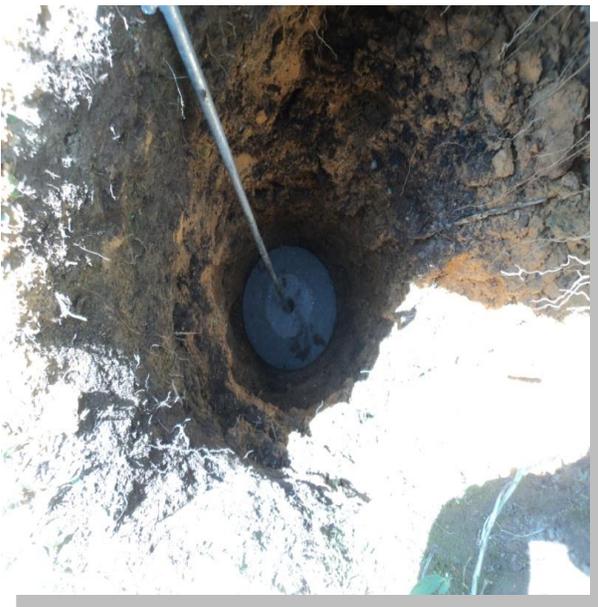


Figura 3.9 Instalación de perno ancla.



TENDIDO, EMPALMADO, TENSIONADO Y ENCLEMADO Y CERRAR PUENTES DE CABLE CONDUCTOR EN MEDIA TENSIÓN O NEUTRO (CONDUCTOR LIGERO).

Descripción:

Conductores ligeros: hasta ACSR 1/0, hasta CU 2 y hasta AAC 3/0.

Esta actividad se conforma por las sub actividades siguientes:

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 Referencia CFE-07 0000, para dar las flechas y catenarias correspondientes, rematando el conductor con remate preformado o clema tipo recto o pistola. Enclemado y cerrar puentes con conectores a compresión e instalación de estribos. Para esta actividad deberán tomarse en consideración los cuidados para el manejo del cable ACSR y AAC durante la carga, descarga, tendido y tensionado de este, debiendo acordar con el supervisor de C.F.E. las maniobras a ejecutar.

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. Unidad de medida: hilo-kilometro, el cual consiste en una fase o neutro corrido de conductor instalado en la LINEA.



Figura 3.10 *Tendido, empalmado y tensionado de conductor.*



INSTALACION DE ELECTRODO DE TIERRA. INCLUYE CONEXIÓN AL BAJANTE Y EXCAVACION DE ZANJA EN TERRENO TIPO 1, 2 Y 3.

Descripción:

Esta actividad consiste, en los postes donde exista remate de baja tensión, equipos de seccionamiento y protección: en el hincado del electrodo de tierra, la instalación del bajante a tierra y su conexión con conector suministrado; para los postes en donde se consideren bancos de transformación: en la instalación del bajante, el hincado del electrodo para sistema de tierra, la excavación de la zanja para el tendido del conductor desde el poste hasta donde se ubique la varilla, de acuerdo al tipo de terreno especificado en el catálogo de conceptos de la obra, el tendido del conductor y relleno de la zanja con material producto de la excavación o en caso que se requiera se instalara el relleno de material acondicionador de tierras (GAP) así como las conexiones necesarias con el conector suministrado por la CFE.

En los postes donde queden ubicados bancos de transformación, se deberán alcanzar valores de resistencia a tierra de 10 Ohm en tiempo de estiaje y 5 Ohm en temporada de lluvias, para lo cual se instalarán los electrodos que sean necesarios para obtener estos valores, primeramente se hincarán tres electrodos formando un triángulo alrededor del poste con una separación mínima de 3 mts. Entre sí, y posteriormente se instalarán electrodos a una distancia de 5 mts.

Partiendo de los vértices del triángulo antes formado, interconectándolas con conductor de cobre el cual deberá tenderse sobre la zanja excavada para tal fin; para esta actividad el contratista deberá de tomar lecturas posterior al hincado de cada uno de los electrodos para comprobar la disminución del valor de resistencia, en el caso de que este no suceda al contar con cinco electrodos instalados, el contratista lo comunicará al supervisor de la obra para que este le indique el procedimiento a seguir para este caso.

