

# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ,

## DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.

**LICENCIATURA EN:**

INGENIERÍA ELÉCTRICA.

**RESIDENCIA PROFESIONAL:**

**PROYECTO ELECTRICO DE LA RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA EN  
MEDIA, BAJA TENSION, ALUMBRADO PÚBLICO Y MEMORIA.**

**ASESOR INTERNO:**

ING. JORGE DIAZ HERNANDEZ

**ASESOR EXTERNO:**

ING. DARINEL RIVERA MORENO

**RESIDENTE:**

JUAN CARLOS SANCHEZ DOMINGUEZ

## INDICE

INDICE .....	2
--------------	---

### CAPITULO I

NOMBRE DE PROYECTO .....	3
INTROUCCION.....	3
OBJETIVO.....	3
JUSTIFICACION.....	3
DATOS DE LA EMPRESA .....	4
CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	4

### CAPITULO II

ESPECIFICACIÓN TEÓRICA DE EQUIPOS Y MATERIALES. ....	5
2.1 OBRA ELECTROMECHANICA Y OBRA CIVIL POSTES .....	5
2.2.CABLES ELECTRICOS (CONDUCTORES).....	7
2.3. TERMINALES .....	10
2.4. ARREGLOS.....	12
2.5. CONEXIÓN DE PANTALLAS .....	12
2.6. ACCESORIOS PARA INTERCONECTAR PANTALLAS .....	14
2.7. TERMINALES VARIAS.....	14
2.8. COMPONENTES DE LOS ACCESORIOS .....	14
2.9. METODOS DE CONEXION .....	15
2.10. MANEJO DE CABLES .....	15
2.11. INSTALACION DE CABLES.....	16
2.12. SIGLAS Y ABREVIATURAS .....	16

### CAPITULO III

DISEÑO Y PROYECTO EN MEDIA Y BAJA TENSION .....	17
3.1. TIPOS DE SISTEMAS APLICABLES .....	17
3.1.1. CONFIGURACIONES MEDIA TENSION .....	17
3.1.2.MEDIA TENSION.....	19
3.1.3.BAJA TENSION.....	22
3.2. TIPOS DE INSTALACIONES .....	26
3.2.1. DISTRIBUCION RESIDENCIAL .....	26
3.3. OBRA CIVIL.....	27
3.3.1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	27
3.3.2. CANALIZACION A CIELO ABIERTO .....	28
3.4. OBRA ELECTROMECHANICA .....	28
3.4.1.ACCESORIOS .....	28
3.4.2. ACOMETIDA EN BAJA TENSION .....	30
3.5 ALUMBRADO PUBLICO .....	31
3.6. CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS .....	31
3.7. CABLES.....	32
3.8. SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA.....	33

### CAPITULO IV

MEMORIA TECNICA DESCRIPTIVA(MEMORIA DE CALCULO DE PROYECTO) .....	ANEXO A
PLANOS DEFINITIVOS DE PROYECTO.....	ANEXO B
CONCLUSION. ....	40
REFERENCIA BEBLOGRAFICA.....	41

**CAPITULO I**  
**DATOS DEL PROYECTO**

**NOMBRE DE PROYECTO:**

Proyecto eléctrico de la red de distribución eléctrica en media y baja tensión, alumbrado público y memoria de cálculo.

**INTRODUCCIÓN:**

La elaboración de diseños de Sistemas subterráneos, debe realizarse en forma eficiente, con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los lineamientos incluidos en la Norma. En la presente se incorporan apartados específicos para instalaciones subterráneas en terrenos con nivel freático muy alto y rocoso, se redujeron las profundidades en banco de ductos de polietileno de alta densidad directamente enterrados en cumplimiento con la NOM-001.

**OBJETIVO:**

El objeto de este proyecto y de las obras comprendidas dentro del mismo será el de suministrar los servicios de energía eléctrica a las casas diseñada y construida de tal manera que ningún usuario actual o futuro tenga problemas con el servicio de energía eléctrica.

**JUSTIFICACION:**

En las grandes ciudades se utilizan tanto los sistemas de distribución aéreos como subterráneos, el costo de la distribución subterránea es mucho mayor que el de la distribución aérea. Al aumentar las densidades de carga, la construcción aérea se vuelve difícil de manejar en virtud de los transformadores y conductores de mayor tamaño que se requiere. Por esta razón en las zonas comerciales del centro, en la mayor parte de las ciudades se acostumbra a utilizar la distribución subterránea.

Aunque un porcentaje más bien pequeño de los alimentadores nuevos para fines generales se están instalando por completo subterránea, la tendencia a este tipo está aumentando y se espera que siga creciendo. Como es difícil manejar muchas funciones de mantenimiento en un sistema subterráneo mientras está energizado en contraste con las prácticas en los sistema aéreos, se debe tomar precauciones específicas en el diseño del sistema para incorporar el equipo necesario para seccionamiento y protección contra sobre corrientes.

Por estas razones, se presenta este proyecto, el cual nos indica la instalación de un sistema subterráneo, basado en normas.

### DATOS DE LA EMPRESA

**NOMBRE:** Ethel Morales Coutiño.  
**R.F.C:** MOCE710210 JS6  
**DIRECCION:** 5ª Norte Poniente #625-B Col Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. C.P. 29050.  
**TELEFONO:** 67-1-68-33  
**CORREO:** [ing.dary@hotmail.com](mailto:ing.dary@hotmail.com)  
**DIRECTOR:** Ing. Darinel Rivera Moreno.  
**RAMO:** Construcción y elaboración de proyectos eléctricos en Media y baja tensión, alumbrado público.

### CRONOGRAMA DE TRABAJO

Actividad	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Visita de obra	xx															
Elaboracion de planos en M.T.		xx	xx	xx												
Elaboracion de planos en B.T.					xx	xx	xx									
Elaboracion de planos de Alumb. Pub.								xx	xx	xx						
Elaboracion de Memoria de Calculos.											xx	xx	xx			
Correcciones														xx	xx	
Presentar Proyecto terminado																xx

**a) Descripción detallada de las actividades**

Elaborar planos de distribución de Red eléctrica en media y baja tensión, alumbrado público y memoria de cálculo.

**b) Lugar donde se realizará el proyecto:** Fracc. Lomas del valle Comitán de Domínguez, Chiapas.

**c) Horario sugerido de trabajo:** 08:00 a.m. A 02:00 p.m.

## CAPITULO II

### ESPECIFICACIÓN TEÓRICA DE EQUIPOS Y MATERIALES

Los trabajos de construcción de los Sistemas Subterráneos deben realizarse en forma eficiente, con la máxima economía, sin menoscabo del cumplimiento de los preceptos incluidos en estas Normas. Los trabajos de construcción de los Sistemas Subterráneos deben realizarse por personal calificado.

#### **2.1 OBRA ELECTROMÉCANICA Y OBRA CIVIL**

***Banco de ductos:***

Conjunto formado por dos o más ductos.

***Bóveda:***

Recinto subterráneo de amplias dimensiones, accesible desde el exterior, donde se colocan cables y sus accesorios y equipo, generalmente de transformación y donde se ejecutan maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

***Sistema de canalización:***

Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cimentación de subestaciones que forman la obra civil para instalaciones subterráneas.

***Ducto:***

Conducto individual para conductores eléctricos.

***Empalme:***

Unión destinada a asegurar la continuidad del flujo eléctrico entre dos o más tramos de conductores, que se comporta eléctrica y mecánicamente como los conductores que une.

***Mangas:***

Cubierta colocada sobre conductores, permite el sello del conductor sobre el cual se aplica.

***Equipo subterráneo:***

El diseñado y construido para quedar instalado dentro de pozos o bóvedas y el cual debe ser capaz de soportar las condiciones a que estará sometido durante su operación.

***Equipo sumergible:***

Aquel equipo hermético que por características de diseño, puede estar inmerso en cualquier tipo de agua en forma intermitente.

***Equipo tipo pedestal:***

Aquel que está instalado sobre el nivel del terreno, en una base plataforma con cimentación adecuada y que forma parte de un sistema eléctrico subterráneo.

***Estructura de transición:***

Conjunto formado por cables, accesorios, herrajes y soportes que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo, generalmente conectadas a líneas aéreas y que se soportan en postes o estructuras.

***Frente muerto:***

Sin partes energizadas expuestas hacia una persona en el lado de accionamiento del equipo.

***Línea subterránea:***

Aquella que está constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrada, en ductos o en cualquier otro tipo de canalización.

***Par Galvánico:***

Al formado por dos partes distintas de una superficie metálica o de dos metales distintos, que en contacto con un electrólito, tienen una diferencia de potencial, formando una pila galvánica en la que el ánodo (potencial más negativo) se corroe mientras que el cátodo (potencial menos negativo) no sufre corrosión. Al formarse el par galvánico el ánodo se polariza positivamente (a potencial menos negativo) y el cátodo se polariza negativamente (a potencial más negativo).

***Pozo de visita:***

Recinto subterráneo accesible desde el exterior, donde se colocan equipos, cables y sus accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento por personal que pueda estar en su interior.

