

214
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



**Proyecto de la Red de Distribución con
Cable Subterráneo del Fraccionamiento
"Jardines de Xalapa"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

P R E S E N T A :

Marco Antonio Delgado Avilés



DIRECTOR DE TESIS:

M. I. ROBERTO ESPINOSA Y LARA

MEXICO, D. F.

AGOSTO DE 1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

Capítulo I .- Introducción.

Capítulo II .- Generalidades.

Capítulo III .- Estudio de la carga.

3.1).-Clasificación de las cargas.

3.2).-Características de la carga.

3.3).-Carga Instalada.

3.4).-Factores de demanda en grupos de servicios de un mismo giro comercial.

3.5).-Estudio de la demanda máxima coincidente.

3.6).-Cálculos de los diferentes bancos de distribución.

Capítulo IV .- Cálculo de la Regulación.

4.1).-Regulación en Baja Tensión.

4.2).-Regulación en Mediana Tensión.

Capítulo V .- Subestaciones.

5.1).-Clasificación.

5.2).-Elementos constitutivos de una subestación.

5.3).-Clasificación de los Transformadores.

Capítulo VI .- Optimización de la Red de Distribución.

6.1).-Red de distribución en baja tensión.

a).-Cálculo de la carga de acuerdo a las condiciones reales.

b).-Selección de transformadores.

- c).-Localización de los centros de carga.
- d).-Estructura de la red.
- e).-Selección de cables.
- f).-Canalizaciones.

6.2).-Red de distribución de mediana tensión.

- a).-Estructura de la red.
- b).-Selección del cable.
- c).-Canalizaciones.

Capítulo VII .- Conclusiones.

ANEXOS

- Anexo 1.- Registro para secundarios y acometidas.Distribución Secundaria.
- Anexo 2.- Localización de registros secundarios.
- Anexo 3.- Cruce de calles para circuitos 3F y 1F en baja tensión.
- Anexo 4.- Trinchera para circuitos 3F y 1F en alta y baja tensión.
Trinchera para circuitos 3F y 1F en alta tensión.
- Anexo 5.- Registro para circuitos primarios.
Registro para circuitos primarios.Detalles.
- Anexo 6.- Cruce de calles para circuitos 3F y 1F en alta tensión.
Cruce de calles para circuitos 1F y 3F en alta y baja tensión.

CAPITULO I.

I N T R O D U C C I O N .

El rápido desarrollo de las ciudades importantes de nuestro país, ha traído como consecuencia, un aumento en la población y de sus necesidades tales como : vivienda, servicios públicos y centros comerciales.

El Proyecto que se desarrollará está ubicado en la ciudad de Xalapa, capital del Estado de Veracruz (Xalapa, del náhuatl : Xalla-a-pan, "Manantial en la arena"), se encuentra situada a 304 Km. al sureste de la ciudad de México a $19^{\circ} 31' 35''$ latitud norte y $96^{\circ} 39' 26''$ longitud oeste, y a una altitud de 1427 metros sobre el nivel del mar.

Su clima es templado y varía de acuerdo con las estaciones del año, alcanzando - temperaturas medias de 20° C en primavera, de 22° C en verano, de 18° C en otoño y 15° C en invierno, con lluvias en los meses de agosto y septiembre.

Para su comunicación con todo el país, Xalapa cuenta con un buen sistema de carreteras y ferrocarriles que van desde el Golfo de México al Pacífico con derivaciones al norte y al sur del país, teniendo además excelentes servicios de telégrafos, correos y teléfonos.

Siendo el siguiente proyecto, la Red de Distribución con Cable Subterráneo del - fraccionamiento "Jardines de Xalapa" elegido, para ser desarrollado como tema de tesis, garantizándose con la distribución subterránea una mayor calidad y seguridad en el suministro del servicio, ya que éstas instalaciones quedan protegidas de los efectos de fenómenos naturales y vandalismo que afectan a las áreas.

En el siguiente capítulo se dan todos los datos relacionados con el proyecto y los temas a desarrollarse.

GENERALIDADES

El estudio del presente proyecto de la red de distribución con cable subterráneo del Fraccionamiento "Jardines de Xalapa", localizado al noroeste de la ciudad, con acceso principal entre las calles Av. General Lázaro Cárdenas y Encanto, constará de 71 edificios del tipo de tercera categoría, contando con 10 departamentos por edificio.

El tipo de instalación será subterránea para la baja tensión y saldrán dos circuitos como máximo en cada transformador, siendo aéreo el circuito de alta tensión, en el proyecto real, proponiéndose como proyecto optimizado toda la instalación subterránea.

Los transformadores serán del tipo poste convencional de capacidades de 112.5 y 75 kVA.

Se instalarán 27 luminarias de 250 w cada una, siendo las lámparas de vapor de sodio alta presión.

Se cuenta además, con tres bombas para llevar el agua potable desde una cisterna con una capacidad de 500 000 litros a un tanque elevador, para alimentar el fraccionamiento por gravedad; las bombas serán de 15 H.P. cada una y se alimentarán por medio de un transformador de 75 kVA.

Se hace un estudio de la carga, su clasificación, sus características, carga instalada, estudio de la demanda máxima coincidente y cálculo de los bancos de distribución.

Se calculará la regulación de voltaje en baja y media tensión.

La red de distribución se optimizará para mediana y baja tensión, se clasificarán las subestaciones y los elementos que la constituyen.

Por último se incluirán las conclusiones a las que se haya llegado después del estudio y desarrollo del proyecto.

CAPITULO IIIESTUDIO DE LA CARGA3.1).-Clasificación de las cargas.

A continuación se da una clasificación general de los diferentes tipos de cargas:

- Cargas residenciales.
- Cargas comerciales.
- Cargas industriales.
- Cargas mixtas.

Cargas residenciales.- Para los diferentes tipos de fraccionamientos y conjuntos habitacionales se constituyen en las siguientes:

- Carga de los departamentos.
- Carga de alumbrado público.
- Carga por bombeo de agua.

3.2).-Características de la carga.

Los diferentes parámetros nos facilitan el conocimiento apropiado de las características de la carga con el objeto de planear, proyectar, -- construir y operar adecuadamente los sistemas.

A).-Carga instalada.

Es la suma de las potencias nominales, de los equipos eléctricos conectados al sistema ó instalación en una zona determinada, se expresa normalmente en KVA o MVA.

B).-Densidad de carga.

Es un término utilizado para cuantificar la carga por unidad de superficie, se expresa generalmente en kVA/km^2 o MVA/km^2 .

C).-Demanda.

Es la potencia consumida por la carga, expresada en Watts, volt-ampères, etc. ; a un factor de potencia determinado, generalmente es tomada en un intervalo de tiempo bien definido.

D).- Demanda máxima.

Es la demanda más alta que ocurre durante un intervalo de tiempo especificado, nos representa las condiciones de operación más severas en el diseño .

E).- Factor de demanda.

Es el cociente de la demanda máxima de un sistema y la carga conectada al mismo.

F).- Factor de coincidencia o simultaneidad

Cuando se tienen grupos de cargas similares, como es el caso de un fraccionamiento residencial, es necesario considerar la diversidad existente en el uso de la energía eléctrica por los consumidores.

Para evaluar esta situación se toma en cuenta este factor el cual se define como : la relación entre la demanda máxima coincidente de un grupo de consumidores y la suma de las demandas máximas individuales de dichos consumidores, siendo éste factor recíproco del factor de diversidad.

G).- Factor de utilización.

Es la relación de la demanda máxima del sistema entre la capacidad nominal del mismo, y nos indica el grado al que el sistema está siendo aprovechado durante el pico de carga con respecto a su capacidad nominal.

H).- Demanda coincidente.

Es igual a la carga instalada multiplicada por el factor de demanda y por el factor de coincidencia.

3.3).- Carga Instalada

- Por departamento :

Habitación	Focos	Cap. en W	Contactos	Cap. en W
Sala-comedor	2	200	1	125
Cocina	1	100	1	125
Recámaras(2)	2	200	1	125
Baño	1	100		
Cuarto de Serv.	1	100	1	125
Totales	7	700	4	500

Carga total instalada : 7 X 100 watts + 4 X 125 watts

C_{ti} : 1200 watts.

Como tenemos 10 departamentos por edificio; la carga instalada total por edificio es :

Carga total por edificio : 1200 watts X 10

: 12 000 watts : 12 kW.

El total de edificios del fraccionamiento es 71, por lo tanto, podemos obtener la carga total instalada en los edificios.

Carga total instalada por edificios : 71 X 12 kW.

: 852 kW.

- Alumbrado Público.

Se tienen 27 luminarias de 250 watts cada una por lo que la carga total instalada por alumbrado público es :

Carga total instalada por alumbrado público : 27 X 250 watts

C_{Ap} : 6750 watts.

3.4).- Factores de Demanda en Grupos de Servicios de un mismo Giro Comercial.

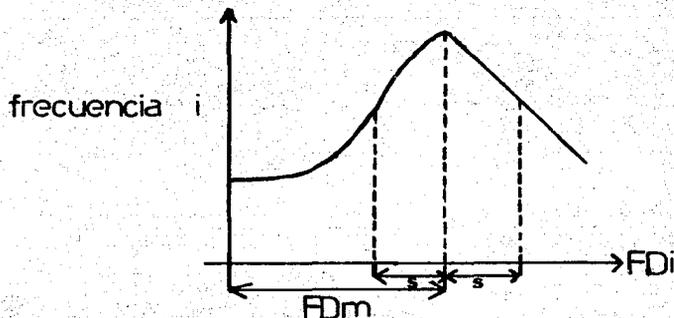
La Cía. de Luz y Fuerza del Centro hizo un estudio reciente sobre los Factores de Demanda Medios (FDm) por Grupos de Servicios de un mismo giro comercial, con el objeto de estimar la Demanda Máxima en los servicios, para su aplicación en la elaboración de proyectos en las Redes de Distribución.

Estos Factores son el resultado de cálculos estadísticos para determinar la media en grupos de servicio de un mismo giro, y de algunos indicadores que justifican su validez.

Método de Cálculo

Las muestras se establecieron tomando todos los registros del Archivo de Servicios en baja tensión con medidores de demanda máxima, con el fin de conformar la tabla siguiente y su descripción gráfica.

GIRO	CANTIDAD DE SERVICIOS	FDm	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	% DE ELEMENTOS		
					FDm+S	FDm+2S	FDm+3S



El FDM representa la media de los factores de demanda (FDi) de los Servicios de un mismo giro, calculada en base a la demanda máxima reportada en los doce últimos meses, y las cargas actualmente conectadas.

$$FDi = \frac{\text{demanda máxima}}{\text{carga conectada}} \times 100 (\%)$$

La desviación típica, el coeficiente de variación y el % de elementos en los intervalos: S, 2S y 3S, son los indicadores del grado de confiabilidad de los valores medios calculados.

Para el establecimiento definitivo de los FDM, se tomaron aquellos valores con alta representatividad estadística, y que fueron consistentes al compararlos con valores recomendados por otras fuentes de información.

Para determinar los FDM de los grupos fuera de la selección anterior, se tomaron valores de grupos de cargas y demandas similares o directamente los de otras fuentes de información.

Generalidades.

Se ha previsto una primera clasificación por giro que comprende cuatro grupos que son: el Residencial, el Comercial, el Industrial y el referente a Otros.

Los grupos Comercial e Industrial se subdividen, basándose en la naturaleza del producto en que comercian o fabrican, en productos de origen animal, vegetal, mineral y varios, refiriéndose éstos últimos a aquellos cuyo origen sea de dos o más de los indicados. Dentro de los grupos hay la Subdivisión: "Alimentos" y la de "No Alimentos".

En el grupo de "Otros", se clasifican aquellos servicios que no pueden considerarse como productos de origen animal, vegetal o mineral, como son: servicios públicos, servicios de índole profesional, social y cultural y los servicios para reventa de energía etc.

Se elaboró el siguiente cuadro donde se hace una clasificación de servicios siguiendo lo anteriormente mencionado.

CUADRO DE CLASIFICACION DE SERVICIOS

Residencial	Residencial
Comercial	Comercial-animal Comercial-vegetal Comercial-mineral Comercial-varios
Industrial	Industrial-animal Industrial-vegetal Industrial-mineral Industrial-varios
Otros	Otros

Cuando algún servicio se destine a fabricación y venta simultánea del producto como es el caso de las panaderías, dicho servicio se clasificará en el renglón correspondiente a Industrial.

Los servicios de bombeo se clasifican de acuerdo a la finalidad o el uso que se le destine, por ejemplo, si el servicio es para irrigación se clasificará como Industrial Vegetal y si el servicio es para agua potable o bombeo de aguas negras, se asignará al grupo de "Otros".

CLASIFICACION DE LOS SERVICIOS POR GIRO ARREGLADOS POR GRUPOS Y SUS DIVISIONES.

A) Residencial
 Servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico.

FDM

40 Residencial

B) Comercial Animal
 Servicios comerciales expendedores de productos de origen animal.

Alimentos:

60 Almacenaje y conservación de animales
 y carnes (Frigoríficos)
 65 Carnicerías
 65 Expendios de huevo
 65 Lecherías, cremerías
 65 Pescaderías
 65 Ostionerías
 65 Los que no quedaron incluidos en los
 anteriores

No Alimentos:

60 Peleterías
 60 Talabarterías
 60 Zapaterías (Expendios)
 60 Los que no quedaron incluidos en los
 anteriores

C) Comercial Vegetal
 Servicios comerciales expendedores de productos de origen vegetal.

Alimentos:

55 Almacenaje y conservación de vegetales
 (granos, frutas, legumbres, etc. que no -
 necesitan refrigeración)
 40 Cantinas
 40 Cervecerías
 40 Dulcerías
 40 Fruterías
 65 Neverías
 50 Panaderías

Comercial Vegetal Alimentos Cont.

FDM

40	Pulquerías
40	Vinos y Licores
65	Almacenaje y conservación de vegetales (granos, frutas, legumbres, etc. que necesitan refrigeración)
45	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

65	Alfombras y tapetes
65	Almacenes de ropa y bonetería
65	Camiserías
65	Casas de modas
65	Cigarros y puros
65	Expendios de papel y cartón
65	Florerías
40	Madererías
65	Productos de hule (llantas, cámaras, etc)
65	Sombrererías
45	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

D) Comercial Mineral

Servicios comerciales expendedores de productos de origen mineral.

FDM

Alimentos:55

Los que existan

No Alimentos:

55	Accesorios de Plomería
55	Acumuladores
55	Alambres y cables
50	Aparatos y artículos eléctricos
55	Aparatos, instrumental y artículos médicos y de ingeniería
55	Artículos Fotográficos
55	Armerías
55	Bicicletas
55	Cerámica
55	Cerraduras
55	Discos Fonográficos
55	Envases
55	Espejos y Lunas
55	Expendio de Petróleo Diáfano
55	Gas combustible
45	Gasolinerías
55	Joyerías y Relojerías
55	Jugueterías
55	Llaves
55	Maquinaria en general
50	Materiales para la construcción (arena, cal, cemento, granito, grava, mosaicos, azulejos, piedra, tabique, teja, yeso, varilla)
55	Metales, perfiles y molduras
55	Minas, oficinas, y bodegas de Cías.
55	Muebles sanitarios
55	Ópticas
55	Plásticos
55	Refractarios, Vidrios
40	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

E) Comercial Varios

Servicios comerciales expendedores de productos de 2 ó 3 orígenes.

FDm

Alimentos:

55	Cafeterías
55	Cocinas económicas
55	Fondas
65	Misceláneas y tiendas de abarrotes
50	Mercados de víveres
55	Refresquerías, jugos y licuados
60	Restaurantes
55	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

55	Agencias y lotes para venta de vehí - culos automotrices
50	Artículos de belleza
50	Artículos deportivos
50	Barnices y pinturas
50	Bazares
50	Boticas, farmacias y droguerías
65	Centros comerciales, tiendas de descuento y artículos para el hogar
50	Cromos, cuadros y marcos
55	Libros, revistas y papelerías
55	Mueblerías
50	Música impresa, instrumentos musicales
50	Refacciones automotrices
50	Substancias químicas en general
50	Tlapalerías y ferreterías
50	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

F) Industrial Animal
 Servicios industriales fabricantes de productos de origen animal.

FDm

Alimentos:

60	Aceite y grasas
55	Establos
50	Granjas(excepto avícolas)
60	Leche condensada, en polvo y evaporada
60	Obradores
50	Pasteurizadoras
60	Rastros
55	Granjas avícolas
55	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

50	Curtidurías
55	Hilados y tejidos de seda o lana (telas, ropa, medias, calcetines)
50	Huaraches
50	Petacas
45	Tenerías
50	Zapatos
50	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

G) Industrial Vegetal

Servicios industriales fabricantes de productos de origen vegetal.

FDM

Alimentos:55

70	Aceites y grasas
65	Bombeo para irrigación.-Irrigación
55	Cerveza.-Fábricas
60	Dulces y chocolates
60	Galletas y pastas
70	Harineras
60	Malta y levadura
70	Molinos de granos
55	Molinos de nixtamal
65	Penificadoras
50	Refrescos.-Embotelladoras
50	Vinos y Licores
50	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

50	Agujetas, cintas, listones, etc.
50	Alfombras y tapetes
45	Aserraderos
45	Escobas y cepillos
50	Colchas
60	Colchones
45	Carpinterías y ebanisterías
55	Hilos y tejidos de algodón (telas, ropas medias y calcetines)
50	Lápices
45	Medicinas
50	Muebles de madera
55	Productos de cartón, papel y celulosa
60	Productos de hule (llantas, cámaras, etc.)
50	Sombreros
50	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

H) Industrial Mineral

Servicios industriales fabricantes de productos de origen mineral.

FDm

Alimentos:50

50

Sal

Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

50

Aceites y grasas

50

Acidos.-Fábricas

60

Acumuladores

60

Alambres y cables

50

Aparatos y artículos eléctricos

50

Aparatos y artículos para ingeniería

50

Aparatos y artículos para laboratorios

50

Aparatos y artículos para medicina

50

Asbesto y asbesto cemento

50

Bicicletas

40

Bloques de concreto

50

Botones

50

Broches

50

Camas

50

Cemento, yeso y cal

50

Cerámica

50

Cerraduras

50

Clavos y tornillos

50

Cloro

50

Cuchillería

60

Discos fonográficos

55

Envases

50

Espejos y Lunas

65

Fundidoras de hierro y acero

50

Gas combustible

60

Gases industriales

50

Globos y liges

50

Granito natural y artificial

40

Herrerías

Industrial Mineral No Alimentos (Cont.)

FDm

70	Hielo
55	Hilados y tejidos de fibras sintéticas (telas, ropa, medias, calcetines)
45	Hojalaterías
50	Impermeabilizantes
50	Instrumentos musicales
50	Jabón y detergentes
50	Juguetes
50	Laboratorios fotográficos
45	Ladrillos y tabiques
60	Laminadoras
50	Loza
45	Maquinaria en general
50	Marmolerías
50	Minas de arena y grava
55	Minas y plantas de beneficio
55	Mosaicos y azulejos
50	Muebles
50	Muebles sanitarios
50	Pedreras
45	Perfiles metálicos
50	Pilas o baterías secas
55	Plásticos
50	Productos químicos y farmacéuticos
50	Refractarios
55	Relojes y joyas
50	Rótulos luminosos
50	Sales
50	Losas
50	Talleres automotrices en general
50	Talleres de reparación de aparatos e - léctricos

Industrial Mineral No Alimentos (Cont.)

FDm

50	Talleres de reparación y mantenimiento
45	Talleres mecánicos
50	Tejas
55	Transformadores, reguladores de voltaje, motores, etc.
60	Vidrio
60	Vulcanizadoras
55	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

I) Industrial Varios

Servicios industriales fabricantes de productos de 2 ó 3 orígenes.

FDm

ALimentos: 50	Conservas.-Alimentos enlatados.-Empaques
55	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

No Alimentos:

45	Barnices y pinturas
60	Bolsas en general
50	Cerilleras
50	Herramientas
45	Paraguas y sombrillas
45	Persianas
50	Refacciones automotrices
50	Vehículos automotrices (armadoras de : automóviles, camiones, motocicletas, carros de ferrocarril, etc.)
50	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

J) Otros tipos de servicios no comprendidos en los grupos anteriores.

FDm

40	Agencias de mudanzas
40	Agencias de publicidad y turismo
40	Alquiler de artículos varios
45	Asilos y casas de salud
40	Asociaciones civiles
55	Bancos
60	Bombeo de aguas negras y potables
40	Casas de empeño
40	Cementerios y agencias de inhumaciones
45	Centros educativos (colegios, escuelas, institutos, universidades, museos, academias)
50	Centros y lugares de diversión (cabarets, billares, balnearios, baños, casinos, - clubes, gimnasios, boliches, cines, teatros, frontones, plazas de toros, estadios, etc.)
45	Compañías de seguros
60	Comunicaciones: radio, televisión, telégrafos, teléfonos, etc.
50	Dependencias de Gobierno (excepto mercados y bodegas)
60	Despachos y oficinas de servicios generales
40	Despachos y oficinas de servicios profesionales, técnicos y universitarios - - (doctores, dentistas, ingenieros, notarios, etc.)
50	Editoriales (libros)
40	Embajadas, consulados y legaciones
55	Energía eléctrica: Cías. suministradoras, revendedoras, etc.
50	Establecimientos para limpieza de ropa, cortinas, bancos, muebles, etc. (tintorerías, lavanderías)

Otros tipos de servicios no comprendidos en los grupos anteriores
(Cont.)

<u>FDm</u>	
40	Estacionamientos y pensiones
50	Estudios cinematográficos y fotográficos
40	Grabadoras de discos
40	Hospicios y casas de cuna
45	Hospitales, sanatorios y clínicas
45	Hoteles, moteles, casas de huéspedes y departamentos amueblados
45	Iglesias, Templos, etc.
50	Imprentas
40	Loterías, expendios
40	Oficinas y locales dedicados a la compra y venta de bienes raíces
40	Peluquerías y salas de belleza
50	Periódicos y revistas
40	Rótulos luminosos, servicio de energía eléctrica
40	Servicios de edificios, comerciales y residenciales
55	Servicios temporales
50	Sindicatos
50	Transportes: aéreos y terrestres (líneas de aviones, camiones, barcos, etc. , excepto sitios de alquiler)
50	Mercados y bodegas de gobierno
40	Sitios de alquiler
45	Los que no quedaron incluidos en los anteriores

A continuación, tenemos los factores de demanda que son utilizados en el cálculo de la Demanda Máxima Coincidente en Fraccionamientos de 3^a Categoría, atendiendo la zona donde se encuentra ubicado éste.

FACTOR DE DEMANDA

Casa-Habitación	0.4 - 0.6
Alumbrado Público	1.0
Sistema de Bombeo	0.7 - 0.8
Iglesias	0.3 - 0.4
Centrales telefónicas	0.6 - 0.7
Escuelas	0.4 - 0.5

3.5).- Estudio de la demanda máxima coincidente.

$$Dmc = Dce + Dcap + Dcab$$

e : edificios.

ap : alumbrado público.

sb : sistema de bombeo.

- Demanda coincidente por edificio.

$$Dce = Dc \text{ depto. } \times 10 \times 71$$

Dc depto = Carga inst. X factor de demanda X factor de coincidencia

$$Dc \text{ depto} = 1200 \text{ watts} \times 0.6 \times 0.4$$

$$Dc \text{ depto} = 288 \text{ watts.}$$

Sin embargo, debido a normas de electrificación de fraccionamientos de C.F.E. en el punto 3 (Bases generales para el cálculo del proyecto), especifica que para fraccionamientos de tercera categoría, que es nuestro caso, la demanda - media mínima por lote debe ser de 1250 watts.

Determinándose éste valor en base a la experiencia acumulada en instalaciones anteriores y a muestreos y registros estadísticos, que se han realizado en fraccionamientos de ésta categoría.

Consideramos que éste valor es alto comparado con el calculado, sin embargo, se asegura una mayor seguridad en la capacidad del sistema.

Por lo tanto : Dc depto = 1250 watts.

Quedando entonces que :

$$Dce = 1250 \text{ watts} \times 10 \times 71$$

$$Dce = 887.5 \text{ kW.}$$

y tomando en cuenta un factor de potencia de 0.85 tenemos que :

$$Dce = 887.5 \text{ kW.} / 0.85$$

$$Dce = 1\ 044.117 \text{ kVA.}$$

La demanda máxima coincidente por alumbrado público :

$$Dmcap = 6.75 \text{ kW.} \times 1 = 6.75 \text{ kW.}$$

en el cual está aplicado un factor de demanda de 1, y con un y un factor de potencia de 0.85, la demanda máxima coincidente será :

$$Dmcap = 7.94 \text{ kVA.}$$

La demanda máxima coincidente por sistema de bombeo :

$$Dmsb = 33.57 \text{ kW.} \times 0.8 = 26.86 \text{ kW.}$$

con un factor de demanda de 0.8 y un factor de potencia de 0.85 tenemos :

$$Dmsb = 31.6 \text{ kVA.}$$

por lo tanto:

DEMANDA MAXIMA COINCIDENTE TOTAL DEL FRACCIONAMIENTO.

$$Dmct = (1\ 044.117 + 7.94 + 31.6) \text{ kVA.}$$

$$Dmct = 1\ 083.66 \text{ kVA.}$$

3.6).- Cálculo de los diferentes Bancos de Distribución.

Al obtener los valores de carga totales se procedió al cálculo de los diferentes bancos de distribución que se instalarán en el fraccionamiento.

Se determinó agrupando de 4 a 6 edificios de 10 departamentos cada uno, encontrándose su carga total; a ésta carga total se le seleccionó el tipo mas conveniente de transformador basándose en un factor de utilización del 80 % por Normas C.F.E. punto 3.2 de electrificación de fraccionamientos.

Analizando el cuadro de cargas, obtuvimos como resultado :

No. de Transformadores	Capacidad
11	112.5 kVA.
3	75 kVA.

Los transformadores de 112.5 kVA. se seleccionaron para un conjunto de 5 y 6 edificios.

Ejemplo:

T-1). -- Transformador 1

Demanda coincidente por lote = 1.47 kVA.

No. de lotes por circuito = 60

Carga total por circuito = 60 X 1.47 kVA. = 88.2 kVA.

No. de circ. por transformador = 1

Carga total por transformador = 88.2 X 1 = 88.2 kVA.

Régimen de carga inicial = 0.8

(De su capacidad nominal).

Capacidad del Transformador = $\frac{\text{Carga total del transformador}}{\text{Régimen inicial de carga}}$

$$= \frac{88.2 \text{ kVA}}{0.8} = 110.25 \text{ kVA.}$$

Capacidad del Transformador = 110.25 kVA \approx 112.5 kVA.

Capacidad del Transformador T1 = 112.5 kVA.

Ejemplo :

T-8).- Transformador 8.

Demanda coincidente por lote = 1.47 kVA.

No. de lotes por circuito 1 = 30

No. de lotes por circuito 2 = 20

Carga total para circuito 1 = $30 \times 1.47 = 44.1$ kVA.

Carga total para circuito 2 = $20 \times 1.47 = 29.4$ kVA.