La actividad se considerará terminada cuando se encuentren correctamente hincados y conectados los electrodos al bajante de tierra, y el supervisor de C.F.E. verifique los valores tierra entregados por el contratista y estos valores de resistencia a tierra sean los permitidos y las zanjas estén debidamente rellenas.

Unidad de medida: pieza.

Alcances:

- Maniobras por carga y descarga y transporte de material.
- Maniobras necesarias en la instalación de materiales.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.
- Herramientas y equipo.
- Equipo de medición de tierras físicas.



Figura 3.11 *Instalación de electrodo de tierra.*

MONTAJE DE TRANSFORMADOR, INCLUYE SU PUENTE (A MANIOBRA)

Descripción:

Esta actividad consiste en el montaje de transformador de distribución monofásico o trifásico de hasta 50 KVA y 75 KVA, respectivamente, con los herrajes necesarios para su sujeción al poste, la interconexión a la red de media y baja tensión y al bajante a tierra, así como la colocación del número económico al transformador con pintura esmalte o calcomanía de acuerdo a la Norma de Referencia CFE-08 00 02.

Las maniobras de traslado e instalación del transformador, deberán hacerse de forma tal que no se golpee y se dañe, debiendo acordar con el supervisor la forma en que se harán los trabajos; cualquier daño que sufra el transformador será responsabilidad del contratista. El contratista posterior a la instalación del transformador deberá de energizarlo por un breve lapso de tiempo para comprobar su buen funcionamiento y verificar el voltaje de salida. La actividad se considerará terminada cuando el transformador se encuentre correctamente instalado, conectado y probado.

Unidad de medida: pieza.

Alcances:

- Maniobras por arrastre, carga y descarga y transporte de material
- Maniobras necesarias en la instalación de materiales.
- Equipo de seguridad personal y de grupo.
- Suministro de materiales (pintura).
- Herramientas y equipo.



Figura 3.12 Montaje de transformador.



3.2 Cálculos eléctricos

3.2.1 Resistencia de los conductores

El paso de los electrones a través de un conductor no se logra sin que estos sufran choques con otras partículas atómicas. Es más, estas colisiones no son elásticas y se pierde energía en cada una de ellas. Tal pérdida de energía por unidad de carga se interpreta como una caída de potencial a través del material.

La cantidad de energía que pierden los electrones se relaciona con las propiedades físicas del material conductor por el cual circula una corriente eléctrica dada, la resistencia indica la tasa promedio a la que la energía eléctrica se convierte en calor. El término es aplicable sólo cuando la tasa de conversión es proporcional al cuadrado de la corriente y es entonces igual a la conversión de energía dividida entre el cuadrado de la corriente.

3.2.2 Resistencia a la corriente directa

La resistencia de un alambre de cualquier material ante corriente directa, se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$R_{cd} = \rho * \frac{l}{A} \Omega \quad \text{Ec. 2.1}$$

Dónde:

l es la Longitud del conductor.

A es el Área del conductor.

P es la resistividad del material conductor.

- Efecto del entorchado en la resistencia eléctrica del conductor.

Los conductores utilizados en distribución de energía eléctrica se fabrican con determinadas características mecánicas y eléctricas. Con el fin de mejorar las cualidades mecánicas del conductor, este cuenta con un alma de acero o aluminio (alambre conductor central) y para lograr la capacidad de transporte de corriente deseada, se acompaña de una serie de alambres entorchados a su alrededor. Por lo tanto la longitud real de conductor involucrado en la fabricación de un conductor, supera en alrededor de un 2% al 4%, la longitud de producto final obtenido, dependiendo del número de hilos del entorchado.

$$R_{cd} = \rho \frac{l}{A} (1 + kc) \Omega \quad \text{Ec. 2.2}$$

3.2.3 Resistencia a la corriente alterna

La resistencia de un conductor a la corriente alterna es mayor que la resistencia que presenta el mismo conductor a la corriente directa. Este incremento es ocasionado



por dos efectos:

- El efecto piel (o efecto skin).
- El efecto de proximidad.