***Proctor:***

Determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por el procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

**Registro:**

Recinto subterráneo de dimensiones reducidas, donde se coloca algún equipo, cables y accesorios para ejecutar maniobras de instalación, operación y mantenimiento.

**Transición de línea:**

Tramo de cable soportado en un poste u otro tipo de estructura, provisto de una terminal que conecta una línea aérea a subterránea.

**Terminal de cable:**

Dispositivo que distribuye los esfuerzos dieléctricos del aislamiento en el extremo de un cable.

## 2.2 CABLES ELÉCTRICOS (Conductores).

**Conductor:**

Parte de un cable que tiene la función específica de transportar corriente eléctrica.

**Conductor sencillo (simple):**

Conductor no cubierto con ningún metal adicional (pantalla metálica, blindaje, etc.)

**Conductor cubierto:**

Conductor en el que cada polo está cubierto de una capa delgada de otro metal o aleación.

**Conductor estañado:**

Conductor cubierto de plomo.

**Conductor con revestido:**

Conductor en el cual cada alambre consiste en una parte interna de un metal y una cáscara externa metalúrgicamente enlazada, de otro metal.

**Conductor sólido:**

Conductor que consiste de un solo alambre. *Nota: Este conductor puede ser de sección circular o de cualquier otra forma.*

**Conductor trenzado (Cable):**

Conductor que consiste de un número individual de alambres o cables, los cuales generalmente tienen una forma helicoidal.

**Conductor de cableado concéntrico circular (Cable concéntrico):**

Cable cuyos alambres se encuentran ensamblados juntos en forma helicoidal en una o más capas concéntricas. Pudiendo o no tener una dirección de cableado alternada por capa.

***Cable sectorial:***

Conductor formado cuya sección transversal se aproxima a un sector de círculo.

***Conductor compacto:***

Cable en cuyos intersticios los alambres componentes han sido compactados por compresión mecánica, trefilado o mediante una adecuada selección de forma y disposición de alambres.

***Conductor segmental (milliken):***

Cable que consta de un ensamble de conductores formados trenzados, aislados unos de otros.

***Conductor hueco:***

Conductor construido de tal manera que está provisto de un canal central. (Es un tubo).

***Cable concéntrico:***

Elemento de un conductor de trenzado múltiple que consiste de un grupo de alambres ensamblados concéntricamente.

***Neutro concéntrico (conductor):***

Conductor concéntrico usado como neutro.

***Aislamiento (de un cable):***

Elemento que contiene dentro de su masa el campo eléctrico aplicado (tensión eléctrica).

***Nivel de aislamiento:***

Conjunto de tensiones de aguante normalizadas que caracterizan la rigidez dieléctrica del aislamiento.

***Aislamiento termoplástico:***

Aislamiento hecho de un plástico capaz de ser repetidamente suavizado mediante calor y endurecido por enfriamiento a través de un rango de temperatura característico del plástico y - en el estado suavizado-, capaz de ser repetidamente deformado mediante extrusión.

***Aislamiento termofijo:***

Aislamiento hecho de material elastomérico el cual, cuando se cura mediante calor u otros medios, tales como radiación, catálisis, etc, se transforma en un producto sustancialmente insoluble e imposible de fundirse.

***Pantalla sobre conductor:***



Pantalla extruída de un material semiconductor negro termofijo compatible con el conductor y el aislamiento y sirve para distribuir el campo eléctrico hacia el aislamiento.

***Pantalla del aislamiento:***

Pantalla que consta de dos elementos: una capa semiconductor no metálica que se aplica sobre el aislamiento y un componente metálico no magnético que se aplica directamente sobre la capa semiconductor, que tienen la función de controlar y distribuir el campo eléctrico dentro del aislamiento.

**Nota** - Esta puede también proveer superficies suaves en los límites del aislamiento y ayuda en la eliminación de espacios en estas fronteras.

***Pantalla metálica:***

Capa metálica circundante que puede estar formada por alambres, cintas o cubiertas metálicas o una combinación de estos materiales no magnéticos y que forman parte de la pantalla sobre el aislamiento.

***Pantalla retirable:***

Pantalla aislante de un material extruido que puede ser completamente removido sin una herramienta especial, un solvente, la aplicación de calor o mediante cualquier combinación de estos elementos.

***Cable armado:***

Cable conformado por conductores aislados o cables de núcleo sencillo trenzados juntos, sin una cubierta común.

***Cableado SZ:***

Método de cableado en el cual la dirección de la capa de los componentes del cable, se invierte periódicamente.

***Cubierta exterior:***

Cubierta no metálica aplicada sobre una metálica, para asegurar la protección del cable de los efectos externos.

***Armadura:***

Cubierta que consiste de cintas metálicas o alambres, generalmente usada para proteger el cable de efectos mecánicos externos.

***Cinta selladora (bloqueadora de humedad):***

Cinta aplicada bajo una cubierta o entre los intersticios de un conductor a fin de prevenir la entrada de agua a lo largo del cable.

**Nota:** *El ingreso de agua puede ocurrir.*

**a)** Bajo la cubierta, por ejemplo cuando ésta se ha dañado,

**b)** A lo largo del conductor, por ejemplo cuando las capas del cable a lo largo del mismo se han dañado.

***Cable monoconductor:***

Cable de un solo conductor aislado.

***Cable multiconductor:***

Cable con más de un conductor; alguno de los cuales pueden ser desnudos y con una cubierta protectora común.

***Electrodo de tierra:***

Conductor o grupo de conductores en contacto íntimo con tierra y que provee una conexión eléctrica a ella.

***Conductor de puesta a tierra:***

Conductor de baja impedancia que provee una conexión eléctrica entre un punto dado en un equipo (una instalación o sistema) y el electrodo de tierra.

***Conductor desnudo de puesta a tierra:***

Conductor desnudo protegido, (si se requiere) contra corrosión, directamente en contacto con el suelo, a fin de asegurar la integridad de la conexión a tierra a lo largo de su recorrido.

**Nota:** Este conductor puede hacer las veces de un conductor y/o de un electrodo.

***Conductor del electrodo de puesta a tierra:***

Conductor utilizado para conectar el(los) electrodo(s) de puesta a tierra al conductor de puesta a tierra del equipo, al conductor puesto a tierra o a ambos a la acometida en cada edificio o a la estructura donde esté alimentado desde una acometida común o a la fuente de un sistema derivado separadamente.

***Conductor puesto a tierra:***

Conductor de un sistema o circuito intencionalmente puesto a tierra.

## 2.3 Terminales

***Tapón aislante:***

Dispositivo aislante para terminar un extremo no conectado de un cable energizado.

***Terminal elástica:***

Terminal prefabricada expandible que es auto ajustable por elasticidad después de aplicarla en un extremo de cable preparado.

***Terminal para uso interior:***

Terminal para utilizarse donde no está expuesta ni a radiación solar directa ni a intemperie.

***Terminal para uso exterior:***

Terminal para utilizarse donde existe exposición ya sea a radiación solar o a intemperismo o a ambos.

***Conector separable con pantalla:***

Conector separable que tiene una superficie externa completamente apantallada.

***Conector separable tipo enchufable:***

Conector separable en el cual el contacto eléctrico se hace mediante un dispositivo deslizable.

***Conector separable tipo perno:***

Conector separable en el cual el contacto eléctrico se hace mediante un perno.

***Conector para apertura sin tensión:***

Conector separable diseñado para conectarse y desconectarse únicamente en circuitos desenergizados.

***Conector para apertura con carga:***

Conector separable diseñado para conectarse y desconectarse en circuitos energizados.

***Terminal recta:***

Accesorio que conecta dos cables para formar un circuito continuo.

***Trifurcación:***

Accesorio que permite conectar un cable de tres núcleos a tres cables monoconductores.

***Unión transición:***

Accesorio que hace conexión entre dos cables con diferentes tipos de aislamiento.

***Unión de inyección:***

Unión en la cual se inyecta resina en un molde o en un material tejido, envuelto en aislante.

***Unión premoldeada:***

Unión premoldeada para deslizarse o contraerse sobre cables.

***Unión elástica:***

Unión expandible prefabricada que es auto-retráctil por elasticidad después de aplicarla a dos cables para ser conectados.

***Unión tipo papel enrollado:***

Unión en la cual el aislamiento se hace envolviendo papel generalmente impregnado de aceite.

**Unión derivación:**

Accesorio que permite la conexión ramal a una troncal.

**Unión de campo radial:**

Unión en la cual los núcleos individuales tienen pantalla a todo lo largo de la unión.

**Unión de campo no radial:**

Unión que no tiene núcleos con pantalla individual, prefabricada para unión.

## 2.4 Arreglos

**Formación en trébol:**

Formación de tres cables de tal forma que sean equidistantes.

**Nota1:** Visto en sección transversal, la líneas ficticias que conectan los centros de los cables aislados forman un triángulo equilátero.

**Formación horizontal:**

Formación de un número de cables dispuestos en un plano, usualmente con igual espacio entre cables adyacentes.