Carga total para el transf. = 44.1 kVA. + 29.4 kVA. = 73.5 kVA.

Régimen inicial de carga del Transformador = 0.8

Capacidad nominal del transformador = $\frac{\text{Carga total del transformador}}{\text{Regimen inicial de carga}}$

Capacidad nominal del transformador = $\frac{73.5 \text{ kVA.}}{0.8} = 92 \text{ kVA.}$

Capacidad nominal del transformador T-8 = $92 \text{ kVA.} \approx 112.5 \text{ kVA.}$

Los transformadores de 75 KVA. se seleccionaron para un conjunto de 4 edificios.

Ejemplo:

T-5).- Transformador 5.

Demanda coincidente por lote = 1.47 kVA.

No. de lotes por circuito = 20

Carga total por circuito = $20 \times 1.47 \text{ kVA.} = 29.4 \text{ kVA.}$

No. de circuitos por transf. = 2

Carga total por transformador = $29.4 \text{ kVA} \times 2 = 58.8 \text{ kVA.}$

Régimen inicial de carga del transformador = 0.8

Capacidad nominal del transformador = $\frac{58.8 \text{ kVA}}{0.8} = 73.5 \text{ kVA.}$

Capacidad nominal del transformador = $73.5 \text{ kVA} \approx 75 \text{ kVA.}$

Ejemplo :

T-14).- Transformador 14

Alimenta a tres bombas de 15 H.P. cada una :

15 H.P. X 746 = 11 190 watts por bomba, como son tres bombas, se tiene

3 X 11 190 watts = 33 750 watts, con un factor de potencia de 0.85, -
tendremos :

$$\frac{33\ 750\ \text{watts}}{0.85} = 39.494\ \text{kVA.}$$

0.85

Régimen inicial de carga del transformador = 0.8

Capacidad nominal del transformador = $\frac{39.494\ \text{k VA.}}{0.8}$

Capacidad nominal del transformador = 49.37k VA.

Por lo tanto, la capacidad nominal del transformador será de 75 kVA.

Quedando el cuadro de cargas de la siguiente manera :

CUADRO DE CARGAS DE TRANSFORMADORES

Nº de Transform.	Nº de Lotes	Kw por Lote	Kw	Nº de Luminarias	Kw por Lupa. X 1,25	Total de Kw de Luminaria	Total de Kw	KVA Totales	Capacidad del Transform.	Factor de Utilización
I	60	1.25	75	2	0.3125	0.625	75.625	88.97	112.5	79.08 %
II	60	1.25	75	3	0.3125	0.9375	75.9375	89.34	112.5	79.41 %
III	60	1.25	75	3	0.3125	0.9375	75.9375	89.34	112.5	79.41 %
IV	60	1.25	75	1	0.3125	0.3125	75.3125	88.60	112.5	78.75 %
V	40	1.25	50	2	0.3125	0.625	50.625	59.56	75.0	79.41 %
VI	60	1.25	75	2	0.3125	0.625	75.625	88.97	112.5	79.08%
VII	60	1.25	75	2	0.3125	0.625	75.625	88.97	112.5	79.08 %
VIII	50	1.25	62.5	2	0.3125	0.625	63.125	74.26	112.5	66.00 %
IX	40	1.25	50	3	0.3125	0.9375	50.9375	59.93	75.0	79.90 %
X	50	1.25	62.5	1	0.3125	0.3125	62.8125	73.8	112.5	65.69%
XI	50	1.25	62.5	2	0.3125	0.625	63.125	74.26	112.5	66.00%
XII	60	1.25	75	2	0.3125	0.625	75.625	88.97	112.5	79.08 %
XIII	60	1.25	75	2	0.3125	0.625	75.625	88.97	112.5	79.08%
XIV	1	26.86	26.86				26.86	31.60	75.0	42.13 %
Totales	711		914.36	97		8.44	922.8	1085.64	1462.5	74.23 %

CAPITULO IVCALCULO DE LA REGULACION

El cálculo de la regulación se efectuará en :

- 1) .- Baja Tensión.
- 2) .- Mediana Tensión.

4.1) .- Regulación en Baja Tensión.

Esta nos sirve para localizar el centro de carga de un circuito, y ubicar así un transformador lo mas cerca posible a dicho centro.

Los cálculos básicos de las siguientes tablas, se elaboran considerando el 3 % de regulación máxima en líneas secundarias para el cálculo de la red , (Normas C.F.E. en su punto 3.3) y tomando en cuenta el Anexo 9.8 de las mismas normas.

A continuación, se hará una breve descripción de lo que se realiza en cada punto :

A) .- Punto de referencia No.

Es el número de poste o registro en el cual se concentra alguna carga.

B) .- Calibre del conductor.

Se seleccionó el tipo y calibre del conductor, con un factor de potencia de 0.85 ; el conductor es de aluminio con aislamiento de polietileno cadena cruzada (XLP) retardante a la flama, que puede ser instalado al aire libre, en tubería ó directamente enterrado, siendo adecuado para acometidas subterráneas, su tensión máxima de operación es de 600 volts, temperaturas máximas de operación son las siguientes :

Ambiente seco (RHH) _____ 90°C
 Ambiente húmedo o seco _____ 75°C

Sobrecargas _____ 130 °C
 Corto circuito _____ 250 °C

Siendo adecuado para instalarse en lugares con bajas y altas temperaturas.

(Ver anexo Tabla BT-1 para cables XLP cadena cruzada(secundario trifásico)).

C) .- Distancia entre puntos. (en cientos de metros)

En este punto se anotan las distancias, en cientos de metros, existentes entre el punto de referencia y el anterior.

D) .- Distancia al punto de partida. (en cientos de metros)

Este inciso está relacionado con el anterior, ya que aquí se van sumando y anotando las distancias del punto de referencia y el anterior.

E) .- Carga concentrada en el punto. (kW, kVA)

Encontramos las cargas correspondientes a cada punto de referencia, tanto en kW como en KVA, utilizando las fórmulas siguientes. :

$$(\text{No. de lotes}) \times (1.25\text{Kw}) = \text{Carga en Kw}$$

$$\text{Carga en KVA} = \frac{\text{Carga en Kw}}{\text{F.P.}} ; \text{ con un F.P.} = 0.85.$$

F) .- Subtotal descendente (kVA).

Hacemos una suma total de KVA existentes, para posteriormente restar descendentemente las cargas concentradas en los puntos anteriores.

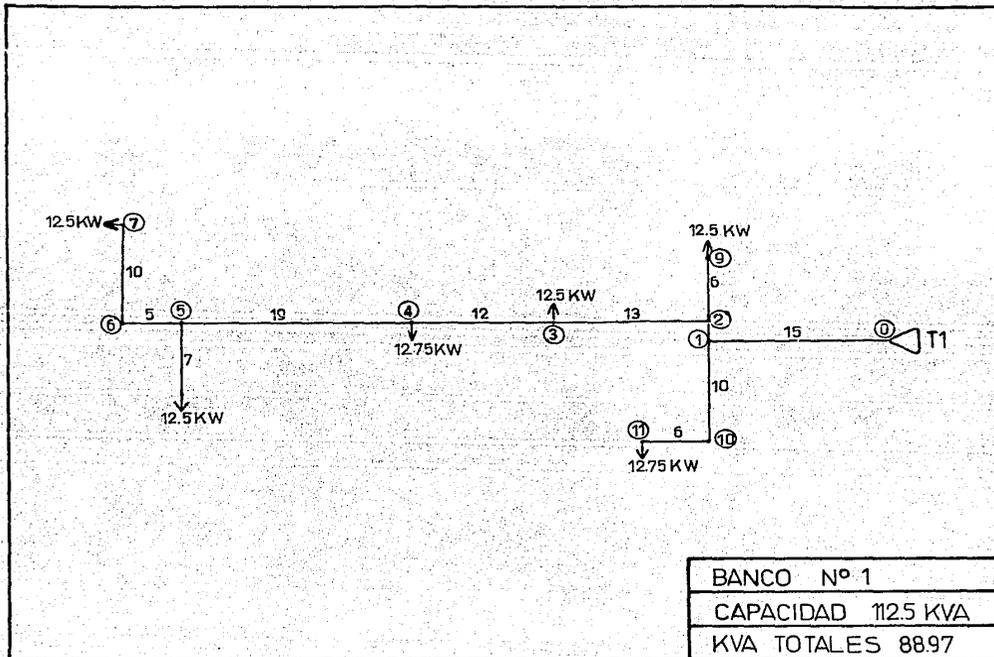
G) .- Subtotal descendentes (Amperes).

Hallamos el valor de la corriente expresada en amperes a partir de:

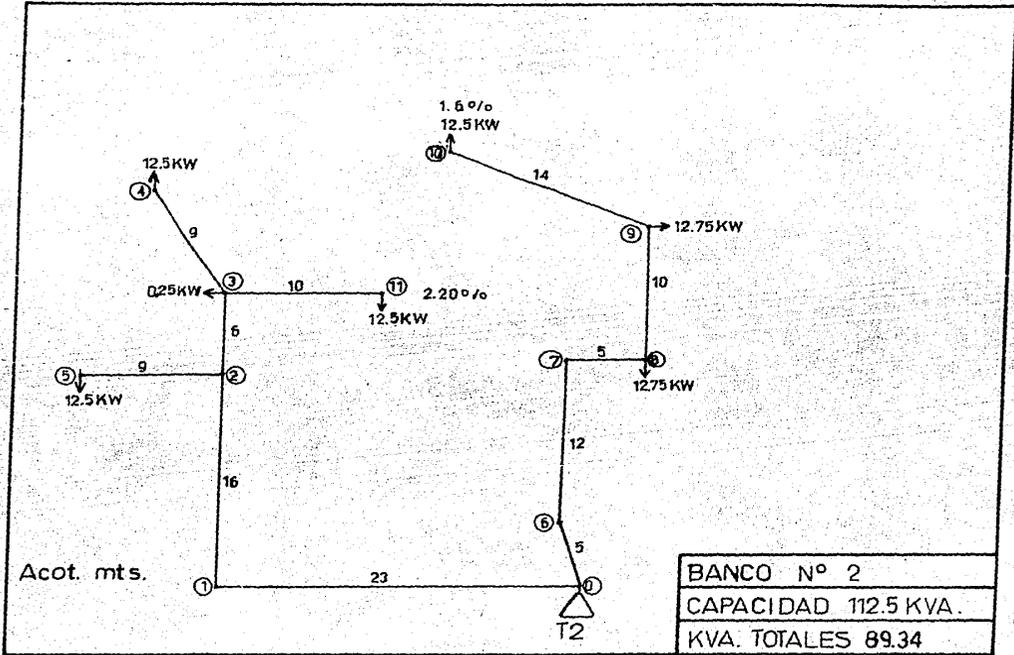
$$I = \frac{\text{Carga en KVA}}{\sqrt{3} \cdot (V_p)} ; V_p = 220 \text{ volts.}$$

H) .- C x G (amperes por cada 100 metros).

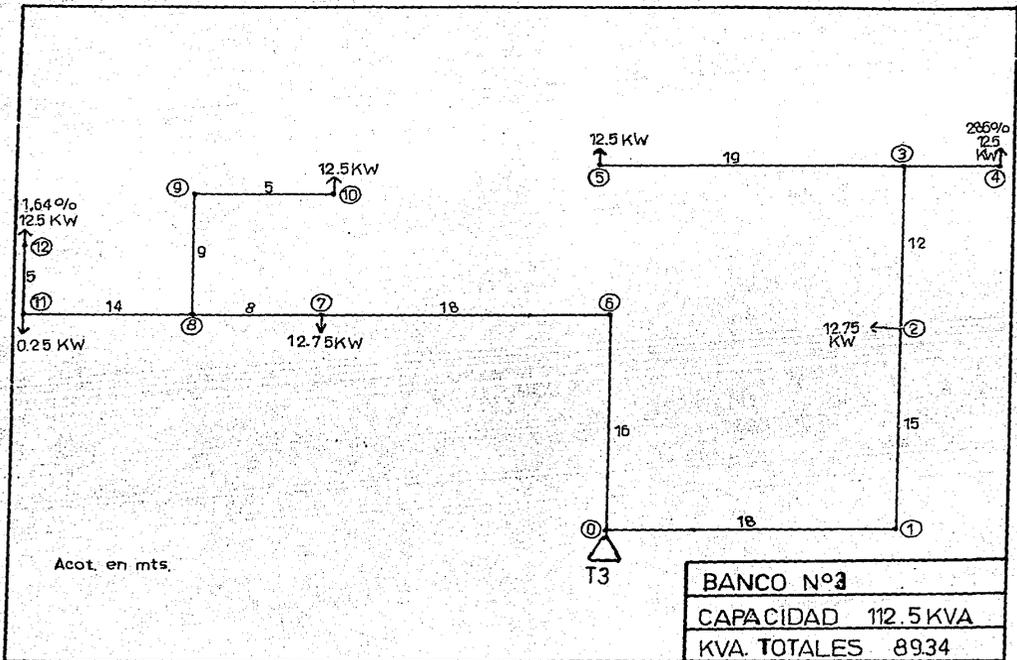
Multiplicamos la corriente expresada en amperes por las distancias comprendidas entre el punto de referencia y el anterior.



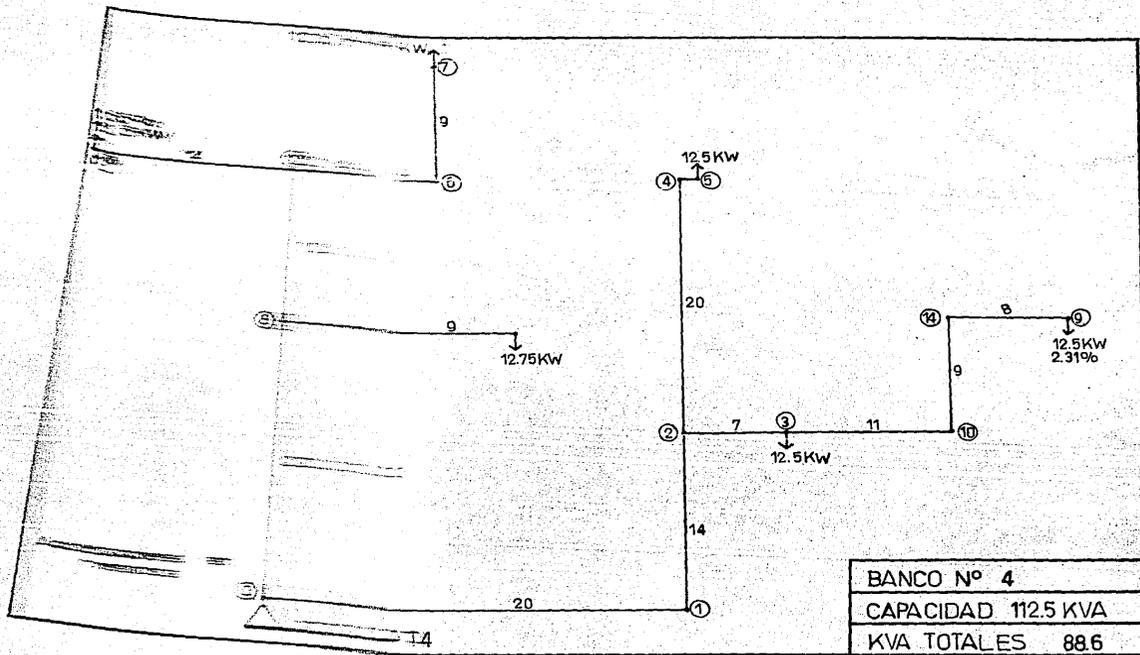
BANCO N°: T1		CALCULOS BASICOS								CAPACIDAD : 112.5 KVA.			
Puntos de ref. NO	Calibre del Conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G	Caída de voltaje unitaria	H X I	Caída de voltaje acumulativa dea de el origen		
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA	KVA (F)	Amps. (G)	Ampere por 100 mts. (H)	(I)	(J)	Volts % (K)		
0	3F XLP 4/0	0	0	0	0	88.80	233.0	0	-	-	0	0	
1	3F XLP 4/0	0.15	0.15	12.75	15.00	88.80	233.0	34.96	0.0592	2.07	2.07	0.95	
2	3F XLP 4/0	0.02	0.17	12.50	14.70	73.60	193.7	3.87	0.0592	0.23	2.30	1.06	
3	3F XLP 4/0	0.13	0.30	12.50	14.70	59.10	155.1	20.16	0.0592	1.19	3.49	1.61	
4	3F XLP 4/0	0.12	0.42	12.75	15.00	44.40	116.5	13.98	0.0592	0.83	4.32	2.00	
5	3F XLP 4/0	0.19	0.61	12.50	14.70	29.40	77.2	14.66	0.0592	0.87	5.19	2.42	
6	3F XLP 4/0	0.03	0.64	-	-	14.70	38.6	1.16	0.0592	0.07	5.26	2.45	
7	3F XLP 4/0	0.10	0.74	12.50	14.70	14.70	38.6	3.86	0.0592	0.23	5.49	2.56	

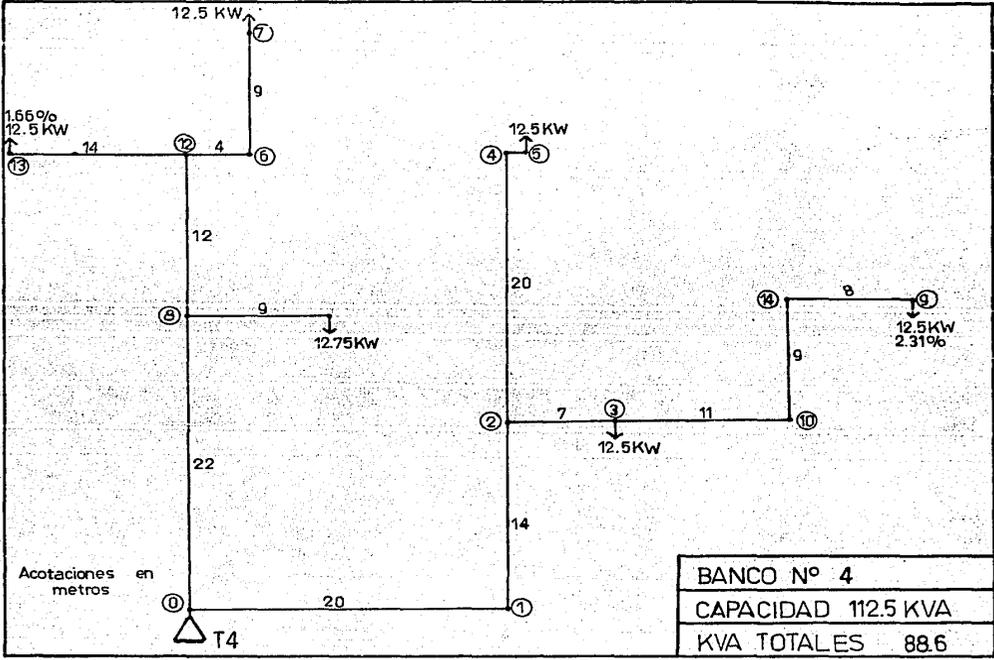


BANCO N°: T2		CALCULOS BASICOS								CAPACIDAD : 112.5 KVA.			
Puntos de ref. NO (A)	Calibre del Conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C x G Amperes por 100 mts. (H)	Caída de voltaje unitaria (I)	H X I Caída de voltaje entre puntos (J)	Caída de voltaje acumulativa de el origen de el Volta % (K)		
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA	KVA. (F)	Amps. (G)						
0	3F XLP 2/0					44.40	116.5						
1	3F XLP 2/0	0.23	0.23			44.40	116.5	26.80	0.0895	2.40	2.40	1.40	
2	3F XLP 2/0	0.15	0.38	12.50	14.70	44.40	116.5	17.48	0.0895	1.56	3.96	1.83	
3	3F XLP 2/0	0.06	0.44	12.75	15.00	29.70	77.9	4.68	0.0895	0.42	4.38	2.03	
11	3F XLP 2/0	0.10	0.54	12.50	14.70	14.70	38.6	3.86	0.0895	0.35	4.73	2.20	
0	3F XLP 2/0					44.70	117.3						
6	3F XLP 2/0	0.05	0.05			44.70	117.3	5.83	0.0895	0.52	0.52	0.24	
7	3F XLP 2/0	0.12	0.17			44.70	117.3	13.98	0.0895	1.25	1.77	0.81	
8	3F XLP 2/0	0.05	0.22	12.75	15.00	44.70	117.3	5.83	0.0895	0.52	2.29	1.05	
9	3F XLP 2/0	0.10	0.32	12.75	15.00	29.70	77.5	7.75	0.0895	0.70	2.99	1.38	
10	3F XLP 2/0	0.14	0.46	12.50	14.70	14.70	38.6	5.40	0.0895	0.48	3.47	1.60	

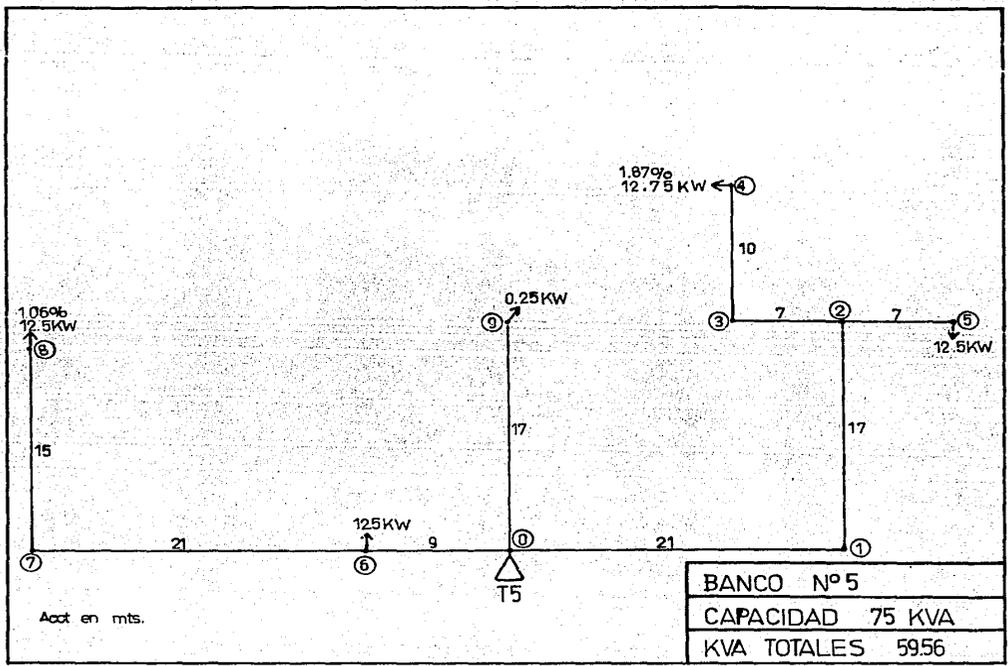


BANCO Nº: T3		CALCULOS BASICOS							CAPACIDAD : 112.5 KVA.			
Puntos de ref. Nº	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Ampereas por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa de el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	Kw	(E) KVA	KVA.	Amps.				Volta %	
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5	0				
1	3F XLP 1/0	0.18	0.18	0	0	44.40	116.5	20.97	0.1108	2.32	2.32	1.07
2	3F XLP 1/0	0.15	0.33	12.75	15.00	44.40	116.5	17.48	0.1108	1.94	4.26	1.97
3	3F XLP 1/0	0.12	0.45	12.50	14.70	29.40	77.15	9.26	0.1108	1.03	5.29	2.46
5	3F XLP 1/0	0.19	0.64	12.50	14.70	14.70	38.58	7.33	0.1108	0.81	6.10	2.85
0	3F XLP 1/0					44.70	117.3					
6	3F XLP 1/0	0.16	0.16	0	0	44.70	117.3	18.77				
7	3F XLP 1/0	0.16	0.32	12.75	15.00	44.70	117.3	18.77	0.1108	2.08	2.08	0.95%
8	3F XLP 1/0	0.08	0.40	12.50	14.70	29.7	117.3	6.23	0.1108	0.70	2.78	1.27%
11	3F XLP 1/0	0.14	0.54	0.25	0.30	15.00	39.36	5.51	0.1108	0.61	3.39	1.56%
12	3F XLP 1/0	0.04	0.58	12.50	14.70	14.7	38.5	1.54	0.1108	0.17	3.56	1.64%

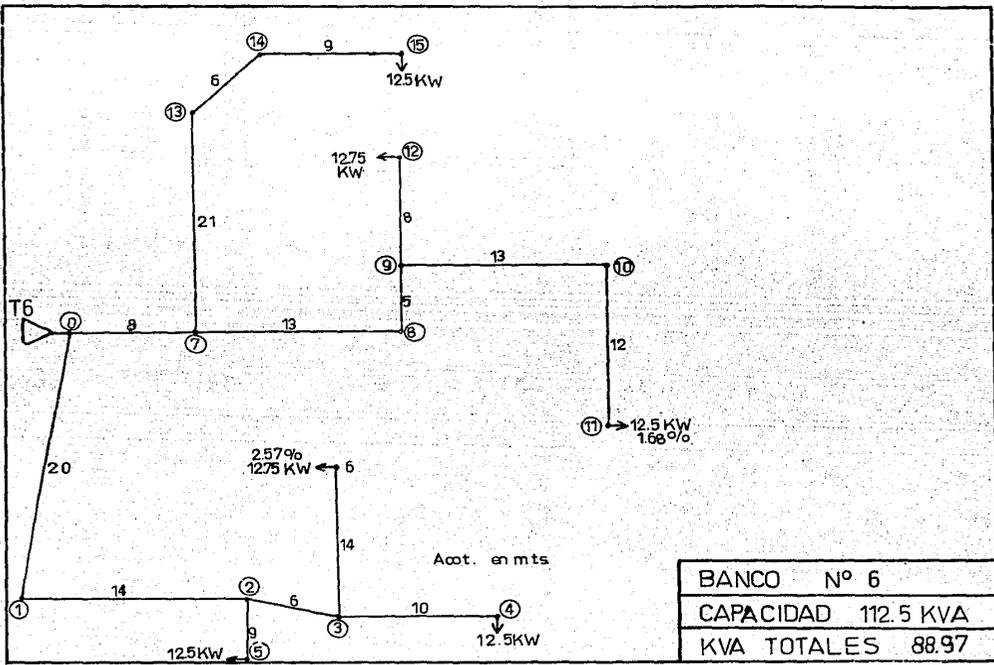




BANCO NO: T4		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. NO	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa de el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	Kw	KVA	KVA.	Amps.				Volts	%
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)	(M)
0	3F XLP 2/O			0	0	44.10	115.7	0				
1	3F XLP 2/O	0.20	0.20	0	0	44.10	115.7	23.15	0.0895	2.07	2.07	0.95
2	3F XLP 2/O	0.14	0.34	12.5	14.7	44.10	115.7	16.20	0.0895	1.45	3.52	1.63
3	3F XLP 2/O	0.07	0.41	12.5	14.7	29.4	77.1	5.40	0.0895	0.48	4.00	1.85
10	3F XLP 2/O	0.11	0.52	0	0	14.7	38.5	4.24	0.0895	0.38	4.38	2.03
14	3F XLP 2/O	0.09	0.61	0	0	14.7	38.5	3.47	0.0895	0.31	4.69	2.18
9	3F XLP 2/O	0.08	0.69	12.5	14.7	14.7	38.5	3.08	0.0895	0.28	4.97	2.31
0	3F XLP 2/O					44.40	116.5					
8	3F XLP 2/O	0.22	0.22	12.75	15.00	44.40	116.5	25.63	0.0895	2.29	2.29	1.05
12	3F XLP 2/O	0.12	0.34	12.50	14.70	29.40	77.1	9.26	0.0895	0.83	3.12	1.44
13	3F XLP 2/O	0.14	0.48	12.50	14.70	14.70	38.5	5.40	0.0895	0.48	3.60	1.66