Por lo que la resistencia a la corriente alterna se calcula de acuerdo con:

$$R_{ca} = R_{cd} (1 + Y_s + Y_p) \quad \Omega/Km \quad \text{Ec. 2.3}$$

Dónde:

Y_s es un factor debido al efecto piel.

Y_p es un factor debido al efecto de proximidad.

- Efecto piel.

Si se hace circular una corriente alterna por un conductor, las pérdidas de energía por resistencia resultan algo mayores que las pérdidas que se producen cuando circula una corriente directa de magnitud igual al valor eficaz de la corriente alterna. Cuando circular corriente directa por el conductor se tendrá una densidad de corriente uniforme en toda la sección del conductor. En cambio cuando circula corriente alterna por el mismo conductor, la densidad de corriente es mayor en la superficie que en el centro de dicho conductor. A este fenómeno se le conoce como "efecto piel". Y el resultado es una resistencia mayor en corriente alterna.

El factor Y_s del efecto piel se calcula por medio de:

$$Y_s = 7.5 * f^2 * d^4 * 10^{-7} \quad \text{Ec. 2.4}$$

Dónde:

d es el diámetro del conductor en cm.

f = frecuencia del sistema en Hz.

Lo que permite concluir que la diferencia entre R_{cd} y R_{ca} se acentúa a medida que aumenta el calibre de los conductores y aumenta la frecuencia f en ciclos. Para conductores de pequeño calibre (menores de 1/0 AWG) ambas resistencias son prácticamente iguales.

- Efecto de proximidad.

Cuando un conductor por el que fluye una corriente eléctrica alterna se encuentra cercano a otro que transporta un flujo de iguales características pero de sentido contrario, crea una resta vectorial de densidad de flujo, originando una reducción en la inductancia en las caras próximas y en las diametralmente opuestas, dando por resultado una distribución no uniforme de la densidad de corriente y aumento aparente de la resistencia efectiva, la cual se calcula afectando la resistencia original



por un factor Y_p .

Esto es válido para cables paralelos que alimentan cargas monofásicas y trifásicas. La fórmula siguiente da el valor de Y_p :

$$Y_p = dx + t \quad \text{Ec. 2.5}$$

Dónde:

t es el espesor del aislamiento.

$d_c = d_x$ que es el diámetro de un conductor redondo de la misma área de un conductor sectorial.

En el caso de cables tripolares con conductor segmentado, el valor de Y_p obtenido se deberá multiplicar por $2/3$ para obtener el factor de proximidad. También se deberá sustituir en la fórmula original. En la tabla 3.4 se muestra la razón de resistencia c.a / c.d para conductores de cobre y aluminio a una frecuencia de 60 Hz para conductores cableados concéntricos normales de cobre y aluminio.

Calibre AWG o MCM	Cables con cubiertas no metálicas 1		Cables con cubiertas metálicas 2	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
3 y menos	1	1	1	1
2	1	1	1.01	1
1	1	1	1.01	1
1/0	1.001	1	1.02	1
2/0	1.001	1.001	1.03	1
3/0	1.002	1.001	1.04	1.01
4/0	1.004	1.001	1.05	1.01

Tabla 3.1 Razón R_{ca} y R_{cd} para conductores Cu y Al a 60 Hz.



Calibre AWG o MCM	Nro de hilos		Resistencia c.a 60Hz Ω /km		
	AC	AL	25°C	50°C	75°C
6	1	6	2.149	2.448	2.684
4	1	6	1.353	1.565	1.717
2	1	6	0.853	1.012	1.108
1	1	6	0.667	0.811	0.89
1/0	1	6	0.537	0.654	0.716
2/0	1	6	0.426	0.53	0.58
3/0	1	6	0.339	0.429	0.47
4/0	1	6	0.27	0.359	0.383
266.8	7	26	0.214	0.235	0.256
300	7	30	0.196	0.217	0.237
336.4	7	30	0.168	0.185	0.201
397.5	7	30	0.142	0.157	0.171
477	7	30	0.119	0.13	0.142
500	7	30	0.11	0.122	0.133

Tabla 3.2 Resistencia c.a de conductores de aluminio tipo ACSR a 60 Hz.