**Transposición (de cables aislados):**

**a)** En relación a cables de energía: Arreglo de cables monoconductores de manera que el cable de cada fase sucesivamente ocupa, cada posición en aproximadamente iguales longitudes a lo largo de la trayectoria.

**b)** En relación a conductores blindados: Arreglo de conductor blindado al lado de una sección elemental de cables de energía no traspuestos de manera que, en relación al plano de simetría del arreglo, el conductor ocupa una determinada posición alrededor de la mitad de la trayectoria y alrededor de la otra mitad ocupa una posición simétricamente opuesta.

## 2.5 Conexión de pantallas

**Sistema de cables monoconductores sólidamente conectados:**

Sistema de cables monoconductores con pantalla, las cuales están eléctricamente conectadas juntas y a tierra en cada extremo de la ruta, si es necesario, a posiciones intermedias.

**Enlace especial de pantallas:**

Métodos de conexión a tierra de pantallas de cables monoconductores a fin de minimizar la corriente inducida longitudinal a través de la pantalla.

**Sistema de cable aislado blindado:**

Sistema de cable en el cual la pantalla de cada cable se encuentra individualmente aislada a todo lo largo de su trayectoria excepto donde se requiere conectar a tierra o interconectar pantallas.

***Sección elemental:***

Longitud del sistema de cable entre cualquier par de elementos adyacentes: uniones seccionadoras, terminales y conexiones interpantalla.

***Conexión sólida:***

Conexión entre pantallas de impedancia mínima.

***Conexión puntual:***

Forma de conexión especial en la cual las tres pantallas de una sección elemental se conectan sólidamente juntas y a tierra a un solo punto.

***Conexión cruzada:***

Forma de conexión especial en la cual las pantallas en secciones elementales consecutivas se conectan de manera cruzada de forma tal que cada circuito de pantalla continua rodea los tres conductores de fase consecutivamente.

***Conexión cruzada seccionada:***

Forma de conexión cruzada en la cual tres secciones elementales consecutivas, denominadas "secciones terminales", se toman para conformar una unidad separada, llamada "sección principal".

**Nota:** Las tres pantallas están sólidamente conectadas en ambos extremos de la sección principal y pueden conectarse a tierra en estos puntos. En las dos posiciones intermedias, los cables usualmente se trasponen y las pantallas se interconectan de tal forma que cada circuito de pantalla continua a lo largo de la sección principal ocupa la misma posición geométrica en el arreglo.

***Sección principal uniforme:***

Sección principal que consiste en tres secciones elementales iguales.

***Conexión cruzada continua:***

Arreglo aplicable a circuito que consisten de más de tres secciones elementales en las que las pantallas se conectan sucesivamente de manera cruzada y los cables son usualmente traspuestos en cada unión entre secciones elementales adyacentes a lo largo de la ruta del cable.

**Nota:** En cada extremo de la trayectoria, las pantallas se conectan sólidamente a tierra.

## 2.6 Accesorios para interconectar pantallas

### ***Conductor paralelo de puesta a tierra:***

Conductor que se instala usualmente junto y a lo largo de la trayectoria del cable para proporcionar una conexión a tierra continua entre los sistemas de puesta a tierra situados en los extremos del mismo.

### ***Limitador de tensión en pantalla:***

Dispositivo conectado a una pantalla o a las pantallas de cables especialmente conectados, utilizado para limitar las tensiones en pantalla durante transitorios en el sistema.

### ***Caja unión (para sistema blindado aislado).***

Caja en donde la interconexión y/o las conexiones de puesta a tierra se hacen mediante enlaces removibles y que pueden incluso contener limitadores de tensión para la pantalla.

### ***Punta de interconexión de pantalla:***

Conductor aislado que forma la conexión entre la pantalla del cable o la funda unión y el enlace en la caja enlace.

### ***Aislamiento para funda unión:***

Aislamiento externo aplicado a funda unión metálica de un cable especialmente conectado.

## 2.7 Terminales varias

### ***Resistencia térmica (de un elemento de un cable):***

Diferencia de temperatura entre las superficies interior y exterior de este elemento, dividido por el flujo de calor que lo atraviesa.

## 2.8 Componentes de los accesorios

### ***Terminal perno:***

Dispositivo metálico que conecta un cable a otro equipo eléctrico.

### ***Conector (de cables):***

Dispositivo metálico para interconectar cables entre sí.

### ***Conector bimetalico:***

Conector formado por dos diferentes metales metalúrgicamente aleados, utilizados para conectar partes conductoras consistentes de los mismos metales.

**Cono de alivio:**

Dispositivo en forma de cono para incrementar el diámetro de la pantalla del aislamiento de cable de alta tensión a fin de aliviar los esfuerzos eléctricos en una unión o terminal dentro de los límites de diseño.

**Graduador resistivo de esfuerzos:**

Dispositivo que utiliza materiales de alta permitividad y generalmente de resistencia variable para cubrir la pantalla del aislamiento de un cable de alta tensión con el propósito de mantener los esfuerzos eléctricos en una terminal dentro de los límites de diseño.

**Conector de pantalla:**

Dispositivo utilizado para hacer una conexión a la pantalla de un cable con el propósito de dar continuidad o conectar a tierra.

## 2.9 Métodos de conexión

**Conexión comprimida:**

Conexión permanente hecha mediante la aplicación de presión provocando la deformación o restitución del barril que rodea a un cable.

**Conexión circular comprimida:**

Conexión en la cual el barril se comprime manteniendo su forma circular.

**Conexión hexagonal comprimida:**

Conexión en la cual el barril se comprime y se restituye a una forma hexagonal.

**Conexión por indentación profunda:**

Conexión en la cual el barril y el cable se comprimen y se deforman mediante indentaciones profundas.

**Conexión perno:**

Conexión en la cual la presión sobre el conductor se aplica mediante un perno.

## 2.10 Manejo de cables

**Carrete:**

Cilindro con bridas en el cual se arrolla el cable durante su manufactura, para almacenamiento, transporte e instalación.

**Bobina:**

Carrete con cable enrollado.

**Tambor (barril) de un carrete:**

Parte cilíndrica de un carrete en la cual se arrolla el cable.

**Revestimiento o entablillado:**

Material externo protector que cubre una bobina de cable en un carrete.

***Refuerzo o tablilla:***

Una de las tiras, generalmente hecha de madera, que forma el revestimiento.

***Rollo:***

Enrollamiento de cable en forma circular, sin soporte interno.

***Capuchón (sello, remate):***

Dispositivo colocado en los extremos del cable para prevenir la humedad durante el almacenamiento, transportación e instalación.

## **2.11 Instalación de cable.**

***Rodillos.***

Cilindro o conjunto de cilindros de giro libre, adecuadamente conformado para ayudar a desplazar el cable durante la instalación.

***Pinza (Mordaza) o malla de acero.***

Dispositivo tubular colocado en torno a un cable, cuyo diámetro se ve reducido como resultado de una fuerza de jalado y utilizado para sujetar el cable.

***Ojillo de jalado.***

Dispositivo colocado en el conductor a fin de aplicar una fuerza de jalado al cable, durante la instalación.

***Cinta señalizadora.***

Cinta o malla colocada en el piso, por encima de un circuito a fin de advertir de su proximidad.

***Relleno térmico.***

Relleno compuesto por materiales cuyas características térmicas se eligen para facilitar el paso del calor producido por los cables.

## **2.12 SIGLAS Y ABREVIATURAS**

**A** = Amper

**ANSI**= American National Standar Institute

**AWG** = American Wire Gage

**CENAM** = Centro Nacional De Metrología

**C.F.E.** = Comisión Federal de Electricidad

**CTRS** = Conjunto Transformador Red Secundaria

**EMA**= Entidad Mexicana de Acreditación

**DEPRORED** = Sistema Desarrollador de Proyectos de Redes



**Dmax** = Demanda Máxima  
**Kcmil** = mil circular mil  
**Km** = kilómetro  
**KVAmin** = Capacidad mínima de transformador en KVA  
**kV** = kiloVolt  
**kVA** = kilovolt Amper  
**kWH** = Kilo Watt-Hora  
**LAPEM** = Laboratorio de Pruebas a Equipos a Materiales  
**M** = metro  
**MCOV** = Tensión Máxima de Operación Continua  
**mm** = Milímetro  
**MP** = Margen de protección.  
**NMX** = Norma Mexicana  
**NBAI** = Nivel básico de aislamiento al impulso  
**NOM** = Norma Oficial Mexicana  
**NRF** = Norma de referencia  
**PAD** = Polietileno de Alta Densidad  
**PADC** = Polietileno de Alta Densidad Corrugado  
**PEMEX** = Petróleos Mexicanos  
**PROASOL** = Procedimiento para la atención de solicitudes de servicio  
**PROTER** = Procedimiento para Construcción de Obras por Terceros  
**Rmc** = Radio Medio Cuadrático  
**Tmft** = Tensión máxima del sistema de fase a tierra  
**Tmff** = Tensión máxima del sistema entre fases  
**VR** = Tensión de descarga residual  
**V** = Volts  
**Wb** weber  
**XLP** = Polietileno de Cadena Cruzada.