BANCO Nº: T5		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 75 KVA.				
Puntos de ref. Nº (A)	Calibre del conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts. (H)	Caída de voltaje unitaria (I)	H X I Caída de voltaje entre puntos (J)	Caída de voltaje acumulativa de el origen de el origen	
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA	KVA. (F)	Amps. (G)				Volts % (K)	
0	3F XLP 1/0			0.25	0.3	30.00	78.74					
1	3F XLP 1/0	0.21	0.21			29.70	77.94	16.37	0.1108	1.81	1.81	0.83
2	3F XLP 1/0	0.17	0.38	12.50	14.70	29.70	77.94	13.25	0.1108	1.47	3.28	1.51
3	3F XLP 1/0	0.07	0.45	0	0	15.00	39.35	2.76	0.1108	0.31	3.59	1.66
4	3F XLP 1/0	0.10	0.55	12.75	15.00	15.00	39.36	3.94	0.1108	0.44	4.03	1.67
0	3F XLP 1/0			0	0	29.7	77.94					
6	3F XLP 1/0	0.09	0.09	12.50	14.70	29.7	77.94	6.94	0.1108	0.77	0.77	0.35
7	3F XLP 1/0	0.21	0.30	0	0	14.70	38.58	8.10	0.1108	0.90	1.67	0.76
8	3F XLP 1/0	0.15	0.45	12.50	14.70	14.70	38.58	5.79	0.1108	0.64	2.30	1.06



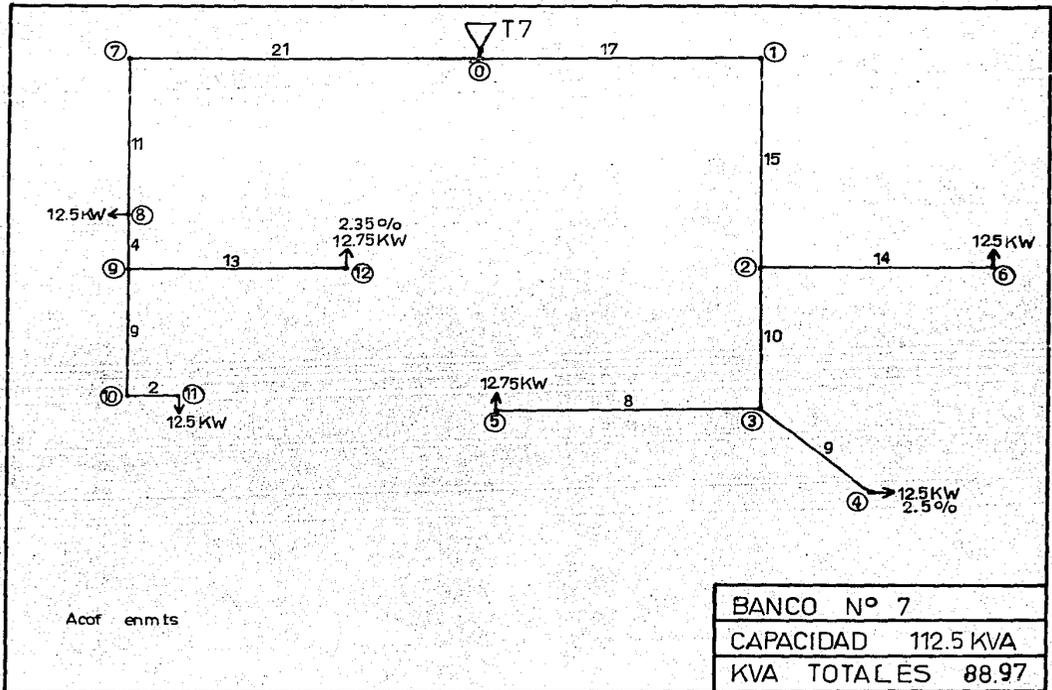
BANCO Nº 6
CAPACIDAD 112.5 KVA
KVA TOTALES 88.97

BANCO NO: T6

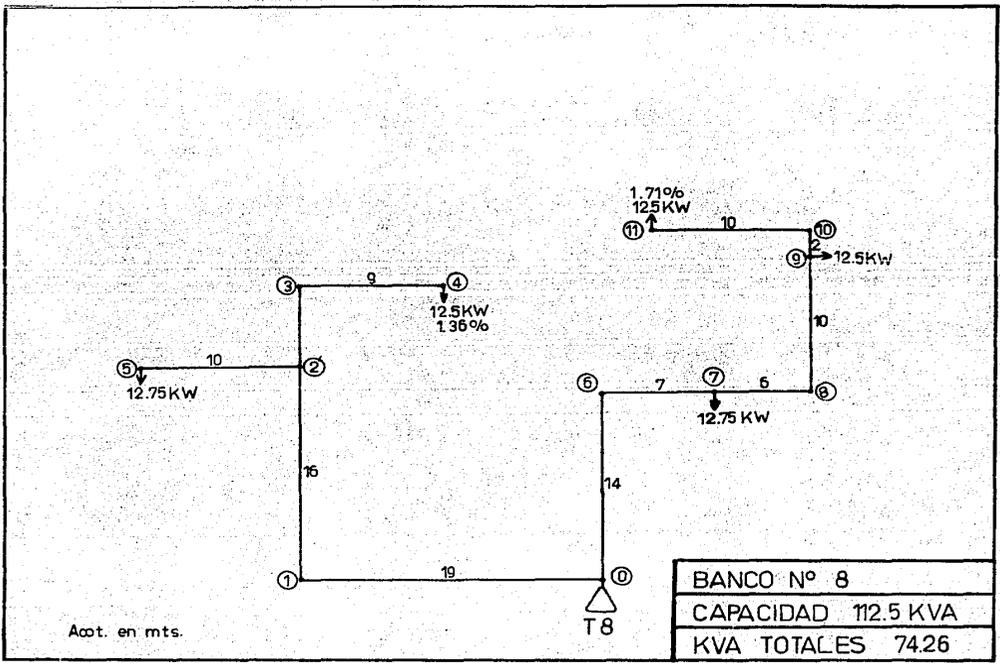
CALCULOS BASICOS

CAPACIDAD : 112.5 KVA.

Puntos de ref. NO	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa desde el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	Kw	KVA	KVA.	Amps.				Volts %	
												(A)
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
1	3F XLP 1/0	0.20	0.20			44.40	116.5	23.30	0.1108	2.58	2.58	1.19
2	3F XLP 1/0	0.14	0.34	12.50	14.70	44.40	116.5	16.31	0.1108	1.80	4.38	2.03
3	3F XLP 1/0	0.06	0.40	12.50	14.70	29.70	77.9	4.68	0.1108	0.52	4.90	2.28
6	3F XLP 1/0	0.14	0.54	12.75	15.00	39.36	39.3	5.51	0.1108	0.61	5.51	2.57
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
7	3F XLP 1/0	0.08	0.08	12.50	14.70	44.40	116.5	9.26	0.1108	1.03	1.03	0.47
8	3F XLP 1/0	0.13	0.21	0	0	29.70	77.9	10.03	0.1108	1.11	2.14	0.98
9	3F XLP 1/0	0.05	0.26	12.75	15.00	29.70	77.9	3.86	0.1108	0.43	2.57	1.18
10	3F XLP 1/0	0.13	0.39	0	0	14.70	38.6	5.01	0.1108	0.56	3.13	1.44
11	3F XLP 1/0	0.12	0.51	12.50	14.70	14.70	38.6	4.63	0.1108	0.51	3.64	1.68

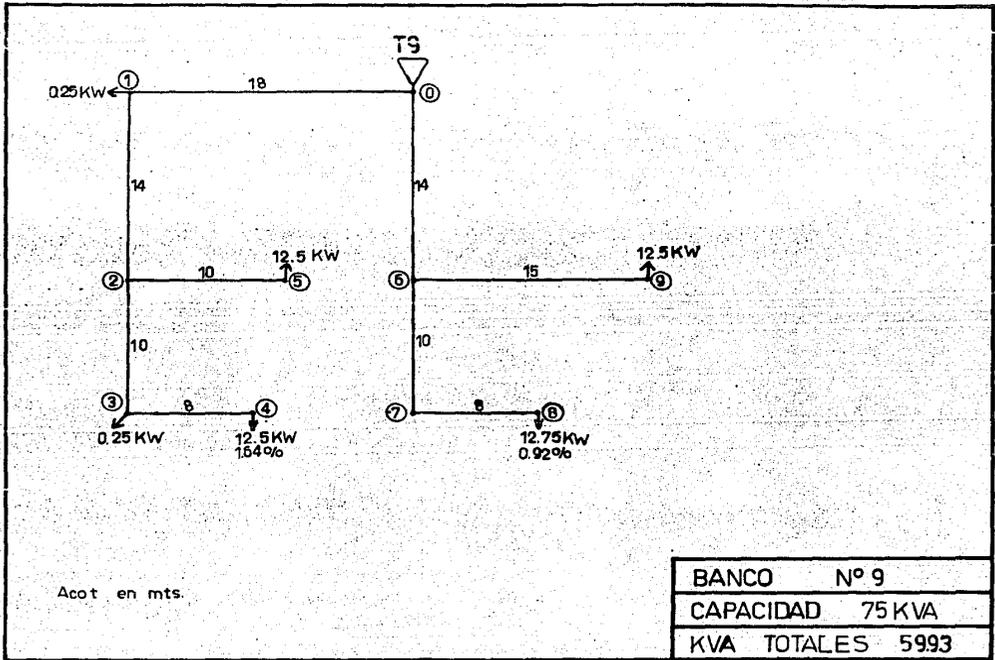


BANCO Nº: T7		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. Nº	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa desde el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	Kw	(E) KVA	KVA.	Ampe.				Volts %	
(A)	(B)	(C)	(D)			(F)	(G)	(H)	(I)	(J)		(K)
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
1	3F XLP 1/0	0.17	0.17			44.40	116.5	19.81	0.1108	2.19	2.19	1.00
2	3F XLP 1/0	0.15	0.32	12.50	14.70	44.40	116.5	17.48	0.1108	1.94	4.13	1.91
3	3F XLP 1/0	0.10	0.42	12.75	15.00	29.70	77.9	7.79	0.1108	0.86	4.99	2.36
4	3F XLP 1/0	0.09	0.51	12.50	14.70	14.70	38.6	3.47	0.1108	0.38	5.37	2.50
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
7	3F XLP 1/0	0.21	0.21			44.40	116.5	24.47	0.1108	2.71	2.71	1.25
8	3F XLP 1/0	0.11	0.32	12.50	14.70	44.40	116.5	12.82	0.1108	1.42	4.13	1.91
9	3F XLP 1/0	0.04	0.36	12.50	14.70	29.70	77.9	3.12	0.1108	0.35	4.48	2.08
12	3F XLP 1/0	0.13	0.49	12.75	15.00	15.00	39.4	5.12	0.1108	0.57	5.05	2.35



Aoot. en mts.

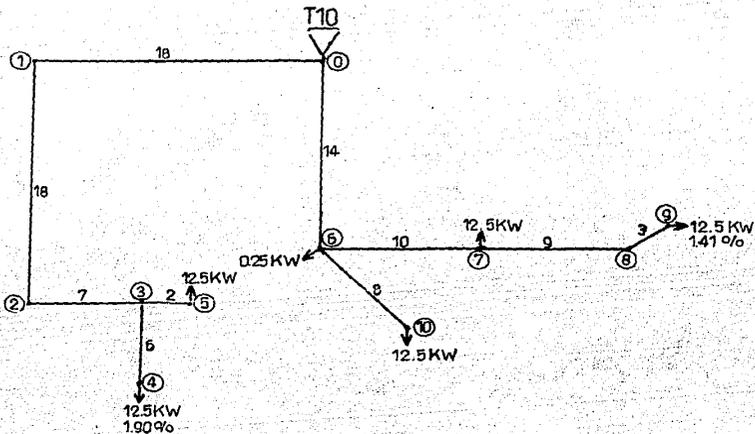
BANCO N°: 78		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. N° (A)	Calibre del conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts. (H)	Caída de voltaje unitaria (I)	H X I Caída de voltaje entre puntos (J)	Caída de voltaje acumulativa desde el origen	
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA	(F) KVA	(G) Amps.				Volts % (K)	
0	3F XLP 2/0					29.70	77.94					
1	3F XLP 2/0	0.19	0.19			29.70	77.94	14.80	0.0895	1.32	1.32	0.60
2	3F XLP 2/0	0.16	0.35	12.75	15.00	29.70	77.94	12.47	0.0895	1.12	2.44	1.12
3	3F XLP 2/0	0.06	0.41	0	0	14.70	38.58	2.31	0.0895	0.21	2.65	1.22
4	3F XLP 2/0	0.09	0.50	12.50	14.70	14.70	38.58	3.47	0.0895	0.31	2.96	1.36
5	3F XLP 2/0					44.40	116.5					
6	3F XLP 2/0	0.14	0.14			44.40	116.5	16.31	0.0895	1.46	1.46	0.67
7	3F XLP 2/0	0.07	0.21	12.75	15.00	44.40	116.5	8.16	0.0895	0.73	2.19	1.00
8	3F XLP 2/0	0.06	0.27	0	0	29.40	77.2	4.63	0.0895	0.41	2.60	1.20
9	3F XLP 2/0	0.10	0.37	12.50	14.70	29.40	77.2	7.71	0.0895	0.69	3.29	1.52
10	3F XLP 2/0	0.02	0.39	0	0	14.70	38.6	0.77	0.0895	0.07	3.36	1.55
11	3F XLP 2/0	0.10	0.49	12.50	14.70	14.70	38.6	3.86	0.0895	0.34	3.70	1.71



Acot en mts.

BANCO	Nº 9
CAPACIDAD	75 KVA
KVA TOTALES	5993

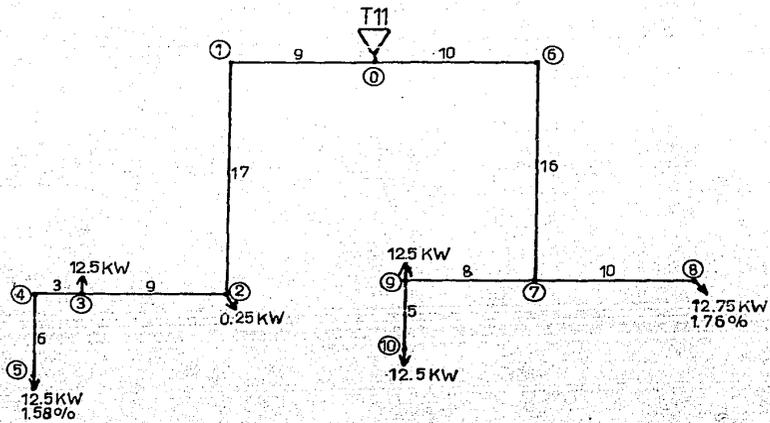
BANCO N°: T9		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 75 KVA.				
Puntos de ref. N° (A)	Calibre del conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts. (H)	Caída de voltaje unitaria (I)	H X I Caída de voltaje entre puntos (J)	Caída de voltaje acumulativa desde el origen (K)	
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA	KVA. (F)	Amps. (G)				Volts %	
0	3F XLP 1/0					30.00	78.74					
1	3F XLP 1/0	0.18	0.18	0.25	0.29	30.00	78.74	14.17	0.1108	1.57	1.57	0.72
2	3F XLP 1/0	0.14	0.32	12.50	14.70	29.70	77.98	10.92	0.1108	1.21	2.78	1.26
3	3F XLP 1/0	0.10	0.42	0.25	0.29	15.00	39.37	3.94	0.1108	0.44	3.22	1.48
4	3F XLP 1/0	0.08	0.50	12.50	14.70	14.70	38.61	3.09	0.1108	0.34	3.56	1.64
0	3F XLP 1/0					29.70	77.94					
6	3F XLP 1/0	0.14	0.14	12.50	14.70	29.70	77.94	10.91	0.1108	1.21	1.21	0.55
7	3F XLP 1/0	0.10	0.24	0	0	15.00	39.36	3.94	0.1108	0.44	1.65	0.76
8	3F XLP 1/0	0.08	0.32	12.75	15.00	15.00	39.36	3.15	0.1108	0.35	2.00	0.92



Aoot. en mts.

BANCO Nº 10	
CAPACIDAD	112.5 KVA
KVA TOTALES	73.8

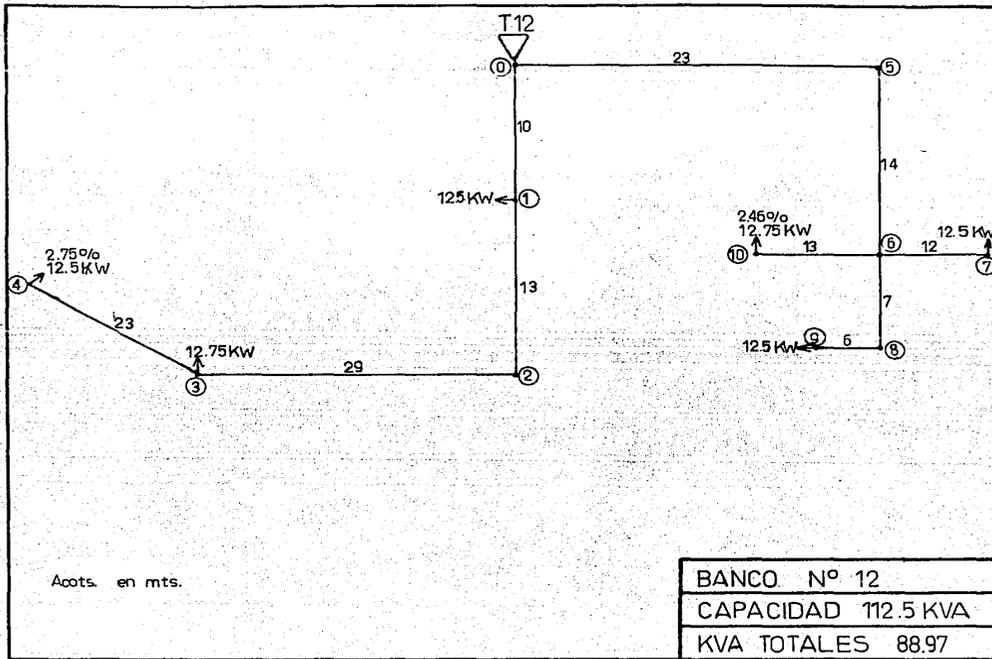
RANCO NO: T10		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. NO	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa des de el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	Kw	KVA	KVA.	Amps.				Volts	%
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)		
0	3F XLP 1/0					29.40	77.15					
1	3F XLP 1/0	0.20	0.20			29.40	77.15	15.43	0.1108	1.71	1.71	0.78
2	3F XLP 1/0	0.18	0.38			29.40	77.15	13.89	0.1108	1.54	3.25	1.50
3	3F XLP 1/0	0.07	0.45	12.50	14.70	29.40	77.15	5.40	0.1108	0.60	3.85	1.78
4	3F XLP 1/0	0.06	0.51	12.50	14.70	14.70	38.58	2.31	0.1108	0.25	4.10	1.90
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
6	3F XLP 1/0	0.14	0.14	12.75	15.00	44.40	116.5	16.31	0.1108	1.81	1.81	0.83
7	3F XLP 1/0	0.10	0.24	12.50	14.70	29.40	77.1	7.71	0.1108	0.85	2.66	1.22
8	3F XLP 1/0	0.09	0.33	0	0	14.70	38.5	3.47	0.1108	0.38	3.04	1.40
9	3F XLP 1/0	0.03	0.36	12.50	14.70	14.70	38.58	1.16	0.1108	0.13	3.17	1.46



Acots. en mts

BANCO N° 11	
CAPACIDAD	112.5 KVA
KVA TOTALES 74.26	

BANCO Nº: T11		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. NO (A)	Calibre del conductor (B)	Distancia en cientos de mts. (C) (D)		Carga concentrada en el punto (E) (F) KVA		Subtotal Descendente (G) (H) KVA. Amps.		C X G Amperes por 100 mts. (I)	Caída de voltaje unitaria (J)	H X I Caída de voltaje entre puntos (K)	Caída de voltaje acumulativa des de el origen (L) (M) %	
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	Kw (E)	KVA (F)	(G)	(H)				(L)	(M)
0	3F XLP 1/0					29.71	77.9					
1	3F XLP 1/0	0.09	0.09			29.71	77.9	7.02	0.1108	0.78	0.78	0.36
2	3F XLP 1/0	0.17	0.26	0.25	0.29	29.71	77.9	13.26	0.1108	1.47	2.25	1.03
3	3F XLP 1/0	0.09	0.35	12.50	14.70	29.42	77.1	6.94	0.1108	0.77	3.02	1.40
4	3F XLP 1/0	0.03	0.38	0	0	14.71	38.58	1.15	0.1108	0.13	3.15	1.46
5	3F XLP 1/0	0.06	0.44	12.50	14.70	38.58	38.58	2.31	0.1108	0.26	3.41	1.58
0	3F XLP 1/0					44.41	116.5					
6	3F XLP 1/0	0.10	0.10			44.41	116.5	11.66	0.1108	1.29	1.29	0.59
7	3F XLP 1/0	0.16	0.26	25.00	29.40	44.41	116.5	18.65	0.1108	2.07	3.36	1.55
8	3F XLP 1/0	0.10	0.36	12.75	15.00	15.00	39.3	3.94	0.1108	0.44	3.80	1.76



BANCO Nº: T12		C A L C U L O S B A S I C O S						CAPACIDAD : 112.5 KVA.				
Puntos de ref. No	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa des de el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	en el punto		KVA.	Ampa.				Volts %	
(A)	(B)	(C)	(D)	Kw (E)	KVA	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
1	3F XLP 1/0	0.10	0.10	12.50	14.70	44.40	116.5	11.65	0.1108	1.29	1.29	0.59
2	3F XLP 1/0	0.13	0.23	0	0	29.70	77.9	10.13	0.1108	1.12	2.41	1.11
3	3F XLP 1/0	0.29	0.52	12.75	15.00	29.70	77.9	22.60	0.1108	2.50	4.91	2.28
4	3F XLP 1/0	0.23	0.75	12.50	14.70	14.70	38.5	8.87	0.1108	0.98	5.89	2.75
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
5	3F XLP 1/0	0.23	0.23			44.40	116.5	26.80	0.1108	2.97	2.97	1.37
6	3F XLP 1/0	0.14	0.37	25.00	29.40	44.40	116.5	16.32	0.1108	1.81	4.78	2.22
10	3F XLP 1/0	0.13	0.50	12.75	15.00	15.00	39.3	4.63	0.1108	0.51	5.29	2.46

BANCO NO: T13		CALCULOS BASICOS						CAPACIDAD: 12.5 KVA.				
Puntos de ref. NO (A)	Calibre del conductor (B)	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto (E)		Subtotal Descendente (F) (G)		C X R Amperes por 100 mts. (H)	Caída de voltaje unitaria (I)	C X I Caída de voltaje entre puntos (J)	Caída de voltaje acumulativa desde el origen (K) (L)	
		Entre puntos (C)	A punto de part. (D)	KVA. (F)	Amps. (G)	Volts (K)	% (L)					
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
1	3F XLP 1/0	0.10	0.10			44.40	116.5	11.65	0.1108	1.29	1.29	0.59
2	3F XLP 1/0	0.22	0.32	12.50	14.70	44.40	116.5	25.63	0.1108	2.84	4.13	1.91
3	3F XLP 1/0	0.15	0.47	12.75	15.00	29.70	77.94	11.69	0.1108	1.30	5.43	2.53
4	3F XLP 1/0	0.14	0.61	12.50	14.70	14.70	38.5	5.40	0.1108	0.60	6.03	2.82
0	3F XLP 1/0					44.40	116.5					
6	3F XLP 1/0	0.14	0.14			44.40	116.5	16.31	0.1108	1.80	1.80	0.82
7	3F XLP 1/0	0.15	0.29	12.75	15.00	44.40	116.5	17.48	0.1108	1.94	3.74	1.73
8	3F XLP 1/0	0.06	0.35	12.50	14.70	29.40	77.9	4.68	0.1108	0.52	4.26	1.97
9	3F XLP 1/0	0.08	0.43	0	0	14.70	38.5	3.09	0.1108	0.34	4.60	2.14
10	3F XLP 1/0	0.11	0.54	0	0	14.70	38.5	4.24	0.1108	0.47	5.07	2.36
11	3F XLP 1/0	0.10	0.64	12.50	14.70	14.70	38.5	3.86	0.1108	0.43	5.50	2.56

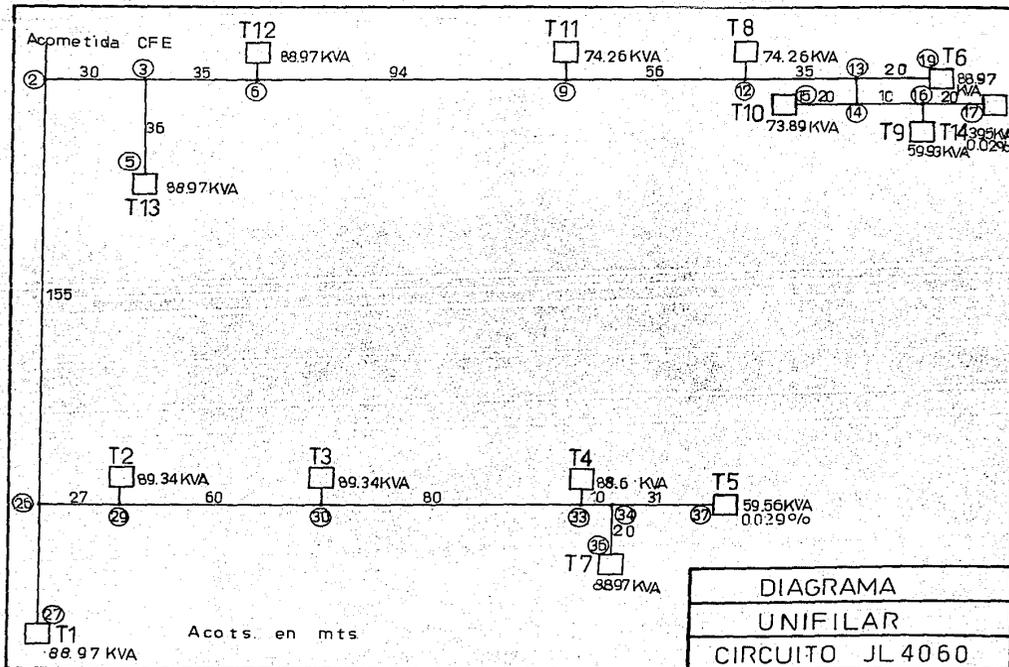
4.2).- Regulación en Mediana Tensión.