3.2.4 Inductancia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva

- **Inductancia.**

Cuando por un conductor circula una corriente de magnitud variable con el tiempo se crea un flujo magnético variable, el cual se enlaza con los demás conductores del circuito, por los que también circulan corrientes de naturaleza análoga. La inductancia es la propiedad de un circuito que relaciona la fem inducida por la velocidad de variación de flujo con la velocidad de variación de la corriente, o sea que:

$$L = \frac{d\Phi}{dt} H \quad \text{Ec. 2.6}$$

Si el número de enlaces de flujo varía linealmente con la corriente se tendrá:

$$L = \frac{\Phi}{i} H \quad \text{Ec. 2.7}$$

Dónde:

Φ es el flujo magnético que circula por el conductor.

i es la intensidad de corriente eléctrica.

También podemos calcular la Inductancia por fase de una línea trifásica como se muestre en la **Ec. 2.8**.

$$L = 2 * 10^{-4} \ln \frac{DME}{RMG} \frac{\Omega}{Km} \quad \text{Ec. 2.8}$$

La calcular la Capacidad por fase para una línea trifásica

$$C = \frac{10^{-6}}{18 * \ln \frac{DME}{RMG}} \frac{F}{Km} \quad \text{Ec. 2.9}$$

Dónde:

DME: Distancia Media Equivalente.

RMG: Radio Medio Geométrico.

RMG': RMG*e-1/4.

La inductancia de un conductor de un circuito es igual al número de enlaces de flujo del conductor por unidad de corriente del mismo. En una línea de 2 conductores el número de enlaces de flujo del circuito es la suma de los enlaces de flujo de cada conductor. En las **Figuras 2.14 – 15** se ilustra la inductancia del conductor debido al flujo interno y externo.

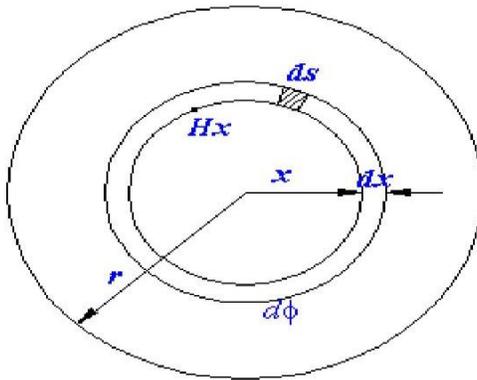


Figura 3.13 Flujo interno.

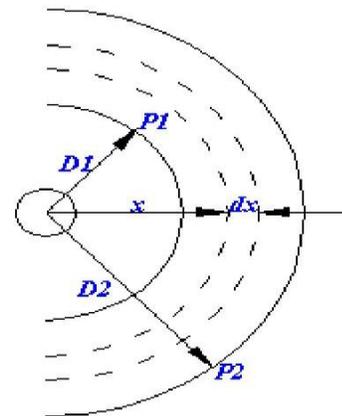


Figura 3.14 Flujo externo.



- **Distancia Media Equivalente DME**

La distancia media equivalente, es la media geométrica de las distancias de cada hilo de cada fase con cada uno de los hilos de las otras fases. Para un circuito trifásico sencillo se utiliza la siguiente **Ec. 2.7**.

$$DME = \sqrt[3]{D_{ab} * D_{bc} * D_{ca}} \quad \text{Ec. 2.10}$$

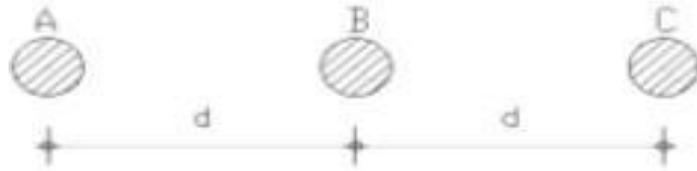


Figura 3.15 Distancia media equivalente.