### CAPITULO III

## DISEÑO Y PROYECTO EN MEDIA Y BAJA TENSION

### **3.1 TIPOS DE SISTEMAS APLICABLES EN INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS**

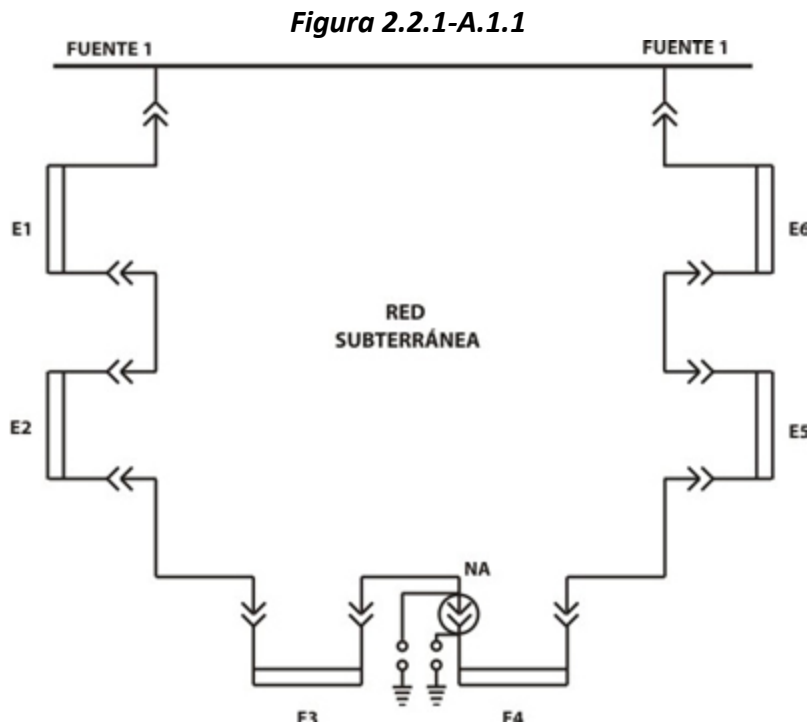
#### **3.1.1 CONFIGURACIONES MEDIA TENSION**

##### **A.1 Configuración en anillo.**

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria entre la fuente o fuentes y la carga para proporcionar el servicio de energía eléctrica.

##### **A.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.**

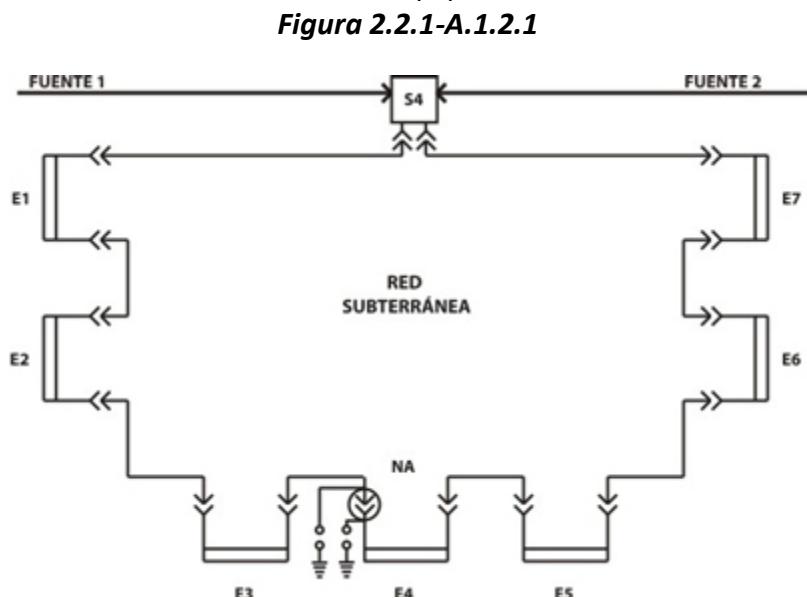
Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga.



**A.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.**

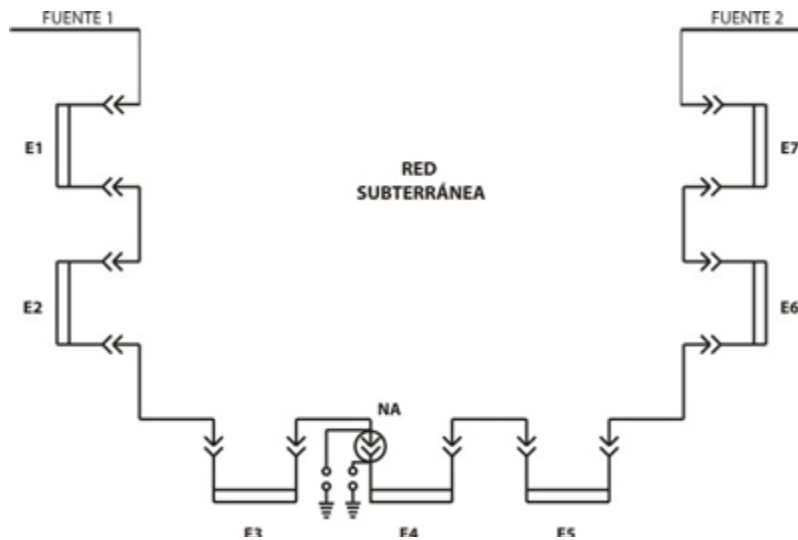
Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de la carga.

**A.1.2.1 Conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red.**



**A.1.2.2** Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

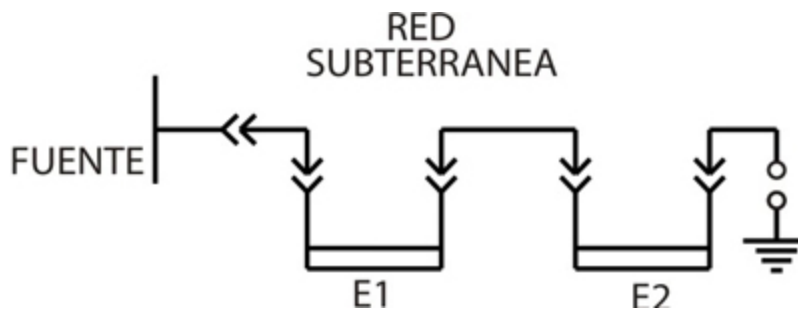
**Figura 2.2.1-A.1.2.2**



**A.2** Configuración radial

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga proporcionando el servicio de energía eléctrica.

**Figura 2.2.1-A.2**



### 3.1.2 MEDIA TENSIÓN

**A) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 200 A.**

Es aquél en el cual la corriente continua, en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en circuitos que se derivan de troncales de media tensión

(tensiones de 13,2 a 34,5 kV) aéreos o subterráneos, la configuración debe ser conforme se indica en 2.2.1. En condiciones de operación normal para el caso de circuitos en anillo, estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionamiento en todos los transformadores y derivaciones del circuito.

**A.1** Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con conexiones múltiples de puesta a tierra.

**A.2** Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.

**A.3** Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

Residencial	1F-2H ó 3F-4H
Comercial	3F-4H
Industrial	3F-4H

**A.4** La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por C.F.E. a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.

**A.5** El cable del neutro debe ser cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el **LAPEM**.

**A.6** El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 Ka simétricos.

**A.7** El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10  $\Omega$  en época de estiaje y menor a 5  $\Omega$  en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

**A.8** El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.

**A.9** El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente). En transiciones aéreo-subterráneo-aéreo el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %, debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente).

**A.10** La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 1/0 AWG y cumplir con la norma NRF-024-CFE.

**A.11** Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

**A.12** Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

**A.13** La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales

del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.

**A.14** Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las Tablas 2.4.5 de esta Norma; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

**A.15** Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorios. Cuando los transformadores no lleven registros, la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

**A.16** En seccionadores y conectadores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en los siguientes casos:

1. Cuando el seccionador cuente con protección electrónica.
2. Cuando un codo portafusible derive del conector múltiple.

**A.17** Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación **CFE GCUIO-68**.

**A.18** Se deben instalar apartarrayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.

**A.19** No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.

## **B) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 600 A.**

Es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia rebasa los 200 A. Se utilizan en circuitos troncales de media tensión, la configuración será en anillo o alimentación selectiva, de operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal, el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación.

**B.1** Se diseñarán los alimentadores de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con múltiples conexiones de puesta a tierra.

**B.2** Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.

**B.3** Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser 3f-4h.

**B.4** La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por C.F.E. a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.

**B.5** El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el LAPEM.

**B.6** El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 kA simétricos.

**B.7** El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios donde se instalen accesorios y equipos una resistencia a tierra inferior a 10  $\Omega$  en época de estiaje y menor a 5  $\Omega$  en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

**B.8** El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.

**B.9** El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente).

**B.10** Tratándose de salidas subterráneas de circuitos de media tensión, desde Subestaciones de Distribución hacia la transición subterráneo-aéreo, el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %. Debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta. De manera similar se procederá en transiciones aéreo-subterráneo-aéreo. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente).