En circuitos primarios aéreos, la C.F.E. por Normas, especifica que se deben usar los calibres Normalizados 1/0, 3/0 AWG, 266.8 y 477 KCM A.C.S.R. (seleccionamos Calibre 266.8 KCM A.C.S.R.)

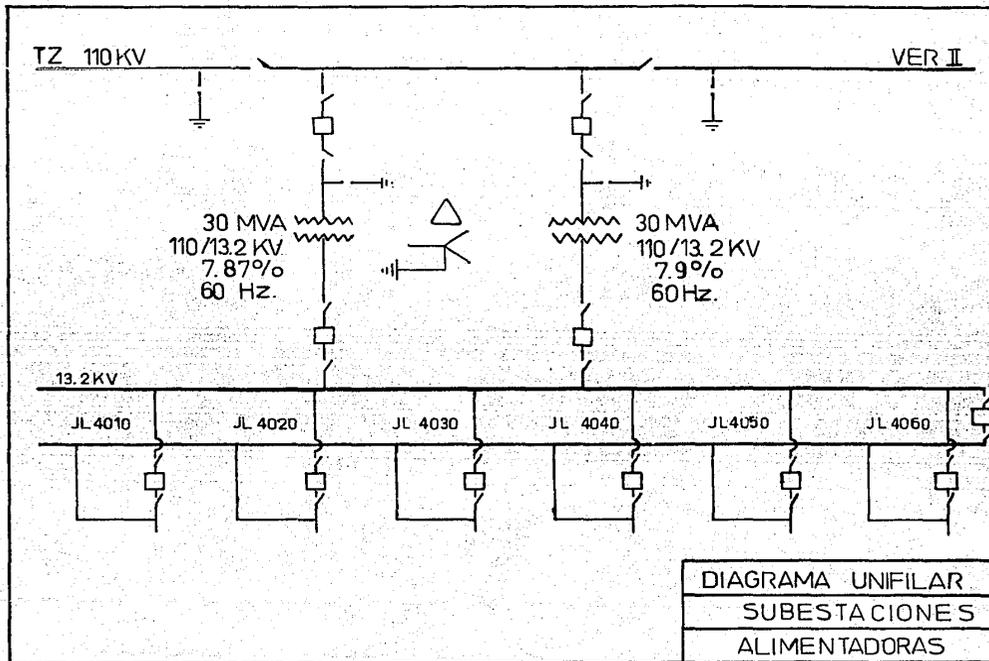
Esta selección se obtuvo de acuerdo a la regulación de mediana tensión - utilizando el mismo método que en el cálculo de la regulación de baja tensión; debido a esto, no creemos necesario repetir la explicación del método, variando tan solo los siguientes factores :

$V_f = 13\ 200$ Volts

% de regulación permitida por C.F.E. = 1 % (Ver Tabla MT-2.)



REGULACION EN ALTA TENSION. CALCULOS BASICOS												
Puntos de ref. NO	Calibre del conductor	Distancia en cientos de mts.		Carga concentrada en el punto		Subtotal Descendente		C X G Amperes por 100 mts.	Caída de voltaje unitaria	H X I Caída de voltaje entre puntos	Caída de voltaje acumulativa desde el origen	
		Entre puntos	A punto de part.	KVA.	Amps.	Volts %						
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)		(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	
2	ACSR 266			429.06	504.8	1093.2	47.8					
3	ACSR 266	0.30	0.30	75.6	88.9	588.4	25.7	7.72	0.0675	0.5211	0.5211	0.004
6	ACSR 266	0.35	0.65	75.6	88.9	499.4	21.8	7.64	0.0675	0.5157	1.04	0.008
9	ACSR 266	0.94	1.59	63.1	74.3	410.4	18.0	16.87	0.0675	1.1387	2.18	0.017
12	ACSR 266	0.56	2.15	63.1	74.3	336.2	14.7	8.23	0.0675	0.5555	2.73	0.021
13	ACSR 266	0.35	2.50	75.3	88.4	261.9	11.4	4.01	0.0675	0.2707	3.00	0.022
14	ACSR 266	0.10	2.60	62.8	73.9	173.3	7.6	0.76	0.0675	0.0512	3.05	0.023
16	ACSR 266	0.22	2.82	50.9	59.9	99.4	4.4	0.99	0.0675	0.0673	3.12	0.024
17	ACSR 266	0.20	3.02	33.6	39.5	39.5	1.7	0.35	0.0675	0.0233	3.14	0.025
2	ACSR 266			500.1	588.4	1093.2	47.8					
26	ACSR 266	1.55	1.55	75.6	88.9	504.8	22.1	34.22	0.0675	2.3098	2.31	0.018
29	ACSR 266	0.27	1.82	75.9	89.4	415.8	18.2	4.91	0.0675	0.3314	2.64	0.020
30	ACSR 266	0.60	2.42	75.9	89.4	326.5	14.3	8.57	0.0675	0.5785	3.22	0.024
33	ACSR 266	0.80	3.22	75.3	88.9	237.1	10.4	8.29	0.0675	0.5596	3.78	0.028
34	ACSR 266	0.10	3.32	75.6	88.9	148.5	6.5	0.65	0.0675	0.0439	3.82	0.029
37	ACSR 266	0.31	3.63	50.6	59.6	59.6	2.6	0.81	0.0675	0.0547	3.88	0.030



CAPITULO VSUBESTACIONES5.1).- Clasificación de Subestaciones.Definición

Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos ó dispositivos que nos permiten cambiar las características de la energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), ó bien conservarles dentro de ciertas características.

Las subestaciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

a).- Por su operación.

- 1.- De corriente alterna.
- 2.- De corriente continua.

b).- Por su servicio.PRIMARIAS

Elevadoras.
De enlace ó distribución.
De switcheo ó maniobra.
Convertidoras ó rectificadoras.

Receptoras.

Reductoras.
Elevadoras.

SECUNDARIAS

Distribuidoras.
De enlace.
Convertidoras ó rectificadoras.

c).- Por su construcción.

- 1).- Tipo intemperie.
- 2).- Tipo interior.
- 3).- Tipo blindado.

5.2).- Elementos constitutivos de una Subestación.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos primarios y elementos secundarios.

a).- Elementos primarios :

- 1).- Transformador.
- 2).- Interruptor de potencia.
- 3).- Restaurador.
- 4).- Cuchillas fusible.
- 5).- Apartarrayos.
- 6).- Condensadores.
- 7).- Tableros duplex de control.
- 8).- Transformador de instrumento.
- 9).- Cuchillas desconectadoras ó de prueba.

b).- Elementos secundarios:

- 1).- Cables de potencia.
- 2).- Cables de control.
- 3).- Alumbrado.
- 4).- Estructuras.
- 5).- Herrajes.
- 6).- Sistemas de tierra.
- 7).- Equipo contra incendio.
- 8).- Equipo de filtrado de aceite.
- 9).- Trincheras, ductos, conductos, drenajes.
- 10).- Intercomunicación.
- 11).- Equipo carrier.
- 12).- Protecciones (bardas, cercas, etc.)

Hecho el análisis general de lo que es una subestación eléctrica y cuáles son sus principales elementos que la constituyen, describiremos, ahora, las características de las subestaciones utilizadas en el proyecto real y sus principales partes constitutivas.

Las subestaciones utilizadas son:

Por su operación : De corriente alterna.
 Por su servicio : Secundarias distribuidoras.
 Por su construcción : Tipo intemperie.

Elementos constitutivos de la subestación:

- 1).- Transformador.
- 2).- Apartarrazos.
- 3).- Sistema de tierras.
- 4).- Conductores alimentadores.
- 5).- Cuchillas fusible.
- 6).- Estructuras.
- 7).- Herrajes.

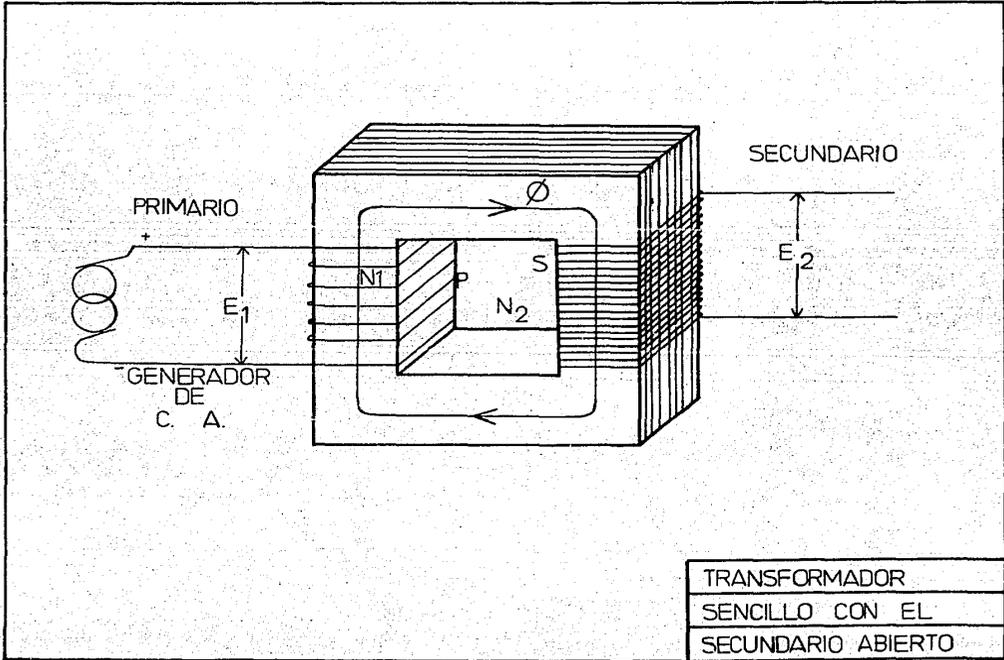
1.- Transformador.

Un transformador es un dispositivo que permite cambiar una tensión alterna sin pérdida apreciable de potencia. Se basa en el principio de que la energía se puede transportar eficazmente por inducción magnética desde un juego de bobinas a otro, por medio de un flujo magnético variable, si ambos juegos de bobinas están en el mismo circuito magnético.

Las Fem's se inducen por una variación del flujo que atraviesa un circuito. En un transformador, las bobinas y el circuito magnético son estacionarios cada una respecto al otro; las Fem's se inducen por variación en magnitud del flujo con el tiempo.

Un arrollamiento continuo P está bobinado sobre uno de los dos lados ó brazos del núcleo de hierro, otro arrollamiento continuo S, que puede tener o no el mismo número de espiras que P, está bobinado en el brazo o lado opuesto. (En realidad P y S se bobinan juntos en el mismo lado a fin de reducir las pérdidas de flujo entre los bobinados; pero en la figura las bobinas están representadas en distintos lados para mayor claridad).

Un alternador A proporciona al arrollamiento primario P una corriente I_P que varía sinusoidalmente con el tiempo. Puesto que el arrollamiento prima



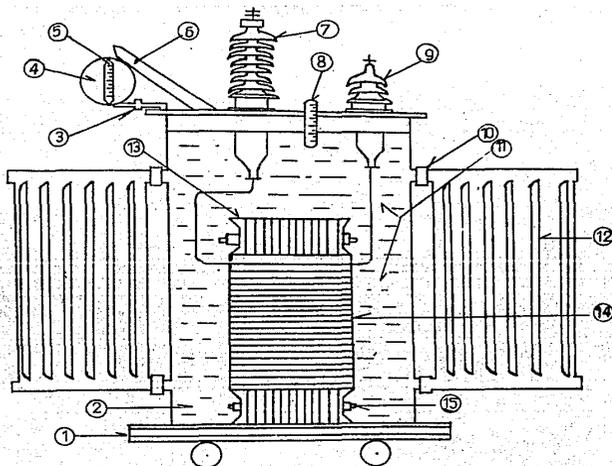
- rio envuelve al núcleo de acero laminado, su Fem produce en el núcleo un flujo que varía también sinusoidalmente con el tiempo. Este flujo alterno es, a su vez, envuelto por la espiras del arrollamiento secundario S .

Como éste flujo es alterno induce en la bobina S una Fem de la misma frecuencia que la del flujo. Debido a ésta Fem inducida, la bobina secundaria S es capaz de liberar corriente y energía. Por lo tanto, la energía es transportada de P a S, (del primario al secundario), a través del medio formado por el flujo magnético.

Si un transformador recibe energía a una tensión y la devuelve a otra superior a la de entrada, se denomina transformador elevador. Análogamente, el que recibe energía a determinada tensión y la devuelve a otra inferior se denomina transformador reductor. Por último, el transformador que recibe y devuelve la energía a la misma tensión se le denomina transformador - 1 : 1.

Elementos que constituyen un transformador son:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Núcleo de circuito magnético. | 10.- Tanque conservador. |
| 2.- Devanados. | 11.- Tubos radiadores. |
| 3.- Aislamiento. | 12.- Base para rolar. |
| 4.- Tanque ó recipiente. | 13.- Placa de tierra. |
| 5.- Aislantes. | 14.- Placa de características |
| 6.- Boquillas. | 15.- Termómetros |
| 7.- Ganchos de sujección | 16.- Manómetro. |
| 8.- Válvula de carga de aceite. | 17.- Cambiador de derivaciones ó- |
| 9.- Válvula de drenaje. | Taps. |



- 1.- BASE DE ROLAR
- 2.- REFRIGERANTE
- 3.- RELE DE PROTECCION
- 4.- TANQUE CONSERVADOR (8 a 10% DEI VOL. DEL TANQUE).
- 5.- INDICADOR DE ACEITE
- 6.- TUBO DE ESCAPE EN CASO DE EXPLOSION.
- 7.- BOQUILLAS O AISLADORES DE POTENCIA
- 8.- TERMOMETRO
- 9.- BOQUILLAS O AISLADORES DE POTENCIA.
- 10.- CONEXION DE LOS TUBOS RADIADORES AL TANQUE.
- 11.- TANQUE.
- 12.- TUBOS RADIADORES.

- 13.- NUCLEO . (CIRCUITO MAGNETICO) .
- 14.- DEVANADOS .
- 15.- TORNILLOS OPRESORES PARA DAR RIGIDEZ AL NUCLEO.

PARTES PRINCIPALES
DEL
TRANSFORMADOR

5.3).- Clasificación de los Transformadores.

Los transformadores se clasifican por:

a).- La forma de su núcleo .

- Tipo de columnas.
- Tipo de acorazado.
- Tipo envolvente.
- Tipo radial.

b).- Por el número de devanados.

- Dos devanados.
- Tres devanados.

c).- Por número de fases .

- Monofásicos.
- Trifásicos .

d).- Por el medio refrigerante.

- Aire .
- Aceite .
- Líquido inerte .

e).- Por el tipo de enfriamiento.

- Enfriamiento OA .
- Enfriamiento OW .
- Enfriamiento OW / A .
- Enfriamiento OA / AF .
- Enfriamiento OA / FA / FA.
- Enfriamiento FOA.
- Enfriamiento OA / FA / FOA .
- Enfriamiento FOw.
- Enfriamiento A / A .
- Enfriamiento AA / FA.

f).- Por la regulación.

- Regulación fija .
- Regulación variable con carga .
- Regulación variable sin carga .

g).- Por la operación .

- De Potencia.
- De Distribución.
- De Instrumento .

Tipos de enfriamiento empleados en los transformadores.- Tipo OA .

Sumergido en aceite con enfriamiento propio. Por lo general en transformadores de más de 50 KVA.

Se usan tubos radiadores o tanques corrugados para disminuir las pérdidas.

El transformador OA es el tipo básico y sirve como norma para capacidad y precio de otros.

- Tipo OW .

Sumergido en aceite y enfriado con agua que es conducida por serpentinae , los cuales están en contacto con el aceite aislante del transformador.

- Tipo OA / FA .

Sumergido en aceite con enfriamiento propio, por medio de aire forzado.

Este es básicamente un transformador tipo OA con adición de ventiladores y bombas para circulación de aceite.

- Tipo FOA .

Sumergido en aceite, enfriado con aceite forzado y con enfriador de aire forzado. Este tipo de transformador se usa donde se desea que operen al mismo tiempo las bombas de aceite y los ventiladores; tales condiciones aborven cualquier carga a pico a plena capacidad.

- Tipo A/A .

Tipo seco con enfriamiento propio no contiene aceite ni otros líquidos para enfriamiento; son usados en voltajes nominales menores de 15 KV, en pequeñas capacidades .

- Tipo AA / FA .

Tipo seco con enfriamiento por aire forzado, tienen una capacidad simple basada en la circulación de aire forzado por ventiladores o sopladores .

- Tipos de Transformadores .

Existen cuatro tipos de transformadores los cuales son:

- Transformadores Secos Sellados .
- Transformadores Secos Ventilados .
- Transformadores en Pyranol .
- Transformadores en Aceite .

- Transformadores Secos Sellados .

Se usan en la intemperie o bajo techo en cualquier atmósfera. El tanque está sellado y contiene en su interior una atmósfera inerte de nitrógeno bajo presión positiva. Permanentemente sellados estos transformadores normalmente no requieren ningún mantenimiento.

- Transformadores Secos Ventilados .

Se usan bajo techo solamente y en lugares limpios y secos. La ausencia de aceite reduce los riesgos de incendio, siendo además, ligeros de peso, requieren menor mantenimiento, y por supuesto, no son necesarios los equipos para filtrar y manejar aceite.

- Transformadores en Pyranol .

Se usan tanto bajo techo como a la intemperie y son a prueba de fuego. El Pyranol es un aceite incombustible cuyo nombre genérico es askarel, el cual es usado por los fabricantes bajo diferentes nombres. Debido a sus características incombustibles permite el uso de transformadores sumergidos en líquido en cualquier atmósfera. El Pyranol debe de ser filtrado periódicamente para mantener su resistencia dieléctrica.

- Transformadores en Aceite .

Se usan normalmente a la intemperie debido al riesgo que existe de que el aceite se incendie. Pueden ser usados, dentro de las construcciones siempre y cuando se prevea un recinto a prueba de fuego, donde se instale el transformador. El aceite debe de ser filtrado periódicamente para mantener su resistencia dieléctrica.

Estos transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite dieléctrico contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, con conexión en delta en alta tensión y estrella en baja tensión con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado y contactos.

En el circuito de alta tensión ó primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse mediante una palanca, sin estar energizado el transformador; las derivaciones son para ajustar en alta tensión las diferencias que puede haber en los voltajes suministrados.

Son normalmente dos derivaciones del 2.5% de la tensión nominal para ajustar arriba y de 2% para ajustar abajo. Como todo aparato que se alimenta con electricidad, el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores normalizados están diseñados para regiones de 1000 mm, esto naturalmente no quiere decir que no funcionen bien en otros lugares, sino que se debe de tener un punto de referencia estandarizado, ya que sería imposible diseñar transformadores para cada lugar con diferentes temperaturas y presiones barométricas. Los transformadores normalizados en México, son para 50 ó 60 stúlos/s.

Control del Transformador.

Las características que interesan controlar en un transformador son :

- Temperatura.
- Presión.
- Nivel de aceite ó líquido.
- Rigidez del aceite (Dieléctrica) .

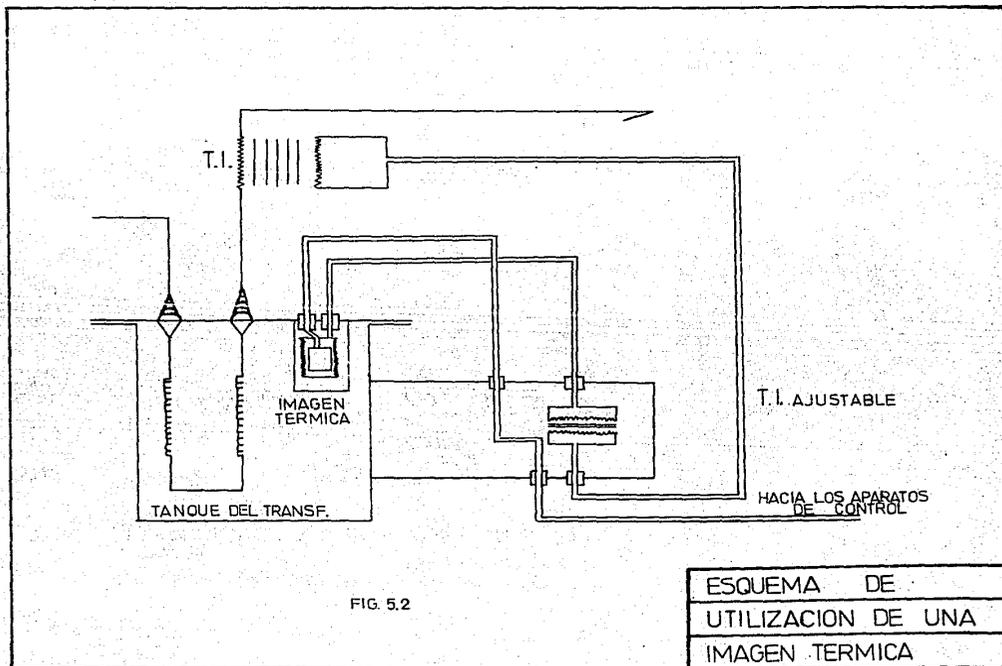


FIG. 5.2

ESQUEMA DE
UTILIZACION DE UNA
IMAGEN TERMICA

- Temperatura .

Existen varios métodos para controlar la temperatura como son : el control de temperatura por medio del dispositivo de imagen térmica con relevador T.R.O. y la protección por relevador Buchholz .

El método de Imagen Térmica .-

Se basa en que cualquier sobrecarga ó corto circuito dentro del transformador se manifiesta con una variación de corriente. El dispositivo está constituido por una resistencia de caldeo; alrededor se encuentra una bobina cuya función es recibir la corriente de falla en los devanados, que se detecta por medio de un transformador de corriente.

La corriente que circula por la bobina, al variar crea una cierta temperatura en la resistencia y ésto se indica en un minivóltmetro graduado en $^{\circ}\text{C}$, el cual se conecta por medio de un puntero a un relevador T.R.O. que consiste de tres micro-conmutadores; el primero y el segundo operan a una temperatura determinada, haciendo operar una alarma y el ventilador respectivamente, el tercero lo hace a una temperatura límite y acciona a la bobina de disparo del interruptor quedando el transformador fuera de servicio.

El esquema de Utilización de una Imagen Térmica se muestra en la fig.5.2

- Conexiones de Transformadores.

- Conexión Delta - Delta ($\Delta - \Delta$).

La conexión delta - delta en transformadores trifásicos se emplea normalmente en lugares donde existen tensiones relativamente bajas; en sistemas de distribución se emplean para alimentar cargas trifásicas a tres hilos.

Esta conexión presenta la desventaja de no tener hilo de retorno; en cambio tiene la ventaja de poder conectar los devanados primario y secundario sin desfaseamiento, en la figura 5.3 se muestra esta conexión.

- Conexión Delta - Estrella ($\Delta - Y$).

Esta conexión es conveniente usarla para sistemas de distribución debido a que se pueden tener 2 voltajes diferentes (entre fases y entre fase y neutro) .

- **Conexión Delta abierta - Delta abierta. (V - V)**

Esta puede considerarse como una conexión de emergencia en transformadores trifásicos, ya que si en un transformador se quema ó sufre una avería cualquiera de sus fases, se puede seguir alimentando carga trifásica operando el transformador a dos fases, sólo que su capacidad disminuye a un 58% aproximadamente.

Los transformadores trifásicos en V - V se emplean en sistemas de baja capacidad y usualmente operan como autotransformadores. Su representación en forma esquemática se puede apreciar en la figura 5.4

Método del Relevador Buchholz .-

Se emplea en los transformadores que usan tanque conservador; su principio de operación se basa en que toda falla interna del transformador va acompañada de una producción de gases.

- Presión

La presión de los transformadores se controla normalmente por medio de manómetros que pueden tener accionamiento automático.

- Nivel de Aceite ó Líquido .

Se controla tomando en cuenta los indicadores de nivel que así mismo pueden tener accionamiento automático o no, dependiendo de la importancia de la estación transformadora.

- Rigidez Dieléctrica del Aceite.

Se controla mediante muestras periódicas del aceite de transformador, por medio de la válvula de muestreo que se encuentra colocada por lo general en la parte interna del transformador.

Estudio económico de los Transformadores .

Para la selección económica de la capacidad de un transformador se debe de tomar en cuenta :

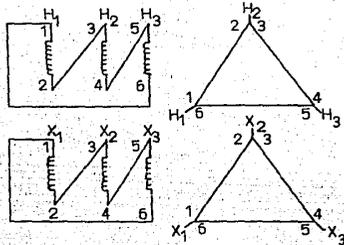


FIGURA 5.3. CONEXION DELTA - DELTA

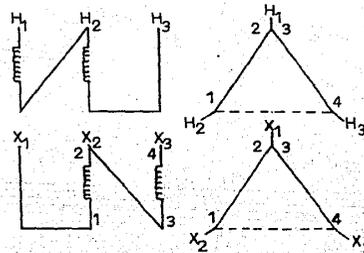


FIGURA 5.4. CONEXION V - V

CONEXIONES DE
LOS
TRANSFORMADORES

- Demanda inicial .
- Demanda en " N " años.
- Precio del transformador de demanda inicial .
- Precio del transformador de demanda en "N" años.

Para los puntos anteriores podemos tomar como soluciones ;

- a).-Instalar un transformador de capacidad de 1 y dejar espacio para instalar otro de capacidad 2 .
 - b).-Instalar un transformador previendo demandas futuras .
 - c).-Para hacer una buena selección económica, se debe tener en cuenta los siguientes factores básicos :
- Precio Inicial.
 - Pérdidas en kW (consumo de energía por el transformador en kWh anualmente,)
 - Costo del kWh en el lugar de instalación.
 - Período de amortización.

2.- Apartarreyos.

Las variaciones de carga de una red, producen a su vez variaciones de tensión. En particular, el cierre y la apertura de los interruptores provoca ondas móviles, pero las tensiones así generadas son menos peligrosas que las de origen atmosférico. Por tal motivo enfocaremos nuestra atención a la protección contra sobretensiones de origen atmosférico.

Los apartarreyos es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico.

Las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan al equipo sino esta debidamente protegido, para la protección del mismo se deben tomar en cuenta los siguientes

tes aspectos :

- Descargas directas sobre la instalación.
- Descargas indirectas.

De los casos anteriores el más interesante, por presentarse con mayor frecuencia, es el de las descargas indirectas.

El apartarrayos, dispositivo que se encuentra conectado permanentemente - en el sistema, opera únicamente cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud descargando la corriente a tierra.

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya separación está determinada de antemano - de acuerdo con la tensión a la que va a operar (tensión de servicio) .