- **Radio Medio Geométrico RMG**

El radio medio geométrico es un concepto matemático útil en el cálculo de la inductancia y puede ser definido como el radio de un conductor tubular con una pared de espesor infinitesimal, que tiene en cuenta tanto el flujo interno como el flujo externo a una distancia unitario del centro del conductor. El radio medio geométrico para una configuración dada es la media geométrica del radio medio geométrico de cada uno de los subconductores de una fase con las distancias de ese subconductor a cada uno de los subconductores de la misma fase.

Para un circuito trifásico sencillo el RMG es el RMG del conductor. Para una línea trifásica de doble circuito, donde existen entre los conductores de una misma fase distancias $D_{aa'}$, $D_{bb'}$ y $D_{cc'}$ y es un circuito transpuesto, como se ilustran en las **Ec. 2.8 -9 -10**.

$$RMG = \sqrt{RMG * d} \quad \text{Ec. 2.11 Haz de dos conductores}$$

$$RMG = \sqrt[3]{RMG * d * d} \quad \text{Ec. 2.12 Haz de tres conductores}$$

$$RMG = \sqrt[4]{RMG * d * d * d * \sqrt{2}} \quad \text{Ec. 2.13 Haz de cuatro conductores}$$

- **Reactancia Inductiva**

El valor de la reactancia inductiva depende de la frecuencia del sistema y del valor de la inductancia total (suma de inductancia interna y externa) del cable y se obtiene de:

$$XL = 2 * \Pi * f * L \quad \text{Ec. 2.14}$$



Por lo tanto si aplicamos los valores del proyecto constructivo tenemos que:

Para un circuito trifásico con conductores en aluminio, la reactancia de la obtendremos como se ilustra en la **Ec. 2.15**

$$XL = 2 * \Pi * f * 2 * 10^{-4} \ln \frac{DME}{RMG'} \frac{\Omega}{KM} \quad \text{Ec. 2.15}$$

Sustituyendo la ecuación obtenemos la reactancia inductiva.

$$XL = 0.075 \ln \frac{DME}{RMG'} \frac{\Omega}{KM} \quad \text{Ec. 2.16}$$

- **Reactancia Capacitiva:**

Para un circuito de corriente alterna de f Hz, reactancia capacitiva por unidad de longitud es:

$$Xc = \frac{1}{2 * \Pi * f * C} \Omega * Km \quad \text{Ec. 2.17}$$

Para un circuito trifásico, aislado en aire.

$$Xc = \frac{1}{2 * \Pi * f * \frac{10^{-6}}{18 * \ln \frac{DME}{RMG'} \frac{F}{KM}}} \quad \text{Ec. 2.18}$$

Resumen de parámetros.

l: Longitud.

r: Resistencia por unidad de longitud.

l: Inductancia por unidad de longitud.

xl: Reactancia inductiva por unidad de longitud.

c: Capacidad por unidad de longitud.

xc: Reactancia capacitiva por unidad de longitud.

R: Resistencia total de la línea.

L: Inductancia total de la línea.

C: Capacidad total de la línea.



XL: Reactancia Inductiva de la línea.

Xc: Reactancia capacitiva de la línea.

3.2.5 Caída de tensión en líneas de media tensión

Para calcular la caída de tensión, utilice los datos de la siguiente **Tabla 2.12** para todas las tensiones eléctricas nominales de las líneas de media tensión de distribución en todas las estructuras normales, menos en las estructuras tipo C y H. Se supone en sistema trifásico balanceado.

- Multiplique la caída de tensión correspondiente al calibre y material del conductor por la corriente de fase y por la longitud en kilómetros. Sabiendo que la caída de tensión es entre fases.
- El conductor AAC se considera similar al ACSR en este parámetro.