**B.11** La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo del cable es 500 kcmil y debe cumplir con la norma NRF-024-CFE.

**B.12** Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

**B.13** Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación **NRF-024-CFE** y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

**B.14** La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.

**B.15** Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las Tablas **2.4.5** de esta Norma; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

**B.16** Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorio. Cuando los transformadores no lleven registros la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

**B.17** En seccionadores y conectores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en el caso que el seccionador cuente con protección electrónica en la vía de 600 A.

**B.18** Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación **CFE GCUIO-68**.

**B.19** En ambos lados del punto normalmente abierto, deben instalarse apartarrayos de frente muerto mediante su respectivo accesorio reductor.

**B.20** No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.

**B.21** No se podrán realizar derivaciones de un circuito troncal de 600 A mediante el uso de conectores múltiple o empalmes separables.

### **3.1.3 BAJA TENSIÓN**

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben ser 2f-3h 240/120 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS.

En cada uno de los circuitos se deben cumplir los valores de regulación y pérdidas indicados en esta Norma.

En transformadores con boquillas rectas y sólo con el fin de optimizar los proyectos, se permite la conexión de acometidas directamente de la boquilla, debiéndose utilizar para ello, las perforaciones más alejadas de la pared del transformador, reservando las más cercanas para los circuitos. Se deben instalar las boquillas tipo rectas de acuerdo a la cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente.

En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3f-4h 220/127 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS. En cada uno de los circuitos se deben cumplir los requisitos de regulación y pérdidas indicados en esta Norma. Al igual que en las áreas residenciales también se permite utilizar transformadores con boquillas rectas, teniendo las mismas consideraciones de conexión y cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente.

**A.1** La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe exceder del 3 % en sistemas monofásicos y del 5 % en sistemas trifásicos y los cálculos deben incluirse en la memoria técnica descriptiva.

**A.2** Circuitos de baja tensión. Los registros de baja tensión se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución. Los cables de baja tensión deben cumplir con la norma NRF-052-CFE.

**A.3** La configuración de los cables debe ser triplex para sistemas monofásicos y cuádruplex para sistemas trifásicos, con el neutro de sección reducida y de acuerdo con la norma NRF-052-CFE.

**A.4** El neutro debe ponerse a tierra mediante el conector múltiple en el registro de final del circuito secundario y en el transformador mediante la conexión al sistema de tierras.

**A.5** Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto.

**A.6** Por regla general los circuitos de baja tensión no excederán una longitud de 200 m, permitiéndose en casos excepcionales longitudes mayores, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben exceder el 2%.

**A.7** La referencia de tierra del transformador, el neutro de la red de baja tensión y el neutro corrido deben interconectarse entre si.

**A.8** Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.

**A.9** Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Considerando siempre, que se deben respetarse los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

**A.10** Debe instalarse un circuito de baja tensión por ducto.

**A.11** En el caso de que los circuitos de baja tensión alimenten exclusivamente concentraciones de medidores, el cable a utilizar podrá ser cobre tipo THHW-LS de 600 V sin conexiones intermedias, la longitud debe ser tal que no se excedan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben ser superiores al 2%.

**A.12** Todos los sistemas de tierras deben tener una resistencia máxima equivalente a  $10 \Omega$  en época de estiaje y  $5 \Omega$  en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

### A) MÉTODO DE PUESTA A TIERRA.

Los métodos más comunes para la puesta a tierra son:

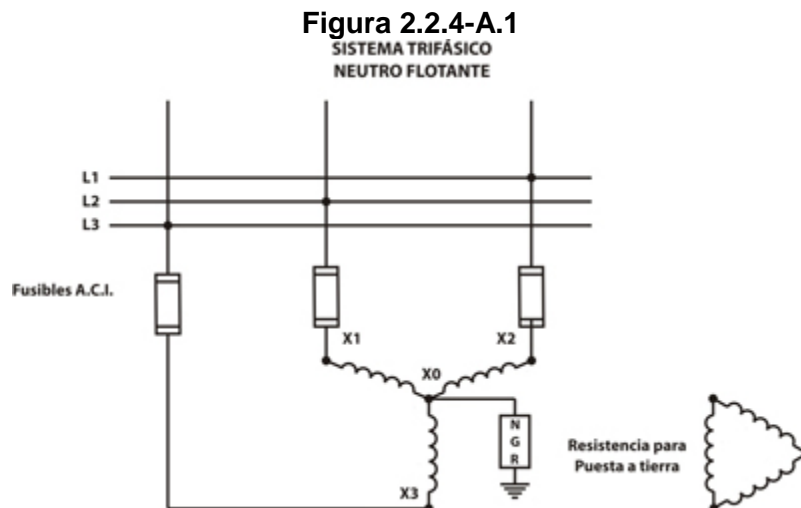
- Transformador con conexión en estrella - delta con el neutro de la estrella puesto a tierra mediante una resistencia.
- Transformador con conexión en estrella- delta con el neutro de la estrella conectado sólidamente a tierra una resistencia en el secundario de la delta.
- Transformador con conexión en zigzag con resistencia en el neutro.

#### A.1 Transformador estrella delta, puesto a tierra con una resistencia en el neutro.

En este método se cuenta con transformadores estrella delta, donde el neutro de la estrella se conecta a tierra a través de una resistencia de puesta a tierra y la delta no se conecta a tierra ni tiene ninguna carga.

En condiciones de operación normal el transformador opera en vacío con una alta impedancia para las corrientes de fase del sistema, teniendo una corriente de magnetización muy pequeña. Al ocurrir una falla la corriente fluye a través de la falla por tierra hacia la resistencia en el neutro del transformador en donde se limita a su valor máximo permisible. Ahí la corriente se divide en tres partes iguales en cada ramificación de la estrella del primario del transformador. Como estas tres corrientes iguales en fase y en tiempo y en virtud que el secundario es un circuito serie cerrado, la corriente de falla sólo ve la reactancia de fuga del transformador pudiendo regresar al sistema.

La corriente de falla se limita por: *la impedancia de falla, la resistencia entre neutro y tierra y la reactancia de fuga del transformador.* La conexión de este se muestra a continuación:

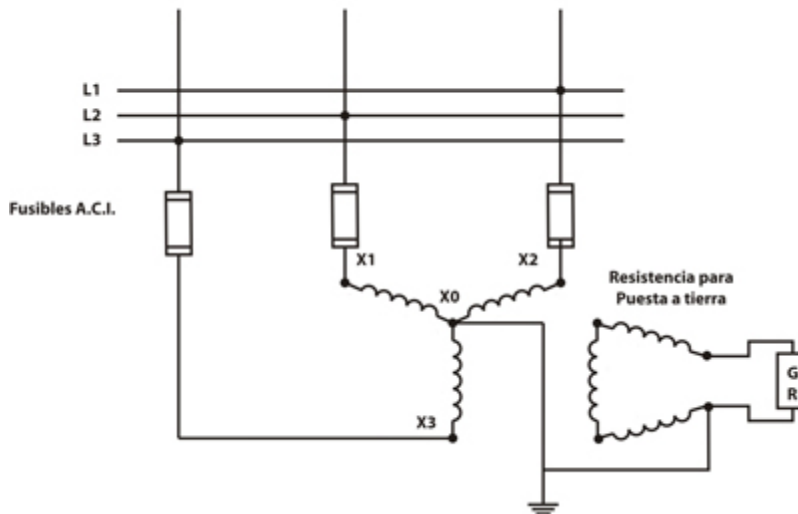




**A.2** Transformadores estrella delta, la estrella puesta a tierra sólidamente con una resistencia en la delta.

Es una configuración estrella delta pero con el secundario en delta abierto, en esta configuración el neutro del primario se conecta a tierra sólidamente, la resistencia limitadora se conecta entre las terminales de la delta abierta del secundario como se muestra en la siguiente figura:

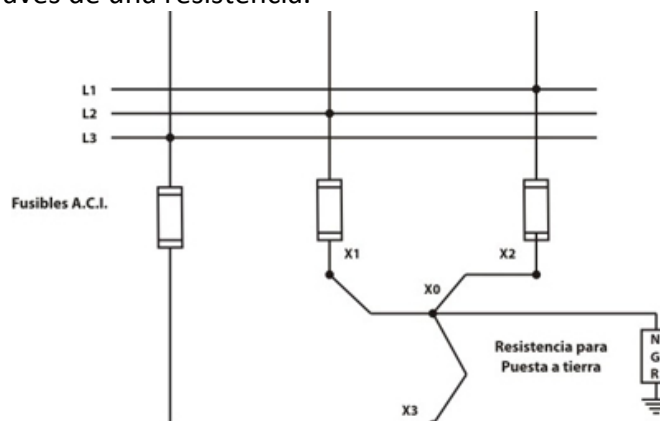
**Figura 2.2.4-A.2**  
SISTEMA TRIFÁSICO  
NEUTRO FLOTANTE



La resistencia de carga se selecciona de la misma forma que en caso anterior, con la excepción de que su valor se verá reducido por el cuadrado de la relación de espiras del transformador. Esta resistencia limita el flujo de corriente en el secundario del transformador, de igual forma limita el flujo en los embobinados de la estrella.