En las Fig. 5.5 5.6 y 5.7 se muestran el esquema de un apartarrayo; su onda de choque y un ejemplo de aplicación respectivamente.

Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación; por ejemplo, los más empleados son los conocidos como "apartarrayos tipo autoválvulas " y " apartarrayos de resistencia variable".

El apartarrayos tipo autovalvular consiste de varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variables cuya función es - dar una operación más sensible y precisa. Se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones, ya que representa una gran seguridad de operación.

El apartarrayos de resistencia variable funda su principio de operación en el principio general, es decir, con dos explosores, y se conecta en serie a una resistencia variable, se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en sistemas de distribución.

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas, sino limitar su magnitud a un

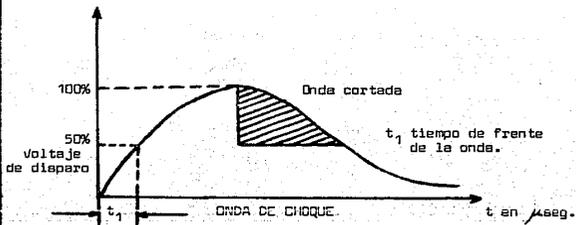


Fig. 5.6

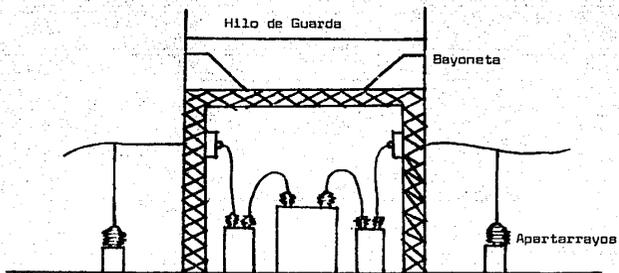


Fig. 5.7

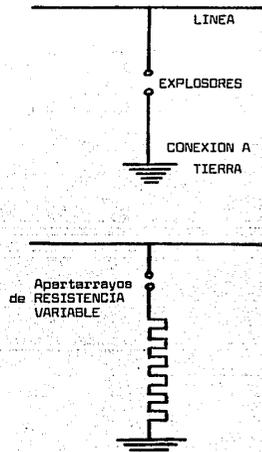


Fig. 5.5

APARTARAYO'S
ONDA
DE CHOQUE

lores que no sean perjudiciales para las máquinas del sistema.

Las ondas que normalmente se presentan son de $1.5 \times 40 \mu\text{seg.}$ (onda americana) y $1 \times 40 \mu\text{seg.}$ (onda europea). Esto quiere decir que alcanza su valor máximo de 1.5 a un microsegundo (tiempo de frente de onda). La función del apartarrayos es cortar su valor máximo de onda (aplanar la onda).

Tabla de datos de apartarrayos

CAPACIDAD	NOMINAL		FLAMEADO POR PRUEBA DE IMPULSO (kV)		DESCARGA	
	TIPO D	TIPO E	TIPO D	TIPO E	TIPO D	TIPO E
3	38	13	15		11	
6	34	23	30		22	
9	48	35	44		33	
12	61	43	55		44	
15	71	53	69		54	

Tipo D = tipo de distribución.

Tipo E = tipo de estación.

TENSION DEL SISTEMA (KV)		APARTARRAYOS CON CAPACIDAD NOMINAL EN SISTEMAS (KV).	
MINIMO	MAXIMO	CON NEUTRO A TIERRA	CON NEUTRO AISLADO
3	6	3	6
6	9	6	9
9	12	9	12
12	15	12	15

El apartarrayos normal es para una altura sobre el nivel del mar de 1800 - metros. Se fabrican también para 3 500 y 5500 m.s.n.m.

Las sobretensiones originadas por descargas indirectas se deben a que se almacenan sobre las líneas, cargas electrostáticas que al ocurrir la descarga se reparten en dos y viajan en ambos sentidos de la línea a la velocidad de la luz.

Los apartarrayos protegen también a las instalaciones contra descargas directas, para lo cual tienen un cierto radio de protección.

Para dar mayor seguridad a las instalaciones contra descargas directas se instalan unas varillas conocidas como bayonetas e hilos de guarda semejantes a los que se colocan en las líneas de transmisión.

La tensión a la que operan los apartarrayos se conoce técnicamente como tensión de cebado del apartarrayo.

3).- Sistemas de Tierra.

Los fines de la puesta a tierra de la maquinaria de las estaciones de transformación e instalaciones son :

- Fijar el nivel de potencial de todas las masas metálicas con respecto al suelo.
- Proteger las máquinas y los aparatos de las sobretensiones.
- Asegurar la protección del personal en lo que se refiere a los peligros de la corriente eléctrica.

Con respecto a la función que desempeñan, los sistemas de tierra se clasifican como sigue :

a).- Sistemas de tierra de protección.

Tienen la misión de limitar el valor de la tensión contra tierra de aquel las partes del sistema eléctrico que no deben ser mantenidas ni en tensión, ni aislados y con las cuales se puede poner en contacto el personal (por ejemplo: carcasa de una máquina eléctrica, herrajes o fierros de sos tén de los aisladores, secundarios de los transformadores de medición, sos tenes de las líneas eléctricas, etc.)

b).- Sistemas de tierra de funcionamiento.

Sirven para poner a tierra, por necesidad de funcionamiento, determinados puntos del círculo eléctrico (neutro de los transformadores, aparatos para la conexión de la tensión contra tierra, apartarrayos, etc.)

c).- Sistemas de tierra de trabajo.

Son sistemas de tierra de protección con carácter provisional, efectuados para poner a tierra parte de una instalación eléctrica, normalmente en tensión, a los cuales se debe llegar para efectuar un trabajo o reparación.

Los sistemas de tierra comprenden :

El Dispersor.

Constituido por un cuerpo metálico o un conjunto de cuerpos metálicos puestos en contacto directo con la tierra, y destinados a dispersar las corrientes de tierra.

El conductor de tierra.

Lo constituye un conductor que sirve para unir todas las partes de puesta a tierra con el dispersor.

Los colectores eventuales de tierra.

Conjunto de colectores, en los cuales se hacen más dispersoras y conductores de corriente las terminales de ellos.

Como principales características que interesan para los sistemas de dispersión tenemos :

- La corriente de tierra (I).

Corresponde al valor máximo que se prevee de la corriente en amperes que debe ser dispersada en el sistema de tierra.

- La tensión de la tierra (V).

Equivale a la máxima diferencia de potencial, medida en volta, existente entre el sistema de dispersión y un punto en el infinito, cuando el sistema de tierra dispersa la corriente de prueba I prevista.

- La resistencia del terreno.- Que indica en 2Ω el valor de la resistividad del terreno en el cual esta embebido el sistema de dispersión.

- La resistencia de tierra (R).- Cuyo valor en ohms se define por medio de la relación entre la tensión y la corriente de tierra, o sea: $R = V / I$.

Por lo que se refiere al dimensionado de los sistemas de tierra, con el fin de proteger debidamente al personal del peligro de la corriente eléctrica se consideran las siguientes características :

- La tensión de contacto.
- La tensión de paso.

Se define como tensión de contacto al valor de la tensión que se presenta, al paso de la corriente a tierra entre las piezas metálicas conectadas a tierra y el terreno circunvecino, que puede eventualmente, en alguna forma, entrar en contacto con una persona.

La tensión de paso es la que se manifiesta al paso de la corriente de tierra entre dos puntos del terreno distantes un paso entre sí (generalmente 1 metro)

No existe en la actualidad una regla que normalice los valores de estas tensiones de contacto y de paso. Las normas en curso de elaboración toman en cuenta valores para el interior y el exterior que parecen aceptables en 125 volts, cuando se asegure una interrupción de la corriente de falla de 0.3 segundos.

El dimensionado del sistema de dispersión debe resolverse teniendo en cuenta las exigencias que se deben satisfacer.

4.- Conductores alimentadores.

Para la selección del cable de baja tensión, se consideraron las condiciones del medio ambiente, y también las cargas a alimentar, las pérdidas y factores que afectarían los cálculos analíticos como serían la resistividad térmica del terreno (RHO), la variación de las temperaturas ambiente, efectos de proximidad, pérdidas en pantalla, consideraciones del porcentaje de carga, etc.

La selección del cable, tanto en mediana y baja tensión se hizo en el capítulo correspondiente al cálculo de la regulación.

En la siguiente Tabla S-1 se muestra las características del aislamiento y aplicación de los conductores .

TABLA S-1.-- CARACTERISTICAS DEL AISLAMIENTO Y APLICACION DE CONDUCTORES.

Nombre Comercial	Letras símbolos	Temp.	Aislamiento	Cubierta Exterior	Utilización
Resistente al calor	RH RHH	75 °C 167 °F 90 °C 194 °F	Goma resistente al calor.	No metálica, re- sistente a la humedad, retarda la flama.	Locales secos.
Resistente al calor y a la humedad	RHW	75 °C 167 °F	Goma resistente al calor y a la humedad.	" "	Locales húmedos y secos.
Goma látex resis- tente al calor	RUH	" "	Goma sin grano, no molida, 90%.	" "	Locales secos.
Goma látex resis- tente a la hume- dad.	RUL	80 °C 140 °F	" "	" "	Locales húmedos y secos.
Termoplástico	T	" "	Compuesto termo- plástico, reter- da la flama.	Ninguna.	Locales secos.
Termoplástico, re- sistente a la hu- medad.	TW	" "	Termoplástico, resistente a la humedad, retarda la flama.	Ninguna.	Locales húmedos y secos.
Termoplástico, re- sistente al calor	THHN	90 °C 194 °F	Termoplástico, resistente al calor, retarda la flama.	De Nylon.	Locales secos.
Termoplástico, re- sistente al calor y a la humedad.	THW	75 °C 167 °F	Termoplástico, resistente a la humedad y al ca- lor, retarda la flama.	Ninguna	Locales secos y húmedos.
Termoplástico, re- sistente a la hu- medad y al calor.	THWN	" "	" "	De Nylon.	Locales secos y húmedos.
Colocación térmi- ca del polietile- no cadena cruzada resistente al ca- lor y a humedad.	XHHW	90 °C 194 °F 75 °C 167 °F	Polietileno ca- dena cruzada, re- tarda la flama.	Ninguna.	Locales secos y húmedos.
Termoplástico, re- sistente a la hu- medad, calor y a- ceite.	MTW	60 °C 140 °F 90 °C 194 °F	Termoplástico, resistente al calor, humedad, a- ceite, retarda la flama.	(A) Ninguna. (B) De Nylon.	Locales húmedos alambrado en má- quinas, herramien- tas, (loca- les secos).
Termoplástico, re- sistente a la hu- medad, calor y a- ceite.	THW MTW	90 °C 194 °F 75 °C 167 °F	" "	Ninguna.	Locales secos y húmedos, aplica- ciones especia- les descargas e- léctricas en e- quipo de alum- brado.

CARACTERISTICAS DEL AISLAMIENTO Y APLICACION DE LOS CONDUCTORES (CONT).

80

Nombre Comercial	Letras Simbolas	Temp.	Aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Termoplástico y Amianto	TA	90°C 194°F	Termoplástico y Amianto.	No metálica, retarda la flama.	Inst. de tableros de distribución.
Trenzado con fibras termoplásticas	TBS	90°C 194°C	Termoplástico	" "	Sólo alambrado de tableros.
Sintético, resistente al calor.	SIS	" "	Goma, resistente al calor.	Ninguna.	" "
Con cubierta metálica y aislante mineral.	MI	85°C 185°C	Oxido de magnesio.	De cobre.	Loc. húmedos y secos con ajustes terminales. G. Aplic. Esp. max. temp. func. 250°C.
Silicón-Amianto	SA	90°C 194°F	Goma de silicón.	Amianto o vidrio.	Loc. secos, temp. máx. op. aplic. esp. 125°C.
Fluorizado Etileno Propileno.	FEP	90°C 194°F	Fluorizado Etileno Propileno.	Ninguna.	Locales secos.
	FEPB	200°C 392°F	" "	Trenzado de vidrio o de amianto.	Locales secos Aplic. esp.
Batiata Barnizada	V	85°C 185°F	Batiata barnizada.	No metálica o funda de plomo.	Sólo en loc. secos, menores No. 6 permiso especial.
Amianto y Batiata Barnizada.	AVA	110°C 230°F	Amianto impregnado y Batiata barnizada.	Trenzado amianto o vidrio.	Locales secos.
	AVL	110°C 230°F		Funda de plomo.	Locales secos y húmedos.
	AVB	90°C 194°F	" "	Trenzado algodón, retarda -- flama e cuadro	Locales secos.
	A	200°C 392°F	Amianto	Sin trenzado de amianto.	Locales secos únicamente, en canalizaciones sólo conductores en aparatos. Limitado a 300 V.
Amianto	AA	" "	" "	Con trenzado de amianto o vidrio.	
	AI	125°C 257°F	Amianto impregnado.	Sin trenzado de amianto.	
	AIA	125°C 257°F	Amianto impregnado.	Con trenzado de amianto o vidrio.	Loc. secos, en inst. e la vista. En canalizaciones sólo con condiciones en ap.

CARACTERISTICAS DEL AISLAMIENTO Y APLICACION DE LOS CONDUCTORES (CONT.)

Nombre Comercial	Letras símbolos	Temp.	Aislamiento	Cubierta Exterior	Utilización
Papel	-	85 ^o C 185 ^o F	Papel	Funda de plomo	Para acometidas subterráneas con permiso especial
Poliétileno Termofijo de Cadena Cruzada.	XLP	90 ^o C 194 ^o F	Poliétileno Vulcanizado Termofijo Cadena Cru- zada.		Para cables di- rectamente ente rrados, instala- ciones subterrá- neas, locales hú- medos y secos.

5.- Seccionadores bajo carga con fusibles.

A los seccionadores se les conoce más comunmente como CUCHILLAS, por que de aquí en adelante así les llamaremos.

- Cuchillas fusible.

La cuchilla fusible, como se aprecia en la fig. 5.8, es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla desconectadora, para lo que se conecta y desconecta el circuito, y como elemento de protección.

El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de corriente nominal que va a circular por él, pero los fabricantes tienen el correspondiente valor de la corriente de ruptura para cualquier valor de corriente nominal.

Los elementos fusibles se construyen fundamentalmente de plata (en casos especiales), de cobre electrolítico con aleaciones de plata, o de cobre aleado con estaño.

Existen diferentes tipos de cuchillas fusibles de acuerdo con el empleo que se les dé. Los principales tipos y sus características se mencionan en los siguientes párrafos.

- Cuchillas Desconectadoras.

La cuchilla desconectadora es un elemento que sirve para desconectar físicamente un circuito eléctrico.

Por lo general se operan sin carga, hasta ciertos límites; las cuchillas desconectadoras se clasifican:

- Por su operación.

- a).- Con carga (con tensión nominal)
- b).- Sin carga (con tensión nominal)

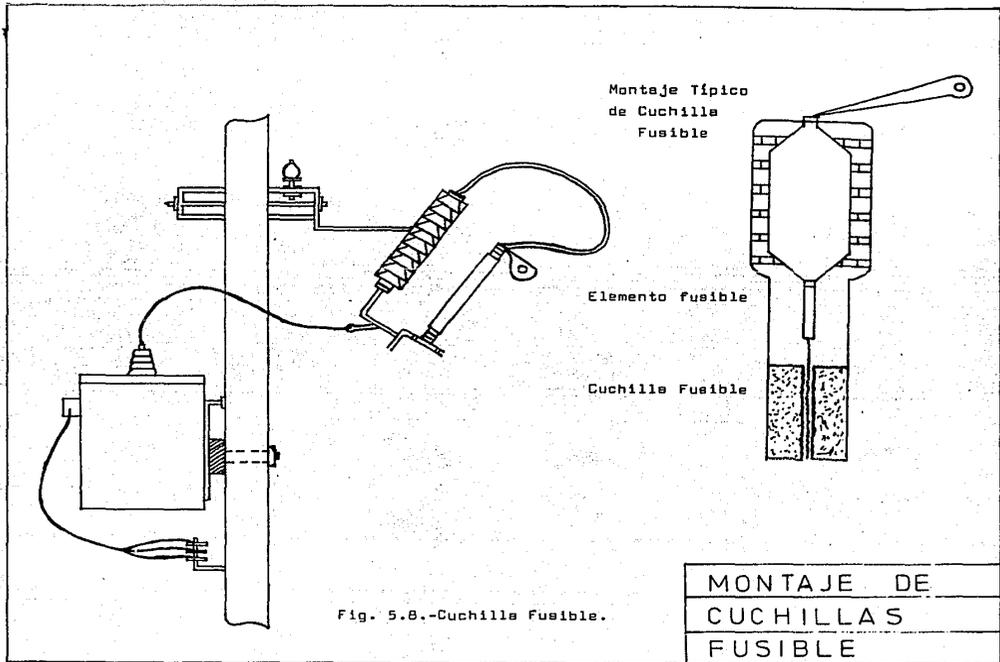
- Por su tipo de accionamiento:

- a).- Manual.
- B).- Automático.

- Por su forma de desconexión.-

Mencionaremos tres de los más usuales en subestaciones industriales :

- a).- Con tres aisladores, dos fijos y uno giratorio al centro (horizontal), llamado también de doble arco.
- b).- Con dos aisladores (accionados con pértiga), operación vertical por la forma en que se instala, la cuchilla recibe el nombre de Vertical LCO.



c).- Con dos aisladores, uno fijo y otro giratorio en el plano horizontal.

A continuación mencionaremos algunas capacidades comerciales de cuchillas desconectadoras:

- Cuchillas de operación vertical en grupo para montaje a la intemperie - (dos aisladores).

- Voltaje nominal : 7.5, 15, 23, 34.5, 46, 69 KV.
- Corriente permanente : 600 amperes para los diferentes voltajes nominales.
- Frecuencia : 50 - 60 Hz.
- Apertura cuchilla : 80°

- Cuchillas de operación vertical en grupo para montaje al interior (dos aisladores), desconexión con pátiga.

- Voltaje nominal : 6, 7.5, 15, 23, 30 KV.
- Corriente permanente : 600 amperes para todos los voltajes nominales.
- Frecuencia : 50 - 60 Hz.
- Apertura cuchilla : 90°

Se recomienda usarlas para operación en grupo hasta 15 KV.

- Cuchillas de operación horizontal, con un aislador giratorio al centro, tipo intemperie, para operación en grupo.

- Voltaje nominal; 7.5, 15, 23, 34.5, 46, 69, 84 KV.
- Corriente permanente : 600 amperes para todos los voltajes.
- Frecuencia: 50 - 60 Hz
- Apertura cuchillas : 90°

También se fabrican, para los mismos voltajes per a una corriente de 1200 amperes.

- Cuchillas de operación vertical de doble arco tipo "AV" para intemperie y operación individual.

- Voltaje nominal : 7.5, 14.4, 23, 34.5 KV
- Corriente permanente : 600 amperes para todos los voltajes y 1200 amperes para todos menos el de 34.5 KV.
- Frecuencia : 50 - 60 HZ.

Para tensiones elevadas se emplean cuchillas con cuernos de arqueo y - puesta a tierra. Estas cuchillas son semejantes a los tipos anteriores hasta 161 KV, con aditamentos que reciben el nombre de "cuernos de arqueo" y conexión puesta a tierra.

Para los tipos de cuchilla de operación horizontal, el mando se puede hacer por barra, motor eléctrico o con el aire comprimido. (operación neumática).

Para cuchillas de operación vertical y tipo "AV", el mando se hace, qe neralmente, con pértiga hasta 25 KV; por barra, motor eléctrico ó ac - cionamiento neumático en instalaciones mayores a la intemperie.

- Cuchillas de operación con carga.

Existen cuchillas que pueden desconectar circuitos con carga, son casi siempre cuchillas de operación vertical con accesorios especiales para desconexión rápida. Se fabrican para interrumpir corrientes hasta de 1000 amperes y a tensiones mayores de 34.5 KV.

- Especificaciones.

Los datos que se deben proporcionar para el pedido de cuchillas desconectoras son básicamente las siguientes :

- Tensión nominal de operación.
- Corriente nominal.

- Interruptores.

Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y resta - blecer la continuidad en un circuito eléctrico.

Si la operación se efectua sin carga, el interruptor recibe el nombre de desconector ó cuchilla desconectora; si en cambio la operación de cierre ó apertura la efectua con carga nominal ó con corriente de corto circuito, el interruptor recibe el nombre de disyuntor ó inte - rruptor de potencia.

Los interruptores en caso de apertura, deben asegurar el aislamiento - eléctrico del circuito.

Los interruptores, como ya se mencionó, interrumpen y restablecen la - continuidad del circuito eléctrico. La interrupción la deben efectuar con carga ó con corriente de corto circuito.

Se construyen en dos tipos generales:

- a).- Interruptores de aceite.
- b).- Interruptores neumáticos.

Las magnitudes características a considerar durante el proceso de cierre-apertura son las siguientes :

- Voltaje nominal.- Se debe considerar porque es el voltaje normal de operación del interruptor.
- Corriente inicial de corto circuito.- Es el valor instantáneo de la corriente de falla.
- Corriente de ruptura.- Es el valor permanente de la corriente de corto circuito.
- Capacidad interruptiva.- Es la potencia de interrupción a una corriente I_v de ruptura para sistemas trifásicos $\sqrt{3}F$.
- Voltaje de restablecimiento.- Es el voltaje que se presenta en el interruptor después de la descomexión.

En la figura 5.9 se presenta el proceso de interrupción de un interruptor automático.

- Interruptores de Aceite.

Los interruptores de aceite se pueden clasificar en tres grupos :

- 1.- Interruptores de gran volumen de aceite.
- 2.- Interruptores de gran volumen de aceite con cámara de extinción.
- 3.- Interruptores de pequeño volumen de aceite.

Los interruptores de gran volumen de aceite, reciben este nombre debido a la gran cantidad de aceite que contienen; generalmente se construyen en tanques cilíndricos y pueden ser monofásicos o trifásicos. Los trifásicos son para operar a voltajes relativamente pequeños y sus contactos se encuentran contenidos en un recipiente común, aislados entre sí por separadores.

Por razones de seguridad en tensiones elevadas se emplean interruptores monofásicos (uno por fase en circuitos trifásicos). Las partes fundamentales las podemos apreciar en la figura 5.10

En general el tanque se construye cilíndrico, debido a las fuertes presiones internas que se presentan durante la interrupción. También el fondo del tanque lleva "costillas" de refuerzo, para soportar estas presiones.

Proceso de interrupción.

Cuando operan los interruptores debido a una falla, los contactos móviles se desplazan hacia abajo, separándose de los contactos fijos.

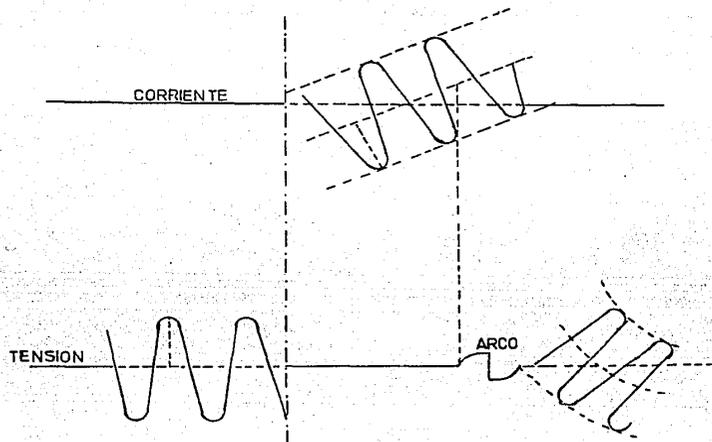


FIGURA 5.9. PROCESO DE INTERRUPCION EN UN INTERRUPTOR AUTOMATICO.

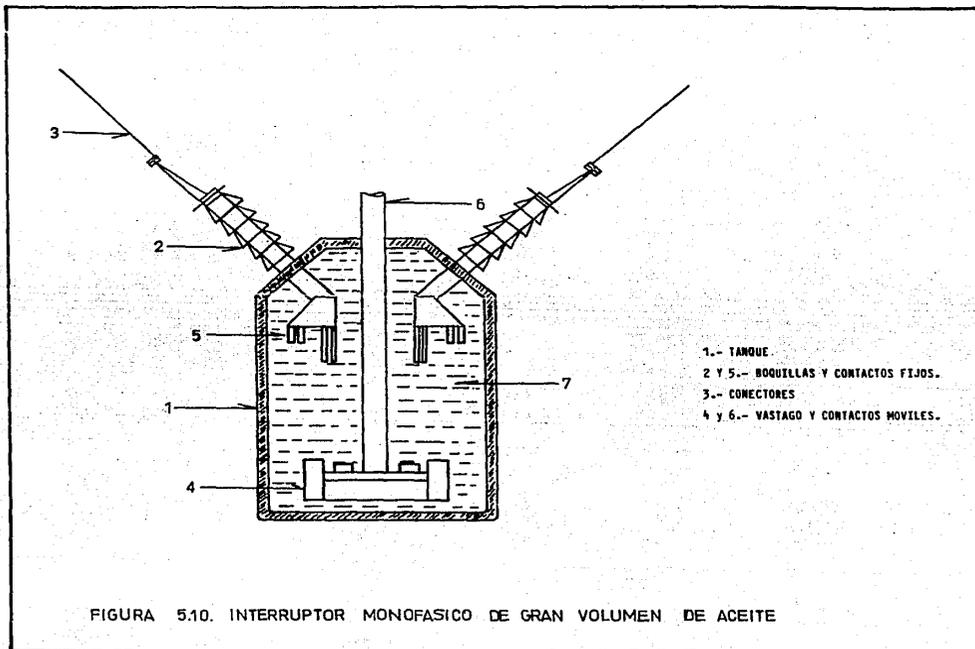


FIGURA 5.10. INTERRUPTOR MONOFASICO DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE

Al alejarse los contactos móviles de los fijos se va creando una determinada distancia entre ellos, y en función de esta distancia está la longitud del arco.

El arco da lugar a la formación de gases, de tal manera que se crea una burbuja de gas alrededor de los contactos que desplaza una determinada cantidad de aceite.

Conforme aumenta la separación entre los contactos, el arco crece y la burbuja se hace mayor, de tal manera que al quedar los contactos en su separación total, la presión ejercida por el aceite es considerable, por lo que en la parte superior del tanque se instala un tubo de fuga de gases.

Los interruptores de pequeño volumen de aceite, reciben este nombre debido a que su capacidad de aceite es reducida en comparación con los de gran volumen de aceite.

Se construyen para diferentes capacidades y voltajes de operación y su construcción es básicamente una cámara de extinción modificada que permite mayor flexibilidad de operación.

Los interruptores de gran volumen de aceite con cámara de extinción, únicamente se mencionan ya que estos son de muy grandes capacidades.

En este tipo de interruptores la cámara de extinción del arco consiste fundamentalmente de las partes que se muestran en la figura 5.11

El funcionamiento de este interruptor se menciona a continuación:

- 1).- Al ocurrir una falla se desconecta el contacto móvil originándose un arco eléctrico.
- 2).- A medida que sale el contacto móvil se va creando una circulación de aceite entre las diferentes cámaras que constituyen el cuerpo.
- 3).- Alcanzar el contacto móvil su máxima carrera, el aceite que circula violentamente extingue el arco por completo.
- 4).- Los gases que se producen escapan por la parte superior del interruptor.