CAIDA DE TENSION POR AMPERE POR KILOMETRO							
CONDUCTOR		FACTOR DE POTENCIA EN %					
CALIBRE AWG O KCM	MATERIAL	75	80	85	90	95	100
1/0	CU	0.964	0.964	0.92	0.881	0.808	0.595
3/0	CU	0.778	0.753	0.718	0.668	0.59	0.375
250	CU	0.657	0.628	0.588	0.537	0.46	0.252
1/0	ACSR	1.247	1.247	1.237	1.213	1.154	0.953
3/0	ACSR	0.962	0.946	0.922	0.882	0.811	0.6
266.4	ACSR	0.74	0.718	0.687	0.644	0.573	0.375
336.8	ACSR	0.673	0.647	0.614	0.567	0.493	0.297
477	ACSR	0.588	0.56	0.523	0.474	0.401	0.209

Tabla 3.3 *Caída de tensiones por conductor.*

Los datos de impedancia de la **Tabla 2.12** fueron calculados a base a 25 °C y una distancia media geométrica de 1.38 m (de los conductores). Con frecuencia de 60 Hz.

$$\Delta V = \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad V \quad \text{Ec. 2.19}$$

Dónde:

R es la resistencia del conductor su unidad de medida es el Ω (Ohm).

I es la corriente que circula por el conductor su unidad de medida en el A (ampere).

X es la reactancia del conductor su unidad de medida en el Ω (Ohm).

V es la diferencia de potencia su unidad de medida es el v (Volt).



- Calculo de caída de tensión para proyecto constructivo de Nuevo amanecer de Tenejapa 3F-4H 15.5 Km.

Parámetros:

V= 13,200 Volts

P= 103.5 Kw

f.p= 90%

L= 15.5 km

Conductor es ACRS 3/0 AWG.

Formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta)$$

Para calcular la I (corriente eléctrica) utilizaremos la siguiente formula:

$$I = \frac{KW}{f.p * \sqrt{3} * KV} \quad \text{Ec. 2.20}$$

Sustituyendo los valores tenemos que:

$$I = \frac{103.5 KW}{0.90 * \sqrt{3} * 13.2 KV}$$

$$I = 5.03 A \text{ (ampere's)}$$

Por lo tanto si nos guiamos de la **Tabla 2.12**, según las características del conductor ACSR 3/0 AWG, y el factor de potencia 90% tenemos el valor de impedancia de: 0.882 Ω .

Por lo tanto la caída de tensión es de:

$$Caída de Tension = I * Z * L$$

$$Caída de Tension = 5.03 * 0.883 * 15.5$$

$$Caída de Tension = 67.7 V$$

Para calcular la caída de tensión en porcentaje utilizaremos la siguiente formula:



$$\Delta V\% = \frac{D * L * I}{V * A} \quad \text{Ec. 2.21}$$

Dónde:

D es el diámetro del conductor la unidad es el mm.

L es la longitud de la línea de distribución en m.

I es la corriente que circula en el conductor la unidad de medida es A.

V es la diferencia de potencia la unidad de medida es el V.

A es el área transversal del conductor, la unidad de medida es mm².

Por lo tanto los valores son los siguientes:

D= 12.75 mm.

L= 15500 m.

I= 5.03 A.

V= 13200 V

A= 99.23 mm².

Sustituyendo los valores en la **Ec. 2.20** obtendremos:

$$\Delta V\% = \frac{12.75 * 15500 * 5.03}{13200 * 99.23}$$

$$\Delta V\% = 0.75\%$$

Por lo tanto el porcentaje de caída de tensión en una línea de distribución de 15.5 kilómetros es de 0.75%.



4. Conclusión

El proyecto de construcción de redes áreas rurales ha sido de suma importancia, ya que se ha adquirido experiencia en el compa laboral, conforme fue avanzando el proyecto así también fue avanzando y profundizando el aprendizaje, el haber realizado este proyecto me ha servido para conocer los diferentes materiales, equipo y herramienta que se utilizan en la construcción de una línea aérea, también a conocer y a utilizar el equipo de protección personal que nos ayuda a salvaguardar nuestra integridad.