**A.3** Transformador con conexión en zigzag con resistencia en el neutro.

De los diversos tipos de transformadores el más utilizado es el autotransformador trifásico tipo seco. En éstos cada fase tiene dos bobinados idénticos pero embobinados en sentido contrario para presentar una impedancia alta a las corrientes normales de fase, las bobinas se conectan a una configuración estrella y su neutro se conecta a tierra, directamente o a través de una resistencia.



Al ocurrir una falla más allá del transformador zigzag, la corriente de falla fluye a través de la falla, regresando por tierra hacia el neutro, pasa por la resistencia donde se limita a un valor predeterminado y fluye por el transformador en zigzag. La corriente se reparte en tres partes iguales ya que las ramificaciones de dicho transformador son iguales en fase y en tiempo (secuencia cero). Debido a la dirección contraria en sus bobinados éstos presentan baja impedancia para la corriente de falla permitiéndole regresar al sistema. Como se puede observar la corriente está limitada por la impedancia de falla, la resistencia del neutro y la reactancia del transformador zigzag.

El transformador en zigzag se dimensiona para operar en forma continua, para una corriente inicial especificada a un voltaje entre fase y neutro, sin exceder los límites de elevación de temperatura para el tipo de aislamiento (clase "B" hasta 2,400 Volts, clase "H" para más de 2,400 Volts). El nivel de voltaje de saturación es normalmente 1.5 veces el voltaje entre fase y fase. La resistencia deberá dimensionarse con las mismas características de corriente y tiempo que el zigzag.

## **3.2 TIPOS DE INSTALACIONES**

### **3.2.1 DISTRIBUCIÓN RESIDENCIAL**

Se deben emplear preferentemente sistemas monofásicos. Cuando la carga residencial sea alta se analizará la conveniencia de utilizar un sistema trifásico. Se podrán utilizar los siguientes tipos de configuración:

**A)** Anillo de operación radial.

**B)** Radial con las siguientes restricciones:

**1.** Se podrán conectar como máximo 2 transformadores monofásicos o trifásicos sólo en sistemas de 200 A.

**2.** De un sistema aéreo existente se podrán derivar tantos ramales radiales (según punto anterior 1) como lo permite las condiciones operativas del circuito.

**3.** Para el caso de circuitos totalmente subterráneos se instalarán indicadores de falla tanto en la derivación como en el circuito alimentador. Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos subterráneos sean 3f-3h. Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

**a)** Se correrá el neutro desde la subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE con cargo al fraccionador. La conexión de las cargas a su fuente de alimentación se hará de acuerdo a lo indicado en la sección **2.5.4.**

**b)** Se diseñará la puesta a tierra del sistema según se indique en el punto **2.2.4.** Se deben utilizar bases de transformadores sin registro en forma alternada. En los transformadores

donde se empleen registros, éstos deben ser del tipo reducido, según se indica en los planos de las Bases para Transformador Monofásico o Trifásico y Registro Reducido tipo 5 ó 6.

### **3.3 OBRA CIVIL**

#### **3.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.**

**A.1** Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.

**A.2** En el acabado final de la banquetta y en el eje del trazo del banco de ductos se marcará a cada 5 metros bajo relieve las siglas de CFE.

**A.3** Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones.

**A.4** Los registros deben ubicarse en el límite de propiedad y se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución.

**A.5** Deben instalarse registros en los puntos donde se consideren derivaciones por acometidas.

**A.6** Los cambios de dirección pueden ser absorbidos por los ductos, siempre y cuando se respeten los radios mínimos de curvatura de los cables y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado.

**A.7** Se puede prescindir del registro de la base del transformador colocando las reservas de cable correspondientes a estos equipos en los registrosadyacentes, cuidando la llegada de los ductos. En los transformadores donde se empleen registros, éstos deben ser del tipo reducido, según se indica en los planos de las Bases para Transformador Monofásico o Trifásico y Registro Reducido tipo 5 ó 6. En caso de que los radios mínimos de curvatura de los cables, se rebasen, se deberá utilizar con registro tipo 3 ó 4.

**A.8** Cuando se proyecte la utilización de equipos seccionadores en media tensión, se puede prescindir de los registros del lado fuente y del lado carga de los mismos, siempre y cuando se cuente con registros adyacentes, en los cuales se alojarán las reservas de cable correspondientes a dichos equipos.

**A.9** En todos los casos debe respetarse los radios mínimos de curvatura y presiones laterales máximas permisibles de los cables.

**A.10** El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable, que no la dañe mecánicamente, debe ser expandible, formar sello hermético y que no propague el incendio.

**A.11** En estructuras de transición preferentemente se emplearán postes con el ducto alojado en su interior, como se indica en el capítulo 4 de esta Norma. Cuando esto no sea posible, el ducto será de color negro corrugado o liso con una RD 13,5 y debe cumplir con la norma **NRF-057-CFE**.

**A.12** Los tubos de PAD o PADC deben cumplir con la norma **NRF-057-CFE** y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja.

### **3.3.2 CANALIZACIÓN A CIELO ABIERTO**

#### **A) GENERALES.**

**A.1** La colocación, el ancho y la profundidad del banco de ductos, deben cumplir con lo establecido en estas Normas.

**A.2** Invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria del banco de ductos una cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del haz de ductos de acuerdo a los planos.

**A.3** Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa en arroyo de calle o en banqueteta, se debe emplear una RD de 19.

**A.4** Para la unión de tubos de PAD se permite el uso de accesorios de unión (coples) o termofusión. Para tubos de PADC solo se utilizarán sistemas de unión con adhesivos para tubos de pared corrugada, de acuerdo a la **NRF-057-CFE**.

### **3.4 OBRA ELECTROMECAÁNICA**

#### **3.4.1 ACCESORIOS**

##### **A) MEDIA TENSIÓN.**

**A.1** Sistemas de 200 A.

**A.1.1** Adaptador para la puesta a tierra de pantallas en 200 A.

**A.1.2** Apartarrayo tipo boquilla estacionaria 200 OCC.

**A.1.3** Apartarrayo tipo codo 200 OCC.

**A.1.4** Apartarrayo tipo inserto 200 OCC.

**A.1.5** Boquilla doble tipo inserto 200-OCC.

**A.1.6** Boquilla estacionaria doble 200 OCC.

**A.1.7** Boquilla estacionaria sencilla 200-OCC.

**A.1.8** Boquilla extensión tipo inserto 200-OCC.

**A.1.9** Boquilla tipo inserto 200-OCC.

**A.1.10** Boquilla tipo pozo 200.

**A.1.11** Conector tipo codo con cable de puesta a tierra.

**A.1.12** Conector tipo codo 200-OCC.

**A.1.13** Conector tipo múltiple MT 200 de 2, 3 y n vías con boquillas tipo pozo de operación sin tensión.

**A.1.14** Conector tipo múltiple MT 200-OCC de 2, 3 y n vías.

**A.1.15** Conector tipo codo portafusible 200-OCC.

**A.1.16** Empalme contráctil en frío MT.

- A.1.17** Empalme premoldeado separable MT-200
- A.1.18** Empalme recto MT.
- A.1.19** Empalme termocontráctil MT.
- A.1.20** Tapón aislado 200 OCC con punto de prueba.
- A.1.21** Tapón aislado MT 200-OCC.
- A.1.22** Varilla de prueba.

## **A.2** Sistemas de 600 A.

- A.2.1** Adaptador para la puesta a tierra de pantallas de 600 A.
- A.2.2** Boquilla estacionaria de 600 A.
- A.2.3** Boquilla extensión 600.
- A.2.4** Boquilla reductora 600/200.
- A.2.5** Boquilla reductora 600/200 OCC.
- A.2.6** Boquilla tipo perno 600.
- A.2.7** Conectador tipo codo operación sin tensión de 600 A.
- A.2.8** Conectador tipo múltiple MT-600/200-ST de 2, 3 y n vías.
- A.2.9** Conectador tipo múltiple MT-600-ST de 2, 3 y n vías.
- A.2.10** Conectador tipo unión 600 A.
- A.2.11** Empalme recto contráctil en frío MT-600.
- A.2.12** Empalme recto premoldeado MT-600.
- A.2.13** Empalme recto termocontráctil MT-600.
- A.2.14** Empalme separable tipo 600.
- A.2.15** Tapón básico 600 A-ST con punto de prueba para boquilla tipo perno.
- A.2.16** Tapón aislado de 600-ST para codo de 600.