Estos interruptores se fabrican por lo general del tipo columna. (ver la figura 5.12) .

- Interruptor Neumático.

En este tipo de interruptores el arco que se forma al abrirse el circuito es extinguido por medio de aire comprimido que entra en forma violenta a la cámara de extinción. Este aire a presión se obtiene por medio de un sistema de aire comprimido que incluye una ó varias compresoras. Se fabrican monofásicas y trifásicas, para uso interior o para uso exterior.

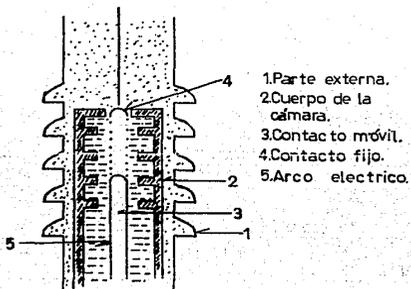


FIGURA 5.11 CAMARA DE EXTINCIÓN DE UN INTERRUPTOR EN ACEITE.

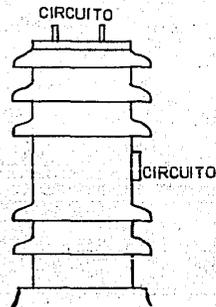


FIG. 5.12 INTERRUPTOR TIPO COLUMNA.

Ventajas del interruptor neumático sobre interruptor de aceite.

- 1).- Ofrece mejores condiciones de seguridad, ya que evita explosiones e incendios.
- 2).- Interrumpe las corrientes de falla en menos ciclos, 3 a 5.
- 3).- Disminuye la posibilidad de reencebados del arco.
- 4).- Es más barato.

- Interruptores de Expansión.

El interruptor de expansión, al igual que los neumáticos evitan explosiones e incendios. En este tipo de interruptores los contactos se encuentran dentro de una cámara de expansión semejante a la mostrada en la figura 5.13

El proceso de interrupción se puede describir brevemente como sigue:

- 1).- Cuando ocurre una falla, se acciona la pieza de contacto móvil (A) que se encuentra dentro de la cámara de expansión.
- 2).- Al caer el contacto se establece el arco en presencia de agua contenida en la cámara, esta agua está tratada químicamente para evitar la ionización.
- 3).- La temperatura a que da lugar el arco produce vapor de agua dentro de la cámara de condensación
- 4).- El vapor producido en la cámara de condensación provoca una fuerte circulación de agua que extingue parcialmente el arco.
- 5).- El vapor condensado en la cámara acaba de extinguir el arco al circular agua fría.

Los interruptores de expansión se utilizan para tensiones entre 15 y 30 kV.

- Especificaciones para Interruptores.

Veamos las especificaciones que se deben tomar para la compra de los interruptores. De todos los tipos mencionados hay gran diversidad de ellos y al igual que en los transformadores se deben especificar: Función del interruptor dentro de la subestación, si la subestación es de tipo interior ó exterior, si es de accionamiento manual ó automático, etc.

Entre los datos técnicos que se deben proporcionar se pueden mencionar como fundamentales los siguientes:

- Tensión normal de operación.
- Corriente nominal.

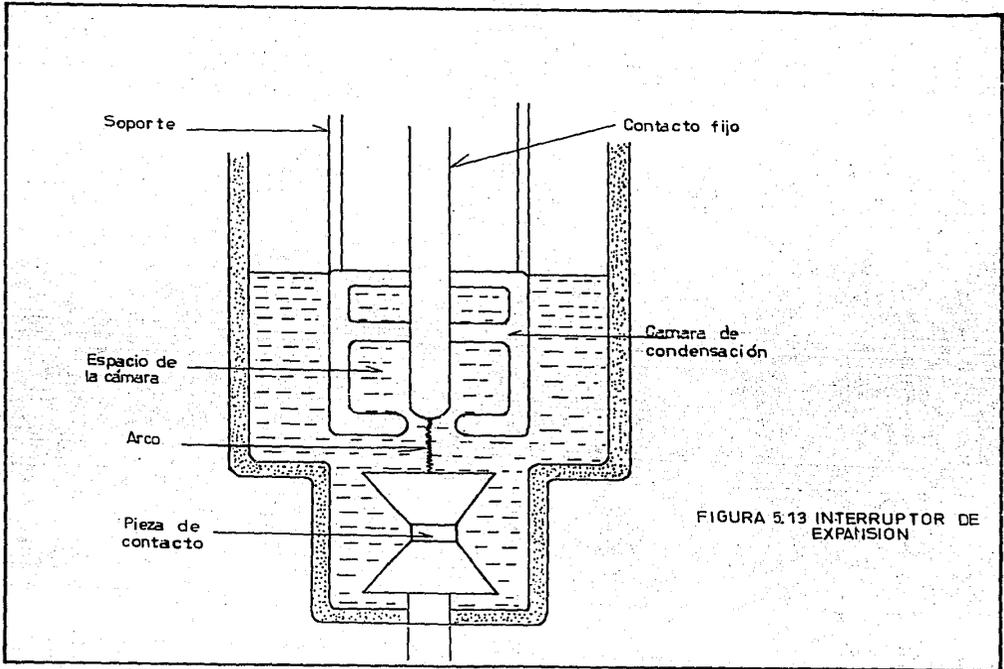


FIGURA 5.13 INTERRUPTOR DE EXPANSION

- Corriente de ruptura en KVA.
- Capacidad de ruptura en MVA.

6.- Estructuras y Retenidas.

Se utilizaron postes de concreto ortogonal ya que son más económicos que los de concreto pretensado y cumplen perfectamente con las normas de C.F.E., que exige para ello.

La lista de materiales que utiliza cada poste, varía de acuerdo con el tipo de estructura y retenida.

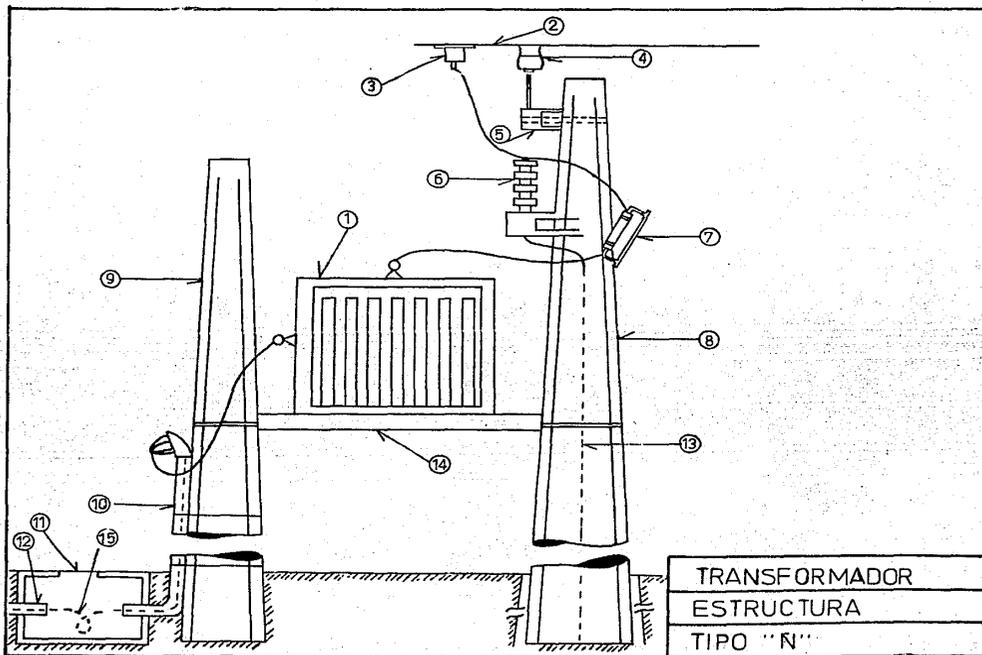
A continuación se dan los diferentes tipos de estructuras y retenidas que se utilizaron en nuestra instalación, anexándole a cada estructura ó retenida su lista de materiales.

7.- Herrajes.

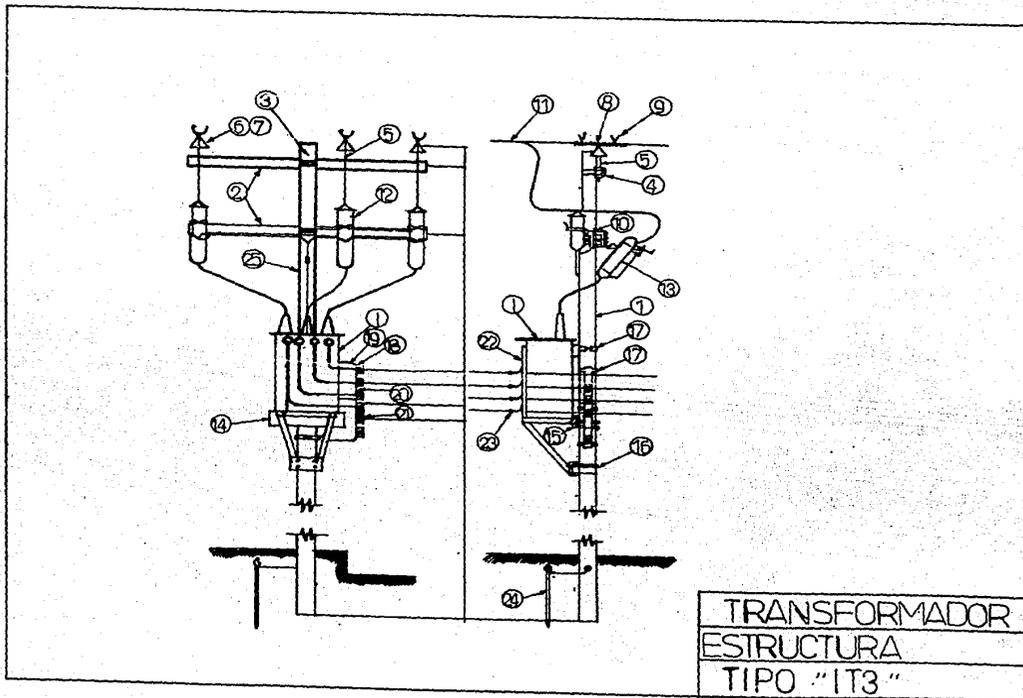
Las piezas ó herrajes serán de acero tipo estructural ó de hierro maleable; no se permitirá que una pieza esté formada por dos ó más piezas añadidas, los perfiles estructurales que no requieran dobleces serán rectos a simple vista; el doblado de los herrajes que lo requieran se hará en caliente ó en frío; las uniones soldadas se harán con soldadura de arco ó por resistencia; la tornillería que se suministra para herrajes será de acero de bajo carbón, grado 1 y podrán ser formados en frío ó caliente; toda la tornillería será galvanizada por inmersión en caliente; las rondanas planas suministradas con la tornillería ó herrajes roscados, serán de acero al carbón endurecido tipo resorte helicoidal, galvanizadas; todas las rondanas serán galvanizadas por inmersión en caliente; se utilizarán conectores a presión tipo VP-26AU2 para conectar el secundario de los transformadores a los circuitos secundarios, lo mismo si hay que hacer una empalme entre cables.

Los guarda líneas largos utilizados para evitar que luyan los conductores con la fricción que provocan los aisladores, serán ACSF 2 .

Se utilizó para amares entre líneas y aisladores el alambre de aluminio puro y suave del número 4 .



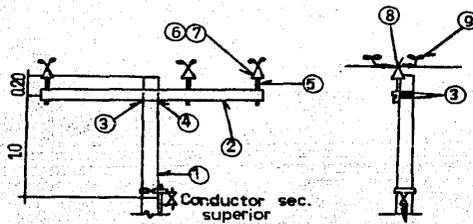
LISTA DE MATERIALES					
INSTALACION DE EQUIPO : TRANSFORMADORES ESTRUCTURA TIPO "N"					
PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
			13KV	22KV	33KV
1		Transformador Trifásico 13200-220/127 Volta			
2		Línea de Alta Tensión			
3		Estribo y Perico	3		
4		Aislador	3		
5	17-1	Cruceta "C4T"	1		
6		Apartarrayos	3		
7		Duchillas	3		
8		Poste de Concreto C-11-700	1		
9		Poste de Concreto C-9-450	1		
10		Tubo y Mufa Galvanizada de 102 mm.			
11		Registro Subterráneo de Baja Tensión			
12		Tubo de Asbesto Cemento de 102 mm.			
13		Verilla Copperweld para tierra			
14		Plataforma HT-48	1		
15		Cable XLP Calibre 3 X 3/0 + 1 - 1/0			



LISTA DE MATERIALES					
INSTALACION DE EQUIPO : TRANSFORMADORES ESTRUCTURA TIPO "IT3" C.F.E.II.6.0.3					
PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
			13KV	22KV	33KV
I		Transformador Trifásico			
1	23-3	Poste de Concreto C-11-500	1	1	
2	17-1	Cruceta "C4T"	2	2	
3	01-1	Abrazadera "4U"	4	4	
4	11-1	Arandela "1AC"	4	4	
5	07-1	Alfiler "1A"	3	3	
6	06-4	Aislador "13A"	3		
7	06-5	Aislador "22A"		3	
8		Guardalíneas corto S/R	3	3	
9		Amarres calibre y longitud S/R	6	6	
10	18-3	Dado "46"	1	1	
11		Conector para línea primaria S/R	3	3	
12	54-4	Apartarrazos S/R	3	3	
13	52-2	Cortacircuitos fusible S/R	3	3	
14	22-1	Plataforma T3 para montaje de un Transformador	1	1	
15	18-12	Dado "68"	2	2	

LISTA DE MATERIALES
 INSTALACION DE EQUIPO : TRANSFORMADORES ESTRUCTURA TIPO "1T3"C.F.E.II.6.0.3

PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
			13KV	22KV	33KV
16	01-4	Abrazadera "2UH"	4	4	
17	02-2	Abrazadera "2BS"	5	5	
18	28-3	Tornillo de 16 X 63	6	6	
19	19-8	Ménsula "BS"	2	2	
20	12-1	Beatidor "B1"	6	6	
21	06-1	Aislador Carrete	6	6	
22		Cable de cobre Tipo TW,600 V,calibre S/R	10m	10m	
23		Conectores para líneas secundaria S/R	4	4	
24	36-1	Varilla de tierra completa con conectores	1	1	
25	09-2	Alambre de cobre NO 4 AWG,D.S.D.	4Kg	4KG	
		' Para Sistemas en las costas úsese el aislador MN NO 06-9			
		Note: Para remates de líneas primaria con conductor liviano o pesado consúlta-			
		se la Norma C.F.E.II.2.6.0 con la estimación del material correspondien			
		te.			



Acots. en mts.

ESTRUCTURA P/REDES

TIPO "T"

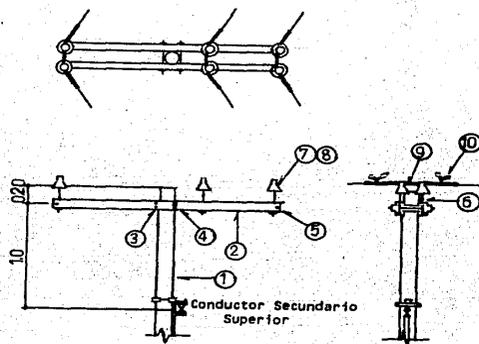
C.F.E. II.01.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES

"ESTRUCTURA TIPO T "

C.F.E.I.F.O.1

PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
			13KV	22KV	33KV
1	23-3	Poste de Concreto C-11-500	1	1	
2	17-1	Cruceta "C4T"	1	1	
3	01-1	Abrazadera "1U"	2	2	
4	11-1	Arandela "1AC"	2	2	
5	07-1	Alfiler "1A"	3	3	
6	06-4	Aislador "13 A" (1)	3		
7	06-5	Aislador "22A"		3	
8	27-13	Guardalíneas corto S/R	3	3	
9		Amarres de calibre y longitud S/R	6	6	
		(1) Para Sistemas en las costas usar el Aislador MN-06-9			



Acotaciones en mts.

ESTRUCTURA P/REDES

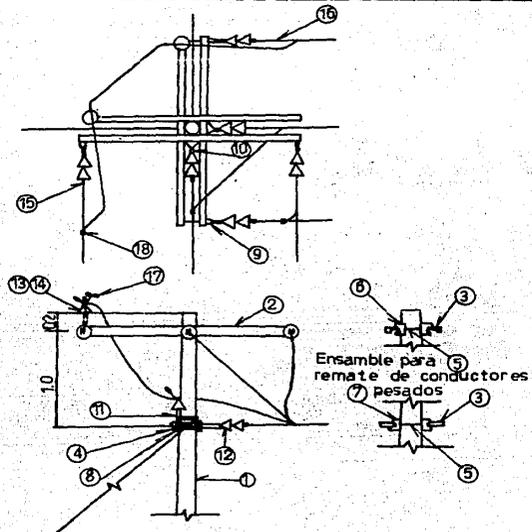
TIPO "TT"

C.F.E. II.0.2.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
"ESTRUCTURA TIPO TT "

C.F.E.II.0.2

PART. Nº	MN Nº	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
			13KV	22KV	33KV
1	23-3	Poste de Concreto C-11-500	1	1	
2	17-1	Cruceta "C4T"	2	2	
3	23-5	Tornillo máquina de 16 X 254	4	4	
4	11-1	Arandela "1AC"	2	2	
5	20-2	Perno doble rosca de 16 X 305	2	2	
6	07-1	Alfiler "1A"	6	6	
7	06-4	Aislador "13A" (')	6		
8	06-5	Aislador "22A"		6	
9	27-22	Guardafines largo S/R	3	3	
10		Amarres de calibre y longitud S/R	6	6	
		(') Para Sistemas en las costas usar Aislador MN-06-9			



Acots. en mts.

ESTRUCTURA P/REDES

TIPO "E"

CF.E.II.05.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
"ESTRUCTURA TIPO E "

C.F.E.II.D.5

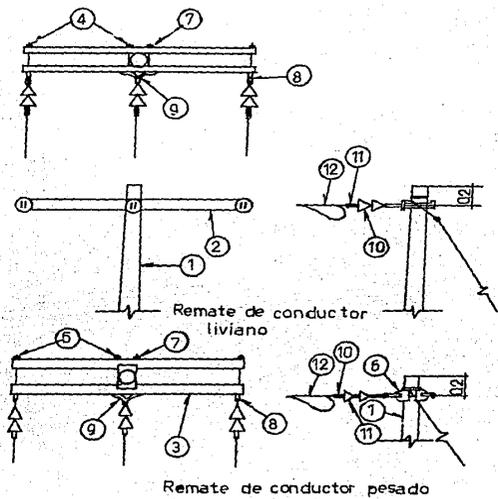
PART. Nº	MN Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD				
			13KV		22KV		33KV
			L	P	L	P	
1	23-3	Poste de Concreto C-11-500	1	1	1	1	
2	17-1	Cruceta "C4T"	4		4		
3	17-3	Cruceta "C4R" "			4	4	
4	20-3	Pernos doble rosca 16 X 356	12		12		
5	20-5	Pernos doble rosca 16 X 457 "			12	12	
6	18-9	Dado "46R" "			2	2	
7	18-10	Dado "47R" "			2	2	
8	11-1	Arandela "1AC"	4	4	4	4	
9	19-10	Ojo "RE"	4	4	4	4	
10	19-9	Moldura "RE"	2	2	2	2	
11	07-1	Alfiler "1A"	2	2	2	2	
12	06-7	Aislador "6S"	12	12	18	18	
13	06-4	Aislador "13A"	2	2			
14	06-5	Aislador "22A"			2	2	
15	19-7	Horquilla con Guardacabo	6	6	6	6	
16	27-31	Remate preformados S/R	6	6	6	6	

LISTA DE MATERIALES PARA REDES

"ESTRUCTURA TIPO E "

C.F.E. II.G.5

PART. NO	MN NO	DESCRIPCION	CANTIDAD			
			13KV	22KV	33KV	
17		Amarres de calibre y longitud S/R	L	P	L	P
			4	4	4	4
18		Conectores	3	3	3	3
		L = CONDUCTOR LIVIANO				
		P = CONDUCTOR PESADO				
		' Para sistemas en las costas usar el Aislador MN NO 06-9 y aumentar un aislador en las cadenas				
		' Usee en remate de conductores pesados según se indica en el dibujo				
		Se consideran conductores pesados los siguientes :				
		<u>COBRE</u>				
		NO 2				
		1/0				
		3/0				
		<u>ACSR</u>				
		NO 2				
		1/0				
		3/0				



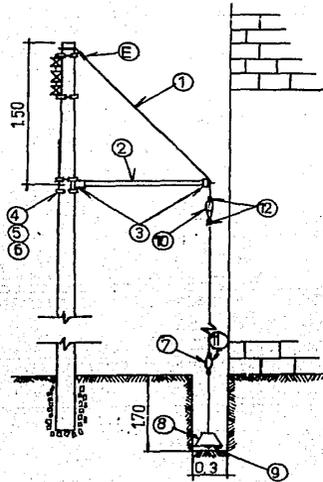
Acots. en mts.

ESTRUCTURA P/REDES
TIPO "R"
C.F.E. II. 2.0.6.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
"ESTRUCTURA TIPO R "

C.F.F.2.D.6

PART. NO	MN NR	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD			
			L	P	L	P
1	23-4	Poste de Concreto C-11-700	1	1	1	1
2	17-1	Cruceta "C4T"	2	2		
3	17-3	Cruceta "C4R" ' "		2	2	
4	20-3	Pernos doble rosca 16 X 356	6	6		
5	20-5	Pernos doble rosca 16 X 457 ' ' "		6	6	
6	18-9	Dado "46R" ' "		2	2	
7	11-1	Arandela "1AC"	4	4	4	4
8	19-10	Ojo "RE"	2	2	2	2
9	19-9	Moldura "RE"	1	1	1	1
10	06-7	Aislador "6S" ' "	6	6	9	9
11	19-7	Horquilla con guardacabo	3	3	3	3
12	27-31	Remates preformados S/R	3	3	3	3
		L = Conductor Liviano P = Conductor Pesado				
		' Para sistemas en las costas aumentese un aislador en las cadenas				
		' ' Usense en remate de conductor pesado				



E: Entorchado.
Acots. en mts.

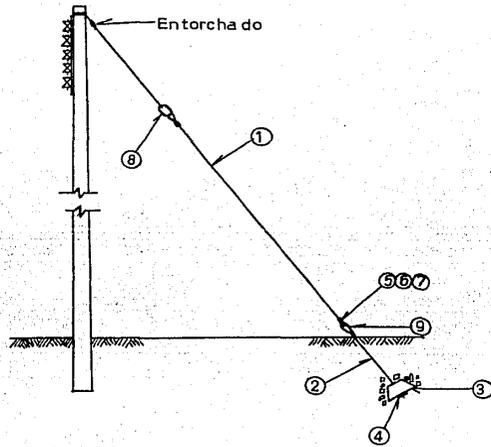
RETENIDAS

TIPO "RP"

C.F.E. II.42.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
INSTALACION DE RETENIDAS RETENIDA TIPO "RP" C.F.E.II.4.2

PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
1		Cable de acero galvanizado diámetro 5/R	12m		
2	28-17	Tubo de acero galvanizado de 51 mm de diámetro, longitud 5/R			
3	19-5	Grapa y base "RB"	1		
4	02-1	Abrazadera "1BS"	2		
5	31-1	Abrazadera cruzada "2BC" (')	2		
6	21-6	Piña de 13 X102 mm (")	2		
7	21-1	Perno "1PA"	1		
8	10-1	Ancla cónica de concreto "C1"	1		
9	11-2	Arandela "2AC"	1		
10	06-3	Aislador para retenida "3R"	1		
11	19-6	Guardacabo 1			
12		Preformado de remate para cable de acero, calibre 5/R	3		
		(') Usese en poste de concreto pretensado			
		(") Usese en poste de madera			



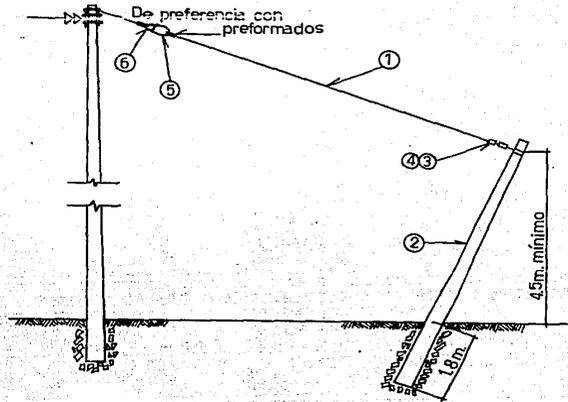
RETENIDAS
RETENIDA DE ANCLA
C.F.E. II.4.1.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
INSTALACION DE RETENIDAS RETENIDA TIPO "RA" C.F.E.II.4.1

PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
1	13-11	Cable de acero galvanizado de alta resistencia diámetro S/R	5 Kg.		
2	21-1	Perno "1PA"	1		
3	10-1	Ancla cónica de concreto "C1"	1		
4	11-2	Arandela "2AC"	1		
5		Preformado de remate para cable de acero calibre S/R	3		
6	19-3	Grapa paralela (')	2		
7	19-4	Grapa perro (')	3		
8	06-3	Aislador para retenida "3R"	1		
9	19-6	Guardacabo	1		
		(') Alternativas en lugar de preformados			
		En líneas cámbiese e : Ancla rectangular "C2" MN NO 10-2			
		Perno "2PA" MN NO 21-2			

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
INSTALACION DE RETENIDAS RETENIDA TIPO "RA" C.F.E.II.4.1

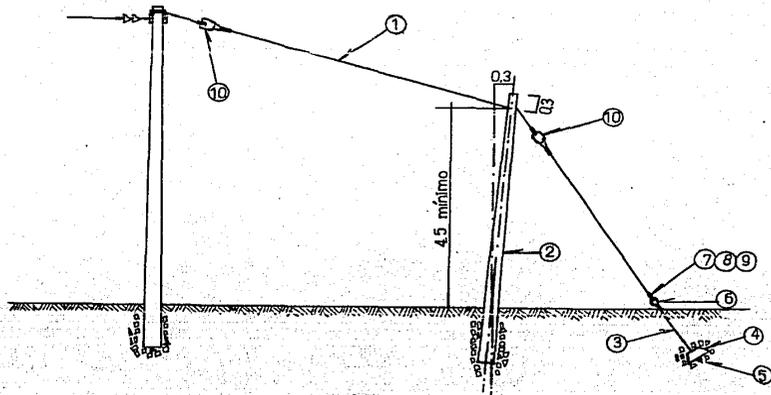
PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
1	13-11	Cable de acero galvanizado de alta resistencia diámetro 5/R	5		
2	21-1	Perno "1PA"	1		
3	10-1	Ancla cónica de concreto "C1"	1		
4	11-2	Arandela "2AC"	1		
5		Preformado de remate para cable de acero calibre 5/R	3		
6	19-3	Grapa paralela (')	2		
7	19-4	Grapa perno (')	3		
8	06-3	Aislador para retenida "3R"	1		
9	19-6	Guardacabo	1		
		(') Alternativas en lugar de preformados			
		En líneas cómbiese a : Ancla rectangular "C2" MN NO 10-2			
		Perno "2PA" MN NO 21-2			



RETENIDA DE ESTACA
TIPO "RE"
C.F.E. II. 4.3.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES
 INSTALACION DE RETENIDAS RETENIDA TIPO "RE" C.F.-E.II.4.3

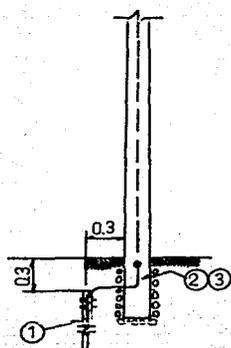
PART. NO	MN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD		
1		Cable de acero galvanizado de alta resistencia, calibre y longitud S/R			
2	23-1	Poste de Concreto C-7-600 (*)	1		
3	19-3	Grapa paralela (*)	2		
4	19-4	Grapa perro (*)	3		
5	06-3	Aislador para resistencia "3R"	1		
6		Preformado de remate para cable de acero, calibre según se requiera			
		(*) Alternativa			
		(*) Con poste pretensado o madera úsese poste de madera de 7.65 m (25')			
		clase III			



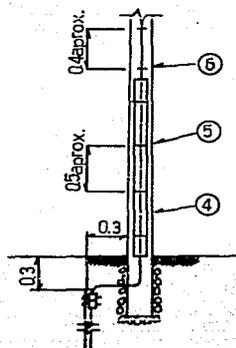
Acots. en mts.