Si bien el construir una línea de distribución no basta con solo construirla, sino que se tiene que tomar diversos factores que contribuyan a una excelente distribución de la energía eléctrica, que permitan uniformizar la calidad y simplificar la construcción, permitiendo así lograr una operación eficiente y segura con un mínimo de mantenimiento.

Para la realización del proyecto constructivo me ha sido de gran ayuda el apegarme al reglamento de construcción que se maneja en la CFE, ya que permite conocer detalladamente las variadas aplicaciones que tienen las estructuras de media tensión. Durante la planeación del proyecto pudimos conocer cómo se proyectar y llevar a cabo una construcción. Mediante la realiza de un levantamiento digital, así como también a cómo elaborar el presupuesto de la obra.



Referencias bibliográficas.

[1] <http://sisproter.cfe.gob.mx/sisproter/>

[2] http://www.cfe.gob.mx/Proveedores/2_Obrapublica/Paginas/Invitacion-a_cuando-menos-Tres-Personas.aspx

[3] <http://www.cdi.gob.mx/index.com>

[4] <http://sisproter.cfe.gob.mx/sisproter/>

[5] <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=070170519>

[6] [Gilberto Enríquez Harper, Fundamentos de instalaciones eléctricas de media y alta tensión, editorial Limuza Pag. 96- 134.](#)

[7] [José García Transancos, Instalaciones eléctricas en media y baja tensión, Editorial Paraninfo 2006, Pag. 205-223.](#)



Índice de tablas, figuras y formulas.

Figuras.

Figura 1.1 *Diagrama a bloques.*

Figura 2.1 *Elementos de un sistema de subtransmisión.*

Figura 2.2 *Diagrama a bloques de proceso de planeación de sistemas de distribución.*

Figura 2.3 *Portal de COMPRANET.*

Figura 2.4 *Separación de conductores a construcciones*

Figura 2.5 *Profundidad de cepas para empotrar anclas.*

Figura 2.6 *Dimensiones de base para empotrar anclas.*

Figura 2.7 *Aisladores, Conductor y Herrajes para MT.*

Figura 2.8 *Diseño de Retenida.*

Figura 2.9 *Retenidas para estructuras en deflexión.*

Figura 2.10 *Apertura de circuito.*

Figura 2.11 *Conexión de apartarrayo.*

Figura 2.12 *Diagrama representativo de instalación de Transformador.*

Figura 2.13 *Diagrama esquemático de una bajante de tierra para equipo*

Figura 2.14 *Retenida se poste a poste con conductor ACS.*

Figura 3.1 *Trazo y apertura de brecha.*

Figura 3.2 *Trazo y localización de cepas para postes y retenidas*

Figura 3.3 *Transporte de postes de la bodega de CFe a la obra.*

Figura 3.4 *Excavación de cepas*

Figura 3.6 *Distribución parado y plomeado de poste.*

Figura 3.7 *Transporte de material de CFE a la obra.*



Figura 3.8 *Vestido de estructura de poste en MT.*

Figura 3.9 *Instalación de perno ancla.*

Figura 3.10 *Tendido, empalmado y tensionado de conductor.*

Figura 3.11 *Instalación de electrodo de tierra.*

Figura 3.12 *Montaje de transformador.*

Figura 3.13 *Flujo interno.*

Figura 3.14 *Flujo externo.*

Figura 3.15 *Distancia media equivalente.*

Tablas

Tabla 2.1 *Condiciones de diseño .*

Tabla 2.2 *Presión del viento en postes .*

Tabla 2.3 *Descripción genérica de sistema de distribución*

Tabla 2.4 *Tensiones eléctricas*

Tabla 2.5 *Profundidad de cepas para empotrar postes*

Tabla 2.6 *Estructuras para MT.*

Tabla 2.7 *Diseño de retenidas*

Tabla 2.8 *Conductores.*

Tabla 2.9 *Selección de apartarrayo*

Tabla 2.10 *Carga límite de postes para instalación de Transformadores.*

Tabla 2.11 *Material para instalación de Transformador.*

Tabla 2.12 *Tensión Eléctrica para BT.*

Tabla 2.13 *Catalogo de conceptos*

Tabla 2.14 *Precios unitario.*

Tabla 2.15 *Presupuesto.*



Tabla 3.1 Razón Rca y Rcd para conductores Cu y Al a 60 Hz.