## **A.3** Transiciones.

- A.3.1** Apartarrayos tipo transición (RISER-POLE).
- A.3.2** Sello contráctil en frío.
- A.3.3** Sello termocontráctil.
- A.3.4** Terminal contráctil en frío.
- A.3.5** Terminal de MT termocontráctil.
- A.3.6** Terminal de MT tipo bayoneta.
- A.3.7** Terminal premoldeada de MT.

## **A.4** Conexiones para sistemas de tierra.

- A.4.1** Conexión a compresión cable - cable.
- A.4.2** Conexión a compresión cable - varilla.
- A.4.3** Conexión de adaptador de tierra 200 A.
- A.4.4** Conexión de adaptador de tierra 600 A.
- A.4.5** Conexión tipo soldable cable - cable.
- A.4.6** Conexión tipo soldable cable - varilla.

## **B) BAJA TENSIÓN.**

- B.1** Conector múltiple para baja tensión de 4, 6, 8 y 10 vías.
- B.2** Juego de conexiones tipo CM-600 que consiste en un conector de compresión de aluminio tipo zapata, manga aislante polimérica, tornillo y rondana de presión.
- B.3** Empalme en derivación con gel, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, inmerso en un recipiente con gel.
- B.4** Empalme en derivación contráctil en frío que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga contráctil en frío.
- B.5** Empalme en derivación termocontráctil, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga abierta termocontráctil.
- B.6** Conector tipo mordaza que consiste en un conector aislado tipo mordaza, realizando mecánicamente la unión de la derivación de cables Aluminio – Cobre o Aluminio - Aluminio.

### **3.4.2 ACOMETIDA EN BAJA TENSIÓN**

- B.1** Para el caso de que en el desarrollo existan únicamente lotes y no viviendas construidas, se deben dejar previstos para las acometidas ductos de PVC tipo pesado o PAD RD 19 de al menos 38 mm de diámetro en acometidas trifásicas y 31.7 mm de diámetro en acometidas monofásicas cerrados en ambos extremos, saliendo del registro secundario a un punto ubicado a 50 cm dentro del límite de propiedad del lote. En ambos casos se debe respetar el factor de relleno establecido en la NOM-001-SEDE. Es necesario dejar una mojonera como indicación sobre la superficie del predio para poder localizar el extremo del ducto.
- B.2** Para el caso de que en el desarrollo existan viviendas construidas se deberán considerar las preparaciones para la instalación de los medidores conforme a las Normas de Medición de CFE.
- B.3** La instalación del cable y del equipo de medición, debe sujetarse a las Normas de Medición de CFE.
- B.4** En registros de baja tensión tipo 2, el número máximo de cables monopolares para acometida que se permite instalar es de 27.
- B.5** En registros de baja tensión tipo 1, el número máximo de cables monopolares para acometida que se permite instalar es de 15.
- B.6** Para los desarrollos considerados dentro del apartado **2.3.5**, los servicios monofásicos individuales contiguos se deben suministrar preferentemente mediante acometidas 2F-3H.
- B.7** Para desarrollos donde no se considere el empleo de registros de baja tensión, se utilizarán muretes según la especificación CFE-EM-BT112.- “Especificación para servicio monofásico tipo II, con carga hasta 5 kW en baja tensión”.

### **3.5 ALUMBRADO PÚBLICO**

#### **A) ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN.**

**A.1** Los transformadores deben ser monofásicos, conectados en forma radial construidos con base a las NMX-J-285 o NMX-J-287 y sus valores de pérdidas no deben exceder a los indicados en las especificaciones CFE K0000-04 ó 19. Deben estar protegidos por medio de interruptores térmicos o termomagnéticos ubicados en el lado de baja tensión.

**A.2** El mantenimiento de los transformadores, circuitos y luminarias de alumbrado público estará dado por el contratante.

#### **B) ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN.**

**B.1** Las luminarias y los sistemas a emplear deben ser del tipo ahorradoras de energía eléctrica.

**B.2** Serán independientes de los circuitos de la CFE y deberán estar protegidos con interruptor térmico o termomagnético ubicados en el murete de medición.

**B.3** No se permite cruzar arroyos de calles con acometidas.

### **3.6 CAÍDA DE TENSIÓN Y PÉRDIDAS.**

#### **A) CIRCUITO EQUIVALENTE.**

Los circuitos de media tensión subterráneos con longitudes menores de 15 km, se consideran como líneas de transmisión cortas, utilizando para los cálculos de caída de tensión un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva. En el caso de que un circuito exceda los 15 km de longitud, se utiliza para el cálculo un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, considerándose la reactancia capacitiva en paralelo.

#### **B) VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS.**

##### **B.1** Circuitos de media tensión.

En condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1 % desde el punto de conexión, tomando en cuenta demandas máximas.

El cálculo debe realizarse tanto para la troncal como para los subanillos, involucrando todas las cargas conectadas desde el inicio del circuito hasta el punto de apertura correspondiente. El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

##### **B.2** Circuitos de baja tensión.

El valor máximo de caída de tensión para los circuitos de baja tensión no debe exceder del 3 % para sistemas monofásicos y del 5 % para trifásicos, desde el transformador hasta el

registro más lejano. El valor máximo de las pérdidas de potencia en demanda máxima no debe exceder del 2 %.

### **B.3 Acometidas de baja tensión.**

El valor máximo de caída de tensión para las acometidas no debe exceder del 1 % desde el registro de acometida hasta el equipo de medición. La longitud máxima de las acometidas debe ser de 35 m.

## **3.7 CABLES**

### **A) SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES.**

#### **A.1 Circuitos de media tensión.**

En la siguiente tabla se muestran algunas secciones transversales de conductores de aluminio, pudiéndose emplear secciones diferentes siempre y cuando cumplan con la Norma de Referencia **NRF-024-CFE**:

<b>Sección transversal mm<sup>2</sup></b>	<b>Conductor</b>
53,5 (1/0 AWG)	Aluminio
85,0 (3/0 AWG)	Aluminio
253,4 (500 kcmil)	Aluminio o cobre
380,0 (750 kcmil)	Aluminio o cobre
506.7 (1000 kcmil)	Aluminio o cobre

#### **A.2 Circuitos de baja tensión.**

En la siguiente tabla se muestran algunas secciones transversales de conductores de aluminio, pudiéndose emplear secciones diferentes siempre y cuando cumplan con la Norma de Referencia **NRF-052-CFE**:

<b>Sección transversal mm<sup>2</sup></b>	<b>Conductor</b>
53,5 (1/0 AWG)	Aluminio
85,0 (3/0 AWG)	Aluminio
177.3 (350 kcmil)	Aluminio

La optimización de los proyectos en sistemas eléctricos implica encontrar aquellos componentes que reflejen el mínimo costo total a valor presente, el cual incluye los costos de pérdidas, costos de operación y mantenimiento, así como los costos de inversión en bienes de capital para el período de su vida útil.

Para determinar los elementos de baja tensión económicos a utilizar en las nuevas construcciones o remodelaciones de las Instalaciones Subterráneas existentes, deberá emplearse la metodología vigente desarrollada por la Subdirección de Distribución para ese tipo de instalaciones denominada “Metodología para el Cálculo del Conjunto Transformador – Red Secundaria” (**CTRS**).
















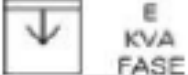


### 3.8 SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA
















#### A) SIMBOLOGÍA.

Para todos los planos de redes eléctricas subterráneas utilizar la siguiente simbología, la cual esta contenida en el sistema Desarrollador de Proyectos DEPRORED. Estas tablas pueden ser utilizadas para levantamiento de instalaciones existentes.



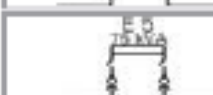
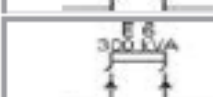


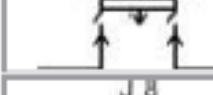




SÍMBOLOS PARA PLANOS			
ELEMENTO A REPRESENTAR		SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
LINEAS	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 200 A.		1
	SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN PARA SISTEMAS DE 600 A.		1
	DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA		2
ACOMETIDAS	ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA		1
	ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA		-
TRANSICIONES	DE LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN ÁREA SUBTERRÁNEA		3
	CON C. C. F.		3
	CON C. O. P.		3
	CON C. O. G.		3
	CON SECCIONADOR		3
	CON RESTAURADOR		3
	CON C. O. G. U.		3
	DE LÍNEA DE BAJA TENSIÓN ÁREA A SUBTERRÁNEA		3
SECCIONADORES	PARA REDES SUBTERRÁNEAS		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL		5
















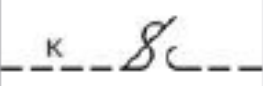



	CON TELECONTROL		5
	CON DERIVACIONES PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	CON TELECONTROL PROTEGIDO CON FUSIBLES		5
	CON DERIVACIONES CON PROTECCIÓN ELECTRONICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
	DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA CON TELECONTROL Y PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
	CON TELECONTROL Y PROTECCIÓN ELECTRÓNICA		5
CIRCUITOS	SUBTERRÁNEO DE ALUMBRADO	++ ++ ++ ++ ++	2
EMPALMES	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; EN X, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	DE MEDIA TENSIÓN DE 600 A; CUERPO EN T, SEPARABLE, PARA DERIVACIONES DE 600, 200 A O 600 A		6
	RECTO PERMANENTE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A; TIPO PREMOLDEADO, TERMOCONTRÁCTIL O ENCINTADO		7 Y 8
	RECTO SEPARABLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A TIPO PREMOLDEADO		9 Y 10
TRANSFORMADORES	TIPO PEDESTAL		4
	TIPO BÓVEDA		4