RETENIDA DE ESTACA
Y ANCLA "REA"
C.F.E. II. 4. 4.

LISTA DE MATERIALES PARA REDES INSTALACION DE RETENIDAS RETENIDA TIPO "REA" C.F.E.II.4.4					
PART. Nº	MN Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD		
1		Cable de acero galvanizado de alta resistencia, calibre y longitud S/R			
2	23-1	Poste de concreto C-7-600 ("	1		
3	21-1	Perno "1PA"	1		
4	10-1	Ancla cónica de concreto "C1"	1		
5	11-2	Arandela "2AC"	1		
6	19-6	Guardacabo	1		
7		Preformado de remate para cable de acero, calibre S/R	1		
8	19-3	Graps paralela (')	4		
9	19-4	Graps perro (')	6		
10	06-3	Aislador para retenida "3R"	2		
		(') Alternativa			
		(") Con postes de concreto pretensado o de madera úsease poste de madera de			
		7.65 m (25') clase III			



En poste de concreto



En poste de madera

Acots. en mts.

INSTALACION DE
TIERRAS
C.F.E. II.7.1.

LISTA DE MATERIALES
 INSTALACION DE TIERRAS

C.F.E.II.7.1

PART. NO	RN NO	D E S C R I P C I O N	CANTIDAD
1	36-1	Varilla de tierra completa con conectores	1
2	09-2	Alambre de cobre NO 4 AWG desnudo semiduro (')	4 Kg
3	09-5	Alambre de acero galvanizado del NO 4 AS&W (")	4 Kg
4	36-2	Protector de madera (''')	1
5	36-3	Grapa de 36 mm (''')	4
6	36-4	Grapa de púe de 38 mm (''')	20
		(') Useee en redes	
		(") Useee en líneas	
		(''') Useee en postes de madera	

C A P I T U L O VI.

OPTIMIZACION DE RED DE DISTRIBUCION .

6.1).- Red de distribución de baja tensión.

Para el diseño de la red de distribución de baja tensión, se proyectarán los circuitos trifásicos de baja tensión considerando la geometría de la carga y teniendo en cuenta que la máxima caída de voltaje permisible para los alimentadores es de 3.5% (Normas C.L. y F.) .

a).- Cálculo de la carga de acuerdo a las condiciones reales.

Del capítulo correspondiente al estudio de la carga se obtuvieron - los siguientes resultados :

Carga Instalada:

Por departamento	1 200 Watts
Por edificio (10 Deptos.)	12 000 Watts
Por alumbrado público	6 750 Watts
Por sistema de bombeo	33 570 Watts

Tomando en cuenta que son 71 edificios, que suman un total de 852 000 watts, se tiene un total de carga instalada de :

Carga total instalada : 892 320 Watts

Y considerando un factor de potencia de :

Carga total instalada : 892 320 Watts / 0.85

C.T.I. : 1 049.78 KVA.

Cálculo de la Demanda Máxima Coincidente.

Considerando que nuestro fraccionamiento es de tipo popular, se tomó una demanda máxima coincidente por departamento de 0.5 KVA., la cual es recomendada por Cía. de Luz y Fuerza.

Por lo que se tiene una demanda máxima coincidente por edificio de:

$DMce = DMcd \times 10 \text{ deptos.} = 5 \text{ KVA.}$

Demanda máxima coincidente por alumbrado público :

$DMcap = C. \text{ inst. a.p.} \times Fc ; Fc : 1$
 $DMcap = 6 750 \text{ watts} \times 1 = 6 750 \text{ Watts con un}$
 $f.p. = 0.85,$
 $DMcap = 7.94 \text{ KVA.}$

Demanda máxima coincidente por sistema de bombeo :

$$\begin{aligned} \text{Carga inst.} &= 3 \text{ bombas} \times 15 \text{ H.P.} \times 0.746 = 33.57 \text{ Kw. con un} \\ \text{f.p.} &= 0.85 \text{ y un factor de demanda de } 0.8 \text{ tenemos:} \\ \text{DMcsb} &= 33.57 \text{ Kw.} \times 0.8 / 0.85 = 31.6 \text{ KVA.} \end{aligned}$$

Por lo tanto, la demanda máxima coincidente total del fraccionamiento será de :

$$\begin{aligned} \text{DMc total} &= \text{DMc total edif} + \text{DMcap} + \text{DMcsb} \\ \text{DMc total} &= 355 + 7.94 + 31.6 \text{ (KVA.)} \\ \text{DMc total} &= 394.54 \text{ KVA.} \end{aligned}$$

b).- Selección de Transformadores.

De acuerdo a los resultados obtenidos anteriormente y considerando - que los transformadores deben trabajar al 80% de su capacidad nominal, se tienen las siguientes alternativas:

$$\text{No. S.E.} = \frac{\text{Demanda total (KVA)}}{\text{Capacidad de la S.E.} \times 0.8}$$

Capacidad del Transformador	Alternativas	Número de Subestaciones	
45	1	10.08	10
75	2	6.05	6
112.5	3	4.03	4

De los resultados anteriores se observa que:

Con un transformador de 112.5 KVA al 80% se pueden alimentar 18 edificios del total de 71 que consta nuestro fraccionamiento,

con uno de 75 KVA se pueden alimentar 12 y,
con uno de 45 KVA se pueden alimentar 7 .

Con esto nos damos una idea del número y capacidad de las subestaciones que podemos utilizar.

Para el sistema de bombeo seleccionamos una subestación de 45 KVA ya que debe ser alimentada independientemente.

Para alimentar el resto de las cargas, considerando las alternativas 1 y 2 se seleccionaron :

7 Transformadores de 45 KVA para 49 edificios
2 Transformadores de 75 KVA para 22 edificios
Total= 9 Transformadores para 71 edificios

Donde cada transformador de 45 KVA alimentará a 7 edificios, y cada transformador de 75 KVA alimentará a 11 edificios.

- Selección de Transformadores.

Una vez determinado el número teórico de subestaciones y antes de diseñar la red de distribución, se decide el tipo de subestación para el fraccionamiento.

Al hacerse la selección del tipo que deba instalarse, deben considerarse los siguientes factores:

- Lugar donde va a ser instalada y características del mismo.
- Tipo de servicio (interior o intemperie)
- Voltaje de operación.
- Demanda instalada y futuros aumentos.
- Costo de la inversión.

Antiguamente las subestaciones eran del tipo abierto, o sea, con gran complicación de estructuras metálicas, aparatos, barras de cobre expuestas, cercas o cuartos especiales, letreros indicadores de peligro.

Estas subestaciones se construían en el mismo lugar de su uso por ingenieros especialistas. Recientemente se han desarrollado las subestaciones en paquete o compactas, que se arman en la fábrica, se prueban, se empaquetan y se venden como una unidad lista para su uso.

Las subestaciones unitarias son en realidad subestaciones eléctricas reductoras de tipo compacto, debido a que se construyen de tal manera que sus partes están cubiertas dentro de gabinetes, de los cuales solamente sobresalen los frentes de los instrumentos, palancas de operación y partes correspondientes para reposición de piezas.

En sí, las subestaciones unitarias se usan para bajar el voltaje primario de distribución, a un voltaje de suministro, en el lugar de su uso y para desconectar y proteger los circuitos alimentadores derivados de baja tensión.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS.

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las características mencionadas en los párrafos que siguen:

1.-Interior.

Para ser montadas en la interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad o cualesquier otro agente físico que la perjudique. Generalmente se fabrica con lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

2.-Exterior o Intemperie.

Para ser montadas a la intemperie, discretamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina de 3.2 mm. (1/8"), con-

techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos los aparatos o elementos de control.

4.-Tensiones.

Las tensiones a las que tienden normalizar las compañías suministradoras son 13.2 KV y 22.9 KV; sin embargo aún hay otras muchas tensiones o voltajes que poco a poco tienden a desaparecer, como son 6,000 y 10,000 volts. Las tensiones de 2.4, 4.16 y 6 KV se usan para distribución industrial de carácter privado.

5.-Capacidades.

Las capacidades de las subestaciones que se fabrican de una manera normal, son de 45,75, 112.5, 225, 300, 500, 750, y 1,000 KVA. Estas con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

VENTAJAS

Algunas de las razones por las cuales el uso de las subestaciones va en aumento, son las siguientes :

- 1).-Están diseñadas totalmente por el fabricante, lo que da por resultado una subestación compacta y de apariencia moderna.
- 2).-El costo de la subestación es bajo, debido al diseño producido en serie y a los métodos de manufactura y de ensamble también normalizados.
- 3).-Su construcción totalmente compacta, proporciona confiabilidad y mayor seguridad (tanto a las personas como a los bienes).
- 4).-Montaje o cambio de lugar más económico, sin necesidad de personal especializado.
- 5).-Recuperación en caso de venta.

Tipo de Subestaciones.

Los montajes adoptados son :

- Tipo poste.
- Tipo gabinete.
- Tipo pedestal.
- Tipo caseta.
- Tipo pozo.

Las subestaciones tipo poste se emplean en redes mixtas donde la red de mediana tensión es de construcción aéreas y la red de baja-tensión es de construcción subterránea. Los demás montajes se emplean en redes totalmente subterráneas.

SELECCION DE PROTECCIONES.

La capacidad de las cuchillas y de los interruptores, son generalmente - bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según - su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos mecánicos no sean perjudiciales en caso de cortocircuitos. La capacidad de los desconectadores es generalmente de 200 A. y la de los interruptores de 400 A.

Sin embargo, el interruptor debe diseñarse para soportar cuando menos - 75% de sobrecarga.

Magnitud de la Impedancia.

Entre los aspectos más interesantes que incluye la selección del transformador se encuentra el de la determinación de la magnitud que debe tener su impedancia, principalmente por que ésta constituye la oposición - que presenta el transformador al paso de la corriente producida por un - corto circuito en el lado de la carga conectada al mismo; sea, que la impedancia del transformador es el factor que controla la magnitud de la corriente de corto circuito.

Generalmente la impedancia de los transformadores se expresa en determinado porcentaje de la magnitud de la tensión nominal del devanado primario que debe aplicarse al transformador para que se origine la corriente nominal de plena carga que circule a través de su devanado secundario conectado en corto circuito.

Protección del transformador contra sobrecorriente.

Es conveniente que la magnitud de la capacidad del dispositivo que se use para proteger contra sobrecorriente a un transformador no sea mayor de la equivalente al 250% de la corriente nominal de su devanado primario.

Puede suceder que el transformador no requiera la protección mencionada, si se ha calculado un dispositivo para protección contra corriente, que colocado en terminales del devanado secundario, funcione a una magnitud de corriente no mayor que la equivalente al 250% de la corriente a plena carga de dicho devanado.

Asimismo, no se requiere colocar el dispositivo de protección contra corriente, si el transformador se ha fabricado con una protección térmica integral contra sobrecargas, en este caso, el dispositivo de protección del alimentador primario debe estar diseñado para funcionar con una corriente no mayor que la equivalente a 6 veces la corriente individual de plena carga de los transformadores cuya impedancia no sea mayor de 6% y no mayor de 4 veces la misma corriente, para aquellos que tengan entre 6 y 10% de impedancia.

Conclusión.

En nuestro caso, el tipo de montaje que se utilizará es el Tipo Pedestal (Normas Cía. L. Y F. Depto. de Proyectos y Normas de Distribución), éste es el que más se ajusta a nuestras necesidades, debido a que además de tener las dimensiones adecuadas y capacidades normalizadas de 45 y 75 KVA, nuestra red será totalmente subterránea.

TRANSFORMADOR TRIFASICO DRS PEDESTAL.

Estará montado en pedestal y conectado a una línea de 13.2 KV, para transformar la energía eléctrica a 220 volts entre fases y 127 volts al neutro y servirá para alimentar la red de distribución subterránea y servicios de baja tensión.

Características:

Trifásico, 60 Hertz, tipo pedestal, elevación de temperatura 65°C , altura sobre el nivel del mar 2000 metros, enfriamiento natural en aceite clase OA..

Conexión:

Tendrán una relación de transformación de 13200/7620-220/127V. Conexión estrella con neutro a tierra en A.T. y 3 fases 4 hilos en baja tensión.

Derivaciones:

Serán 4 derivaciones, 2 arriba de 2.5% c/u y 2 abajo de 2/5% c/u de la tensión nominal, con cambiador operable desde el exterior.

La Impedancia no debe ser menor de 1.5% ni mayor de 2%.

La desconexión no se hará a través del interruptor en aceite.

Protección.

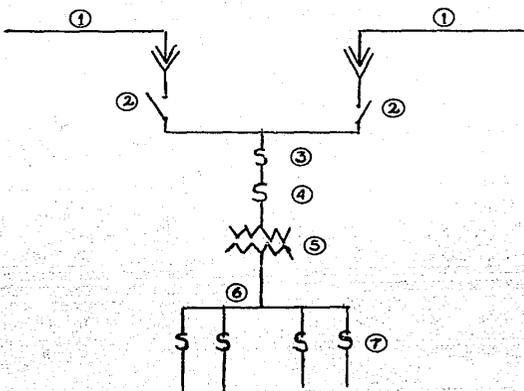
En alta tensión; estará dada por un fusible RTE del tipo Bayoneta, re-movible desde el exterior.

En baja tensión; será con interruptor térmico o termomagnético, según capacidad.

Conexión a Tierra.

La conexión a tierra es hecha instalando 2 varillas Copperweld de 16 mm. de diámetro por 2 400 mm de longitud, con conectores tipo Cadweld. Dichas varillas se instalarán con una separación entre sí de 2 000 mm la conexión se hará con cable de cobre No. 2 AWG, en las esquinas o puestas de cada base, conectando tanto el tanque del transformador el neutro del conductor primario así como el neutro del secundario del mismo transformador. La resistencia a tierra no debe ser mayor de 10 ohms.

La superficie destinada para éste tipo de subestación es de 1 500 mm X 1 500 mm.



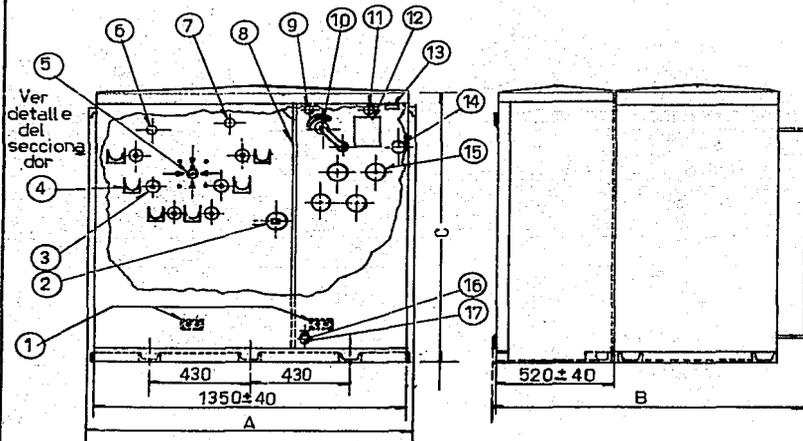
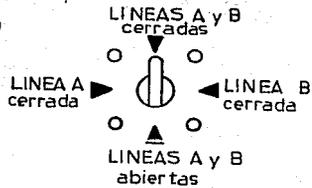
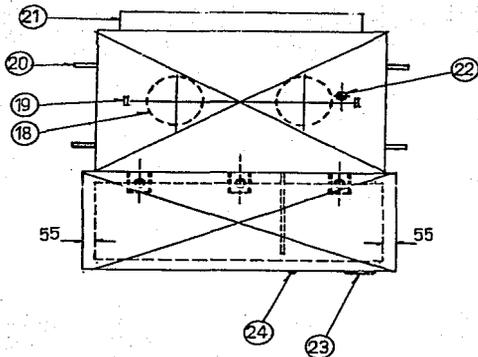
LISTA DE MATERIAL

- 1.- CIRCUITOS DE ALTA TENSION
- 2.- INTERRUPTOR 3 Ø, 200 amp., 13.2 kV
- 3.- FUSIBLE PARA SOBRECARGA (RTE)
- 4.- FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE (CLT)
- 5.- TRANSFORMADOR 75, 112.5, 150, 225 y 300 KVA
- 6.- CIRCUITOS DE BAJA TENSION
- 7.- FUSIBLES DE B.T. PARA 250 amps.

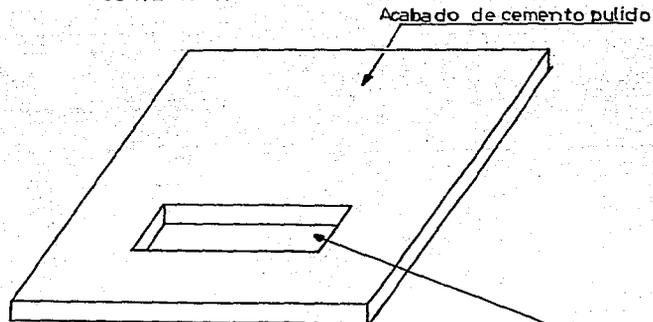
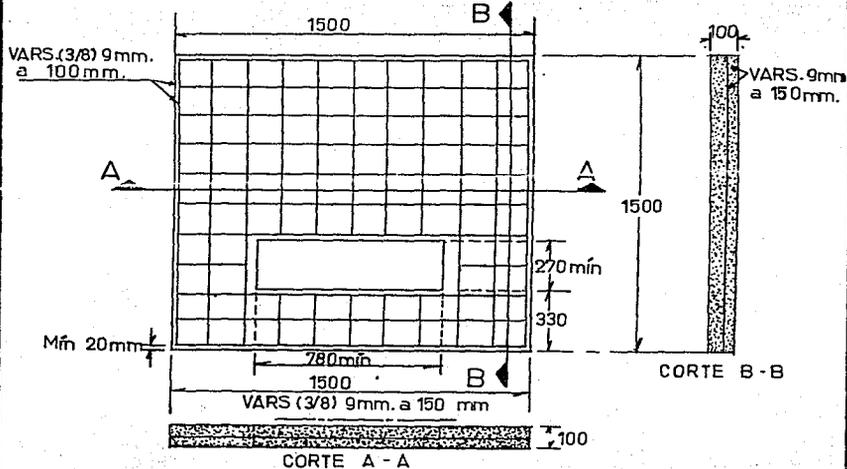
DIAGRAMA ELECTRICO

ARREGLO DE UNA
SUBESTACION TIPO
PEDESTAL

TRANSFORMADORES TRIFASICOS DRS PEDESTAL



BASE DE CONCRETO PARA TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION TIPO PEDESTAL



NOTA:

1.- LAS DIMENSIONES DEL ORIFICIO SERAN FIJADAS POR LAS ENTRADAS DEL COMPARTIMIENTO DEL TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL, LAS CUALES NO SERAN MENORES QUE LAS ESPECIFICADAS.

2.- LA BASE SERA DE CONCRETO DE $f'c=200$ KG/Cm² CON AGREGADO PETREO MAXIMO DE 19 mm (3/4")

TRANSFORMADOR TRIFASICO DRS PEDESTAL .

Referencia	Cantidad	Descripción
1	1	Conector de tierra
2	1	Cambiador de derivaciones
3	6	Boquillas de A.T.
4	6	Soporte para codo conector
5	1 ó 2	Seccionador
6	1	Indicador magnético del nivel del aceite
7	1	Niple para prueba presión
8	1	Barrera aislante
9	1	Luz de señalización
10	1	Interruptor termomagnético
11	1	Válvula de sobrepresión
12	1	Placa de datos
13	2	Número de serie
14	1	Termómetro (sólo para 300 KVA)
15	4	Boquilla de B.T.
16	1	Válvula de drenaje (tipo globo)
17	1	Dispositivo de muestreo
18	2	Registro de mano
19	2	Ganchos de izaje de la tapa
20	4	Ganchos de izaje del transformador
21		Enfriadores
22	1	Tapón de llenado
23	1	Placa de identificación
24	2	Cerradura G

c).- LOCALIZACION DE LOS CENTROS DE CARGA.

Centro de Carga.

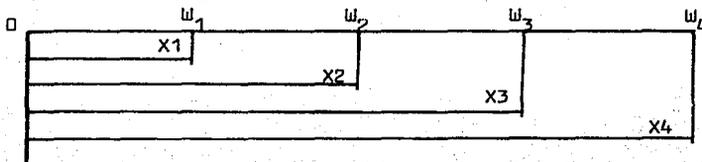
En un sistema eléctrico, se le llama "CENTRO DE CARGA" al punto en el cual se considera que están concentradas todas las cargas parciales, o dicho de otra forma, "CENTRO DE CARGA" es el punto donde se considera una carga igual a la suma de todas las cargas parciales, lo que en realidad representa el centro de gravedad si las cargas eléctricas se les trata como masas.

Las subestaciones se deben instalar lo más cercano al centro de carga - de sus zonas de influencia. Estos lugares son convenidos con los responsables de la obra general del conjunto, pudiendo ser zonas verdes, camellones grandes, andadores, lotes, etc., procurando que en estos lugares se tenga un fácil acceso y la instalación de las subestaciones no afecte la estética del conjunto, ni obstaculice la vialidad.

El "Centro de Carga" puede calcularse fácilmente según el caso particular de que se trate:

Caso 1 .

Cuando las cargas parciales se encuentran alineadas :



El punto 0 (cero) nos indica el punto de referencia arbitrario: X_1 , X_2 , X_3 , y X_4 , son las distancias de las cargas parciales y w_1 , w_2 , w_3 , y w_4 son las cargas parciales.

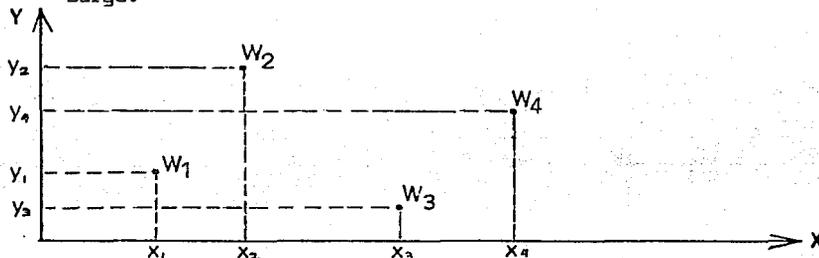
La distancia al Centro de Carga se calcula, en forma general como sigue:

$$X_0 = \frac{X_1 w_1 + X_2 w_2 + X_3 w_3 + X_4 w_4 + \dots + X_n w_n}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

CASO 2.

Cuando las cargas parciales no se encuentran sobre un mismo alineamiento sino que se encuentran distribuidas sin seguir un orden de dirección y distancia con respecto a la fuente de energía (como es nuestro caso), se debe uno valerse de un sistema de coordenadas cartesianas para calcular el "Centro de Carga" :

- a) Se calcula el Centro de carga con respecto a los dos ejes coordenados.
- b) La intersección de éstas dos distancias da exactamente en Centro de Carga.



- 1) Para calcular la distancia media con respecto al eje de las X.

$$X_0 = \frac{X_1 W_1 + X_2 W_2 + \dots + X_n W_n}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

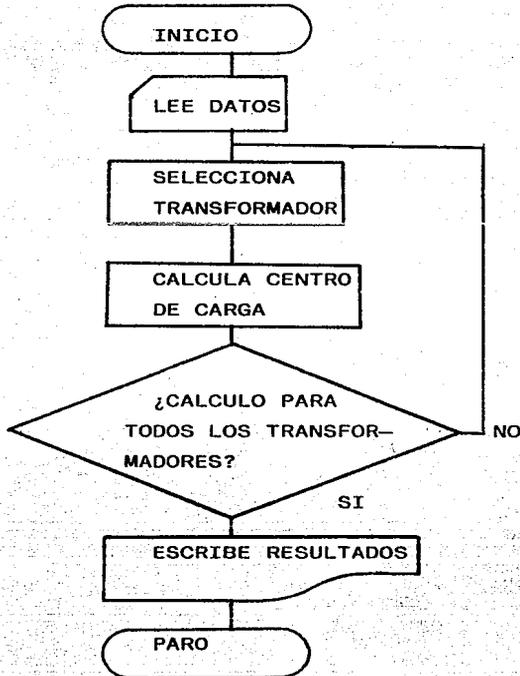
- 2) Para calcular la distancia media con respecto al eje de las Y.

$$Y_0 = \frac{Y_1 W_1 + Y_2 W_2 + \dots + Y_n W_n}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Para el cálculo del Centro de carga de los 9 Bancos de distribución se elaboró el Programa "Cálculo del Centro de Carga", el cual está anexo a continuación, con su Diagrama de Flujo y sus respectivos Resultados.

Donde, como se citó anteriormente, cada Transformador de 45 KVA alimentará 7 edificios y cada Transformador de 75 KVA alimentará a 11 edificios.