Tabla 3.2 Resistencia c.a de conductores de aluminio tipo ACSR a 60 Hz.

Tabla 3.3 Caída de tensiones por conductor.

Fórmulas

Ec. 2.1 Resistencia a la corriente directa.

Ec. 2.2 Efecto de entorchado.

Ec. 2.3 Resistencia a la corriente alterna.

Ec. 2.4 Efecto piel.

Ec. 2.5 Efecto de proximidad.

Ec. 2.6 Inductancia.

Ec. 2.7 Variación de inductancia.

Ec. 2.8 Inductancia de línea trifásica.

Ec. 2.9 Capacidad por fase.

Ec. 2.10 Distancia media equivalente.

Ec. 2.11 Haz de dos conductores

Ec. 2.12 Haz de tres conductores.

Ec. 2.13 Haz de cuatro conductores.

Ec. 2.14 Reactancia inductiva.

Ec. 2.15 Reactancia inductiva en circuito trifásico.

Ec. 2.16 Reactancia inductiva.

Ec. 2.17 Reactancia capacitiva.

Ec. 2.18 Reactancia capacitiva en circuito trifásica.

Ec. 2.19 Caída de tensión.

Ec. 2.20 Calculo de Corriente.

Ec. 2.21 Caída de tensión en %.



Glosario.

Amperio (A)

Unidad que expresa el flujo de una corriente eléctrica. Un amperio es la corriente que produce una diferencia de tensión de un voltio en una resistencia de un ohmio; Una corriente eléctrica que circula a una velocidad de un culombio por segundo.

Conductividad

Capacidad de un conductor de transportar electricidad, normalmente expresada como porcentaje de la conductividad de un conductor del mismo tamaño de cobre suave

Conductor

1) Cable o combinación de cables adecuados para transportar una corriente eléctrica. Los conductores pueden estar aislados o desnudos. 2) Todo material que permite a los electrones fluir a través de él.

Dieléctrico

1) Todo medio aislante eléctrico situado entre dos conductores. 2) Medio o material utilizado para proporcionar aislamiento o separación eléctrica.

Constante dieléctrica

Número que describe la capacidad dieléctrica de un material en relación a la del vacío, que posee una constante dieléctrica de uno.

Resistencia dieléctrica

Capacidad de los materiales aislantes y de las separaciones para soportar sobretensiones específicas durante un tiempo determinado (un minuto a menos que se indique lo contrario) sin sufrir descargas disruptivas ni perforaciones.

Resistencia dieléctrica

Capacidad de los materiales aislantes y de las separaciones para soportar sobretensiones específicas durante un tiempo determinado (un minuto a menos que se indique lo contrario) sin sufrir descargas disruptivas ni perforaciones.

Factor de potencia

La relación de energía consumida (vatios) frente al producto de tensión de entrada (voltios) por la corriente de entrada (amperios). En otras palabras, el factor de potencia es el porcentaje de energía que se utiliza en comparación con el flujo de energía que discurre por el cableado. Al añadir condensadores al sistema se modifica el efecto inductivo de las bobinas del balastro, convirtiendo un sistema de factor de potencia normal (NPF) en un sistema de alto factor de potencia (HPF).



Resistencia

Oposición al flujo de corriente, expresada en ohmios.

Caída de tensión

Pérdida de tensión en un circuito cuando circula la corriente.

Tensión.

Es la capacidad para hacer circular la corriente por un conductor. Se la llama comúnmente voltaje. Se mide en voltios (V)