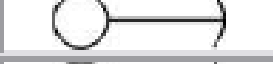
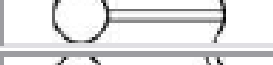




## SÍMBOLOS PARA OBRA CIVIL








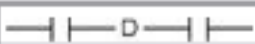

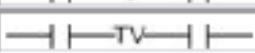










ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
REGISTRO DE BAJA TENSIÓN	 10	17
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN	 12	12 Y 16
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN CON MURETE	 12	12 Y 16
REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN CON ACOMETIDA CON TAPA CUADRADA	 12	12 Y 16
POZO DE VISITA TIPO X	 X	12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO X CON TAPA CUADRADA	 X	12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO L	 L	12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO P	 P	12 Y 14
POZO DE VISITA TIPO T	 T	12 Y 14
POZO DE VISITA MEDIA TENSIÓN CON MURETE	 12	12 Y 14
BANCO DE DUCTOS	<b>S3B / P6B</b>	18
BÓVEDA PARA TRANSFORMADOR	 300 <sup>E</sup>	12 Y 13
BÓVEDA PARA SECCIONADOR	 <sup>S</sup>	12 Y 13
BASE PARA TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL	 <sup>E</sup>	15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL UN FRENTE	 <sup>S</sup>	15
BASE PARA SECCIONADOR TIPO PEDESTAL DOS FRENTE	 <sup>S</sup>	15

BASE MURETE	MUR	-
BASE MEDICIÓN	MED	-
BASE PARA TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	M	15
BÓVEDA PARA TRANSFORMADOR MONOFÁSICO	M	12 Y 13

SÍMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES		
ELEMENTO A REPRESENTAR	SIMBOLOGÍA	VER NOTAS A1
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
TRANSFORMADOR TRIFÁSICO TIPO SUMERGIBLE PARA REDES SUBTERRÁNEAS		19 Y 20
CONECTADOR MULTIPLE DE MEDIA TENSIÓN DE 200 A. O DE 600 A.		11, 19 Y 21
CONECTADOR TIPO CODO 200 A OPERACIÓN CON CARGA		19
CONECTADOR TIPO CODO DE 600 A OPERACIÓN SIN TENSIÓN		19
APARTARRAYO TIPO CODO DE FRENTE MUERTO		19
APARTARRAYO TIPO INSERTO DE FRENTE MUERTO		19

APARTARRAYO TIPO BOQUILLA ESTACIONARIA DE FRENTE MUERTO		19
PORTAFUSIBLE PARA SISTEMAS DE 200 A.		19
CODO DE PUESTA A TIERRA		19
DESCANSO DE PUESTA A TIERRA		19
INSERTO DOBLE BOQUILLA		19
TAPÓN AISLADO DE 200 A.		19
TAPÓN AISLADO DE 600 A.		19
SECCIONADOR		19
INDICADOR DE FALLA		19
LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN		22, 24 Y 25
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN		23, 24 Y 25
REMATE DE LÍNEAS AÉREAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN		22 Y 23
LÍNEA AÉREA DE BAJA TENSIÓN CON CABLE MÚLTIPLE		23, 24 Y 25
TRANSFORMADOR TIPO POSTE		28
APARTARRAYOS		-
CORTACIRCUITO FUSIBLE PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34 Y 35
SECCIONALIZADOR TIPO SECO		33
SECCIONALIZADOR EN ACEITE		33
RESTAURADOR		32

DESCONECTADOR		37
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, CON CARGA		34
CUCHILLA DESCONECTADORA DE OPERACIÓN EN GRUPO, SIN CARGA		34
CUCHILLA SECCIONADORA PARA OPERACIÓN UNIPOLAR CON DISPOSITIVO PARA ABRIR CON CARGA		34
CUCHILLA SECCIONADORA, OPERACIÓN MONOFÁSICA CON PÉRTIGA SIN CARGA		34
FOTOCELDA		-
RELEVADOR PARA EL CONTROL DE ALUMBRADO PÚBLICO		-
POSTE DE CONCRETO REFORZADO DE SECCIÓN OCTAGONAL		-
POSTE DE MADERA TRATADA		-
POSTE TROCOPIRAMIDAL DE ACERO DE SECCIÓN CIRCULAR		-
POSTE EXISTENTE		-
RETENIDA DE ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON UNA ANCLA		26
DOS RETENIDAS CON DOS ANCLAS		26
RETENIDA DE BANQUETA		26
RETENIDA DE PUNTAL		26
RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE		26
RETENIDA DE POSTE A POSTE Y ANCLA		26
CARRETERA PAVIMENTADA		36

CARRETERA DE TERRACERÍA		36
VÍA DE FERROCARRIL		36
PUENTE		-
ARROYO		-
CANAL DE RIEGO PRINCIPAL		-
RÍO		-
TUBERÍA HIDRÁULICA		-
DRENAJE		-
TUBERÍA DE GAS		-
CABLE DE TELEVISIÓN		-
CANAL DE RIEGO SECUNDARIO		-
CAESTANQUE O REPRESA		-
ÁREA ARBOLADA O DE HUERTAS		--
CERCA DE ALAMBRE DE PUAS		-
CASA HABITACIÓN		-
IGLESIA		-
ESCUELA		-
CEMENTERIO		-
BOMBA DE AGUA POTABLE O RIEGO		-
CÁRCAMO		-

## CONCLUSION:

Se realizó un estudio general para la construcción, diseño y mantenimiento de una red subterránea de media tensión, baja tensión y alumbrado público basándose en un grupo de normas ya existentes. Cumpliendo con el objetivo principal de la residencia, el cual es el de establecer un proyecto para beneficio y mejora de la empresa.

Hay que tener presente que al realizar una instalación subterránea tenemos mayor confiabilidad, seguridad, imagen urbana, continuidad en el servicio, menor impacto ambiental en comparación con una instalación aérea, ya que éstas tienden a sufrir mayor número de averías, debido a sus condiciones físicas, por encontrarse en el exterior. Cabe resaltar que el costo de instalación es mucho menor en comparación con una instalación subterránea, pero así mismo un sistema aéreo tiene una vida útil de 25 años, mientras el subterráneo puede llegar a los 50 años.

En las instalaciones eléctricas subterráneas encontramos los centros de carga, los cuales son los encargados de distribuir, transformar e interconectar la carga por medio de los equipos que lo conforman. Estos centros de carga están ubicados ya sea en bóvedas o en cuartos subterráneos, esto depende del lugar más óptimo que se haya seleccionado para su ubicación, sea este un edificio, un parque, acera de las calles, etc. Dependiendo exclusivamente de la carga y el tipo de centro de carga a instalarse. Debido a la importancia que tiene el centro de carga debe de estar normalizado y funcionar bajo todas las condiciones de seguridad según sea el caso.

Los elementos y equipos que constituyen un centro de carga se encuentran limitados por parámetros característicos, tales como valores nominales, asignados, intensidades térmicas y dinámicas, que se encuentran condicionados con la tensión asignada, la intensidad asignada. Todos los elementos en conjunto, deben poder soportar las sobrecargas y cortocircuitos para un correcto funcionamiento y poder tener las protecciones debidas para suplir cualquier tipo de inconveniente.

La determinación de la corriente máxima depende de las características de la red; este valor nos permite es primordial para la selección de la configuración y parámetros característicos ( $K_r$   $K_p$   $K_c$ ) de los electrodos de puesta a tierra.

Los conductores utilizados para la instalación en redes subterráneas son aislados con Polietileno reticulado (XLPE) o Goma etilenpropilénica (EPR) la selección del aislante depende de las características de la instalación eléctricas y mecánicas.

Las pantallas pueden ser semiconductoras sobre el conductor o sobre el aislamiento tienen como función crear una superficie equipotencial para uniformar el campo eléctrico en el dieléctrico y confinarlo; también se lo utiliza para blindar al cable de campos externos y como protección para el personal.

Cada uno de los elementos que conforman un centro de carga tienen características y funciones que los difieren de los demás, por lo tanto se debe tener en cuenta, al momento del diseño, el espacio, el lugar exacto y la ubicación de los mismos para dar plena seguridad al personal encargado del mantenimiento o reparación de averías.



## **BIBLIOGRAFIA:**

- <http://www.cfe.gob.mx/negocio/informacionclientenegocio/Paginas/contratacion.aspx>
- Norma Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos. (C.F.E)
- Procedimiento Para La Revisión De Proyectos Y supervisión De La Construcción De Redes Subterráneas. (C.F.E.).
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 Instalaciones Eléctricas (utilización).