DIAGRAMA DE FLUJO DE CÁLCULO DE CENTRO DE CARGA



PROGRAMA PARA CALCULAR EL CENTRO DE CARGA

```

10 CLEAR
20 CLS
30 REM PROGRAMA PARA CALCULAR CENTRO DE CARGA
40 DIM A(100),B(100),X(100),Y(100)
50 REM CARGA POR PUNTO
60 W=5
70 TR=9
80 LPRINT CHR$(26)"
                                CALCULO DEL CENTRO DE CARGA
90 LPRINT CHR$(25)" "
100 LPRINT"
                                X
                                Y
110 FOR T=1 TO TR
120 ON T GO TO 290,300,310,320,330,340,350,360,370
130 AC=0
140 BC=0
150 FOR I=1 TO N
160 J=J+1
170 READ X(J)
180 READ Y(J)
190 A(J)=X(J)*W
200 B(J)=Y(J)*W
210 AC=AC+A(J)
220 BC=BC+B(J)
230 NEXT I
240 X=AC/(N*W)
250 Y=BC/(N*W)
260 LPRINT
270 LPRINT"TRANSFORMADOR",T,X,Y
280 GOTO 380
290 N=11:J=0:GOTO 130
300 N=7:J=0:GOTO 130
310 N=7:J=17:GOTO 130
320 N=7:J=24:GOTO 130
330 N=7:J=31:GOTO 130
340 N=7:J=38:GOTO 130
350 N=7:J=45:GOTO 130

```

```

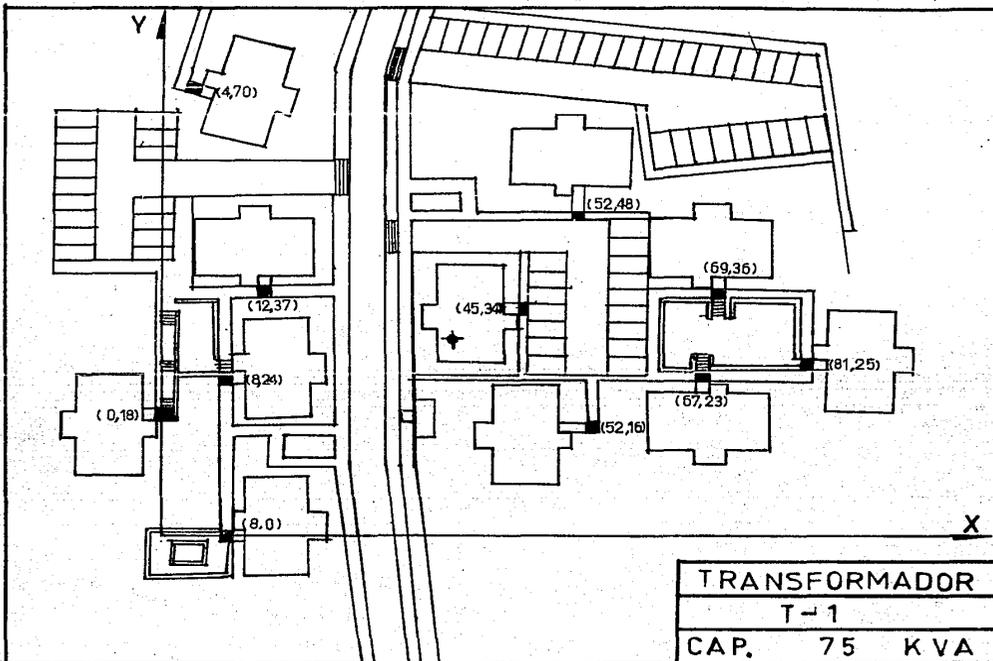
360 N=7:J=52:GOTO 130
370 N=11:J=59:GOTO 130
380 NEXT T
390 END
400 DATA 8,0,0,18,8,24,12,37,4,70,45,34,52,16,52,42,67,23,69,36,81,25
410 DATA 0,0,17,4,10,26,10,38,19,45,7,51,34,90
420 DATA 0,0,5,12,17,1,21,12,36,7,40,16,52,11
430 DATA 4,0,0,19,22,8,18,19,36,26,40,18,54,26
440 DATA 0,21,19,0,44,29,53,37,57,19,71,44,74,24
450 DATA 0,21,5,40,9,15,19,26,33,8,39,22,49,0
460 DATA 0,4,29,0,47,4,47,0,65,0,68,4,89,3
470 DATA 0,0,5,6,18,0,25,6,39,0,45,10,63,10
480 DATA 0,9,10,42,14,54,23,44,24,8,43,0,43,19,57,10,61,37,62,0,100,0

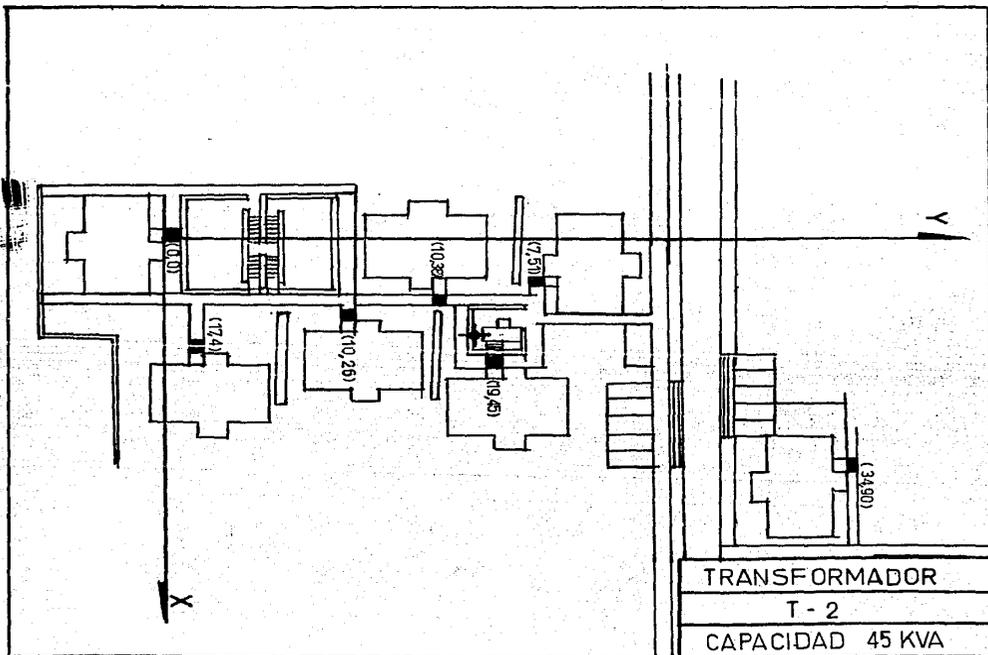
```

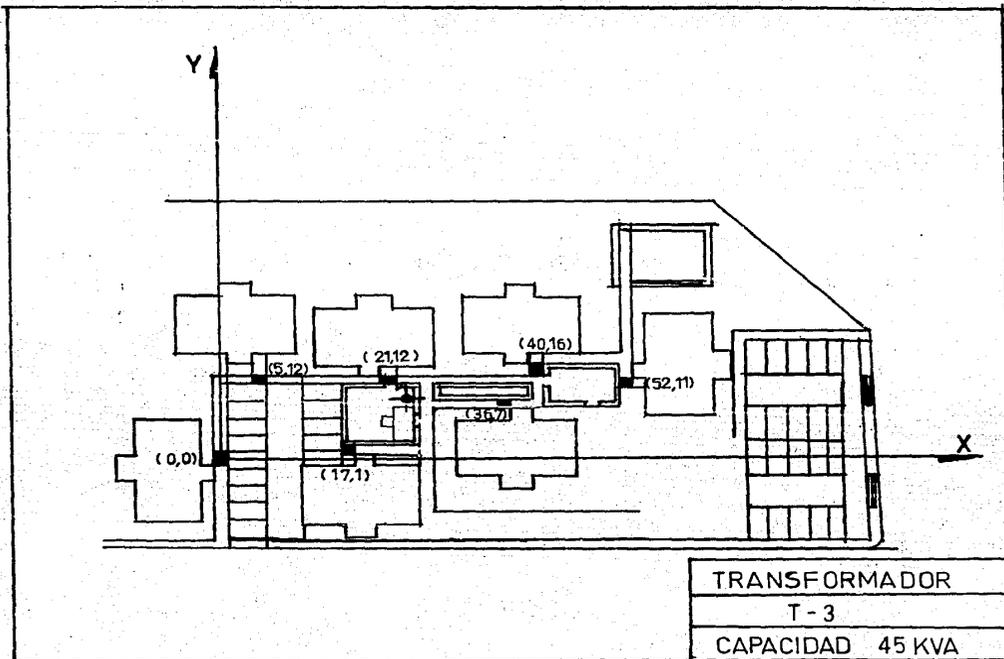
RESULTADOS

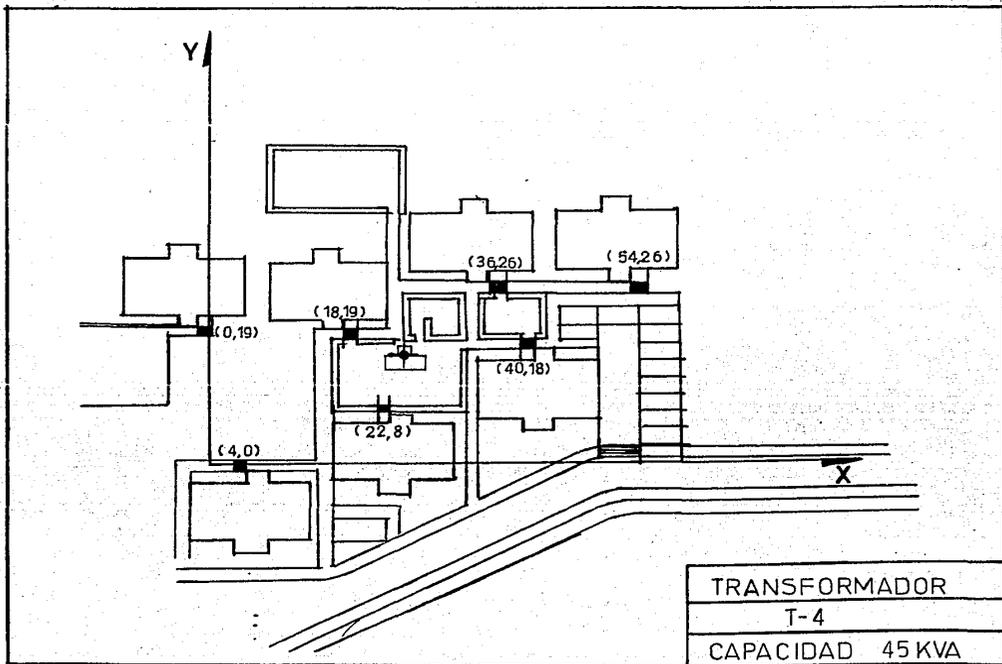
" CALCULO DEL CENTRO DE CARGA "

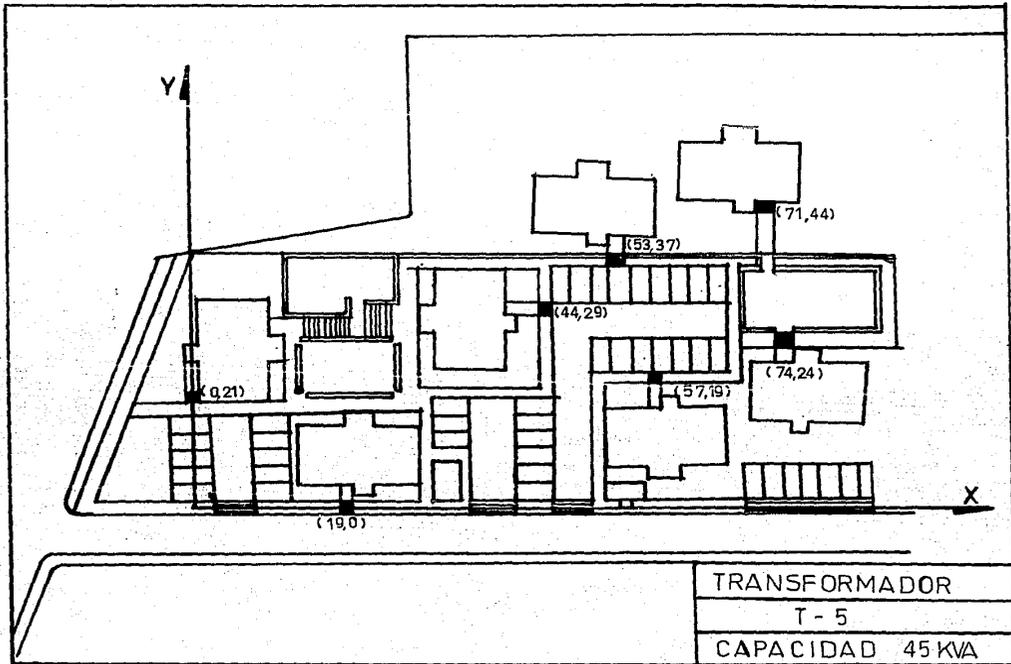
		X	Y
TRANSFORMADOR	1	36.1818	29.5455
TRANSFORMADOR	2	13.8571	36.2857
TRANSFORMADOR	3	24.4286	8.42857
TRANSFORMADOR	4	24.8571	16.5714
TRANSFORMADOR	5	45.4286	24.8571
TRANSFORMADOR	6	22	18.8571
TRANSFORMADOR	7	49.2857	2.14286
TRANSFORMADOR	8	27.8571	4.57143
TRANSFORMADOR	9	39.7273	20.2727

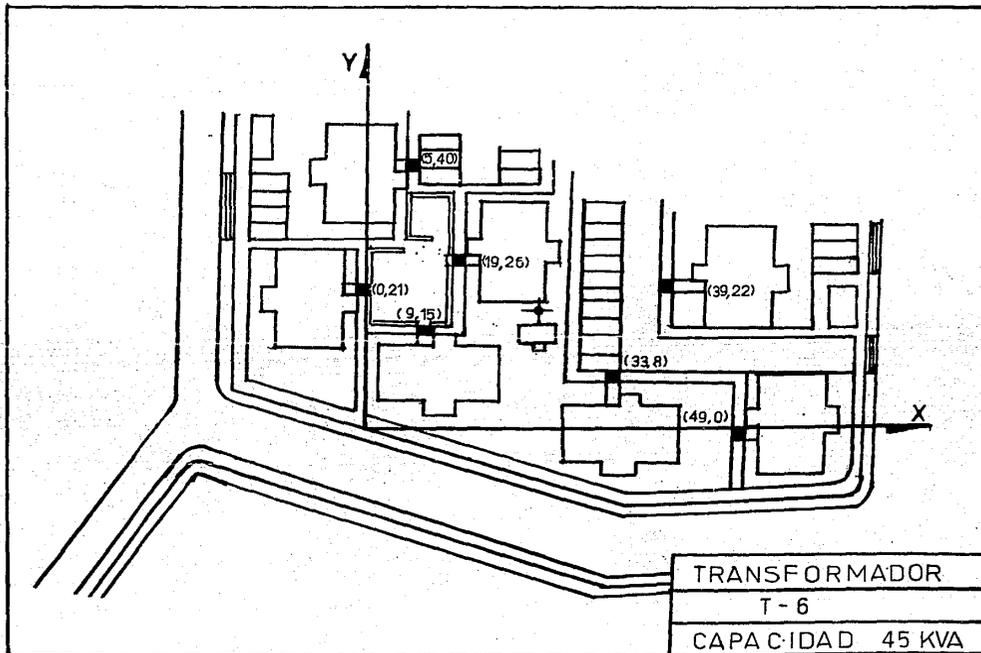


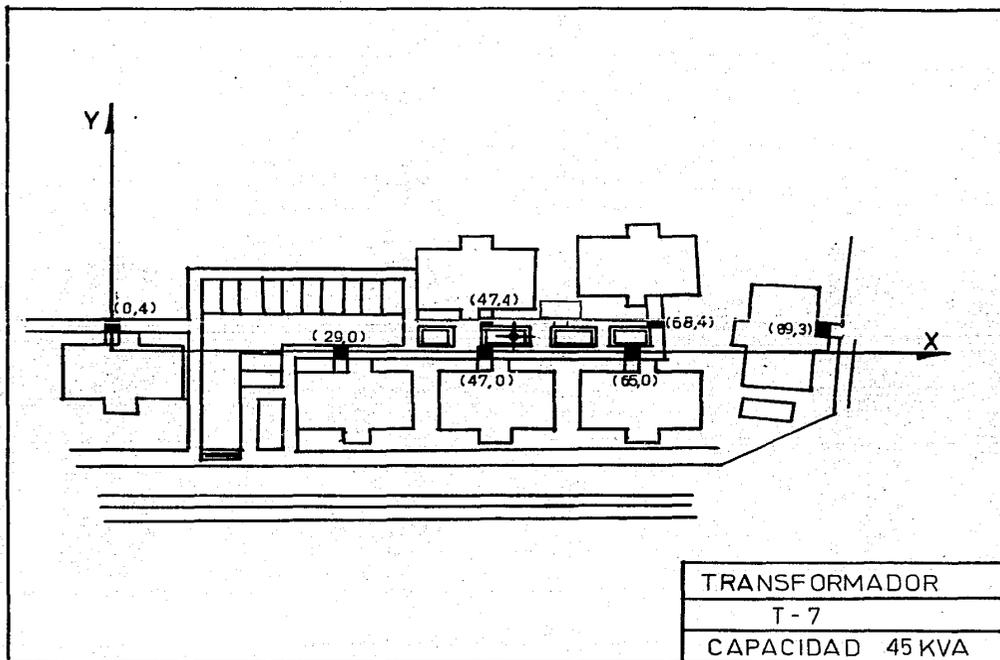


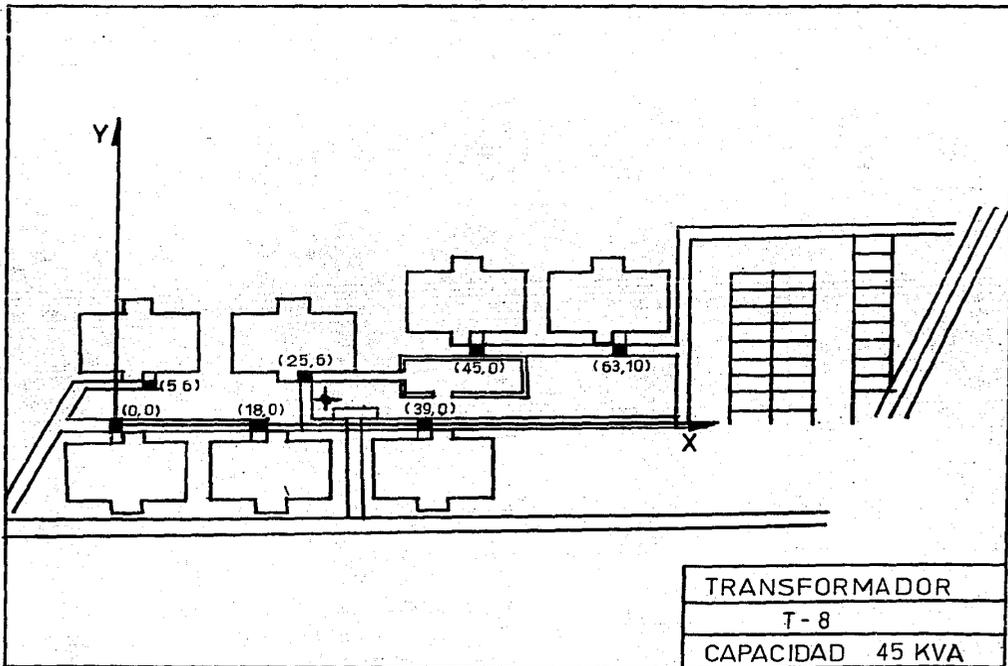


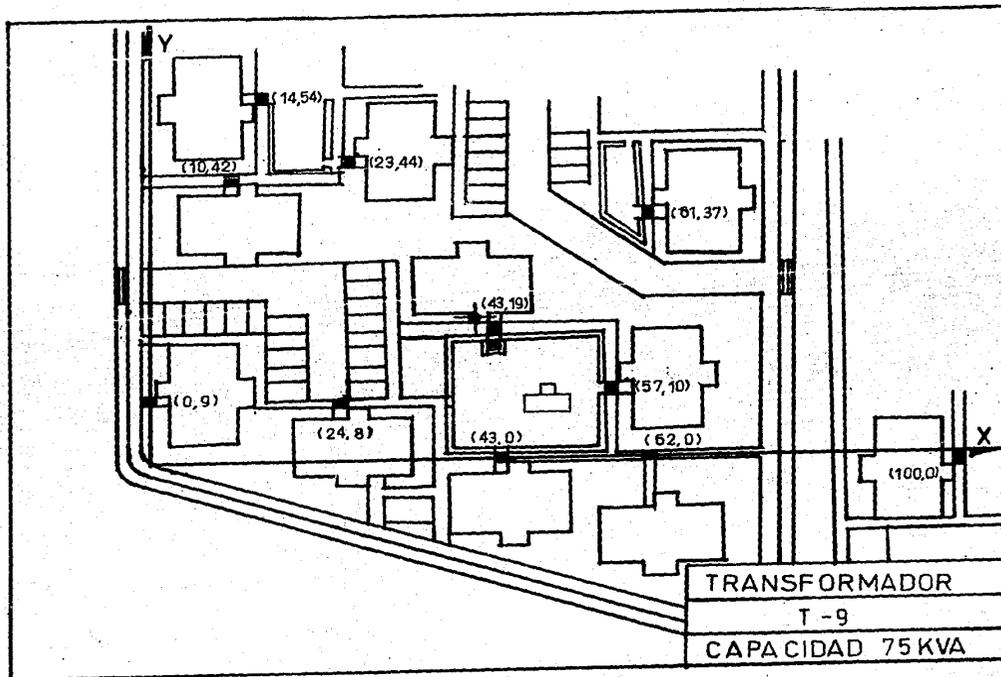












En conclusión, viendo los resultados del Programa "Cálculo del Centro de Carga" , se obtuvieron las Coordenadas (X,Y) donde óptimamente de**beríamos** instalar el transformador.

Sin embargo, como se puede observar en los anteriores Mapas de Centros de Carga de cada Transformador, no siempre se puede poner exactamente en las coordenadas donde dió el Centro de Carga, debido a condiciones del terreno, buscándose por ésto poner cada Transformador lo más cercano posible a dicho punto.

d).- Estructura de la Red

Hay tres tipos de estructuras para Redes de Distribución de Baja Tensión Subterráneas :

- Red Radial sin Amarres
- Red Radial con Amarres
- Red Automática

- Red Radial sin Amarres

En ésta Red una falla en el Transformador ó en la Línea dejará sin servicio a todos los usuarios o consumidores alimentados por ésta .En este arreglo se puede tener un grado de seccionalización, para así poder reparar la falla en el caso de que el problema sea en los cables, y lográndose con esto la normalización del servicio en los cables no afectados.

El cable de baja tensión se protege a la salida de los transformadores - por medio de fusibles, y se instala directamente enterrado, acometiendo a a los servicios, haciendo empalmes en "T" sobre él.

- Red Radial con amarres.

En este tipo de arreglo se prevé, a la red de baja tensión, de medios de amarres que consisten en cajas de seccionamiento intercalados en los cables que van de un transformador a otro y que se instalan, normalmente, en las esquinas con objeto de darles mayor flexibilidad en su conexión al poder recibir hasta cuatro cables.

Teniéndose cuidado de que la secuencia de fases en todos los transformadores sea la misma, y los cables de baja tensión a la salida de los transformadores se protegen por medio de fusibles.

- Red Automática.

Este sistema de distribución garantiza un servicio continuo, ya que las fallas en mediana y baja tensión, no afectan a los usuarios.

En el secundario del transformador se instala un dispositivo desconecta - dor llamado protector "P", el cual sirve para evitar un retorno de energía de la red de baja tensión a un punto de falla de la red de alta tensión ya que cuando un alimentador primario falla, el protector desconecta inmediatamente el transformador de la red de baja tensión.

En conclusión, se ha seleccionado la red radial sin amarres; considerando que en este tipo de fraccionamientos, los otros arreglos no justifican su instalación, debido a la importancia que tiene la carga por suministrar.

Además el tipo radial sin amarres es mucho más sencilla, y en cierto aspecto segura, con respecto a las demás, debido no solo a las características de operación, sino al tipo de servicio que generalmente alimenta, que en la mayoría de las veces no son tan importantes como lo son en las redes automáticas ó radiales con amarres.

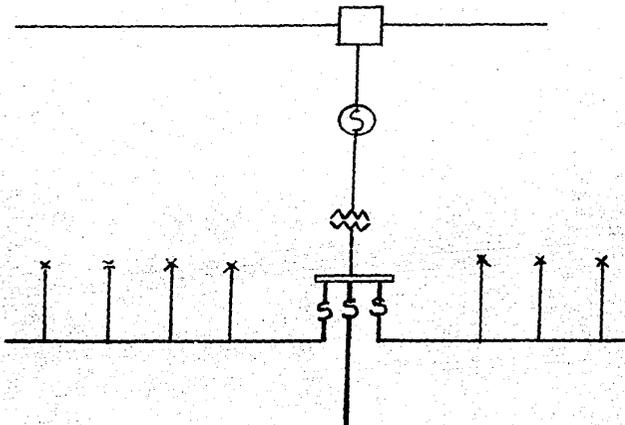
En este tipo de red, cables de sección apropiada, de acuerdo con la carga que alimentarán, parten en diferentes direcciones, desde el lugar en que se encuentran los transformadores, constituyendo los alimentadores secundarios, como se muestra en la figura de la página siguiente.

La alimentación será en forma trifásica y cuatro hilos.

e).- SELECCION DE CABLE.

Para la selección del cable de la Red de Distribución de Baja Tensión, - tanto en su constitución como en su calibre, se tomaron en cuenta las condiciones del terreno y clima predominante donde se encuentra ubicado el fraccionamiento, así como la carga por alimentar, la capacidad de conducción y la caída de voltaje.

La caída de voltaje al final de la línea no debe exceder del 3.5% (Normas Cía. de Luz y Fuerza).



-  INTERRUPTOR SUMERGIBLE
-  FUSIBLES SUMERGIBLES O INTERIOR EN A.T.
-  TRANSFORMADOR SUMERGIBLE O INTERIOR
-  CAJA B.T. O BUS
-  ALIMENTADOR PRIMARIO
-  RED SECUNDARIA

DIAGRAMA	
RED	RADIAL
SIN AMARRES	

El cable seleccionado es de configuración triplex para 600 volts, aislamiento XLPE, de aluminio cableado, grado EC, clase B. Este cable presenta magníficas propiedades como es baja absorción a la humedad, alta rigidez dieléctrica y bajas pérdidas eléctricas.

Está diseñado para operar para una temperatura máxima constante de 90°C, 130°C. en condiciones de emergencia y a 245°C en condiciones de corto circuito.

Estos cables permiten una instalación rápida en baja tensión debido a su facilidad de manejo y a la elaboración de sus terminales y empalmes es sencilla.

La elección óptima del calibre se hizo tomando en cuenta que la regulación no debe exceder de 3.5% y a su capacidad de conducción.

Tomando éstas características se elaboró un programa para facilitar y dar rapidez a la obtención de los datos, este programa se muestra posteriormente.

Criterio de selección de calibre en alimentadores de Baja Tensión.

Los alimentadores de baja tensión pueden construirse en dos formas:

- a) Calibre constante.
- b) Calibre escalonado.

La selección de una u otra alternativa requiere de un estudio Técnico-económico, el cual abarque la calidad de servicio, (caída de voltaje) el costo inicial y los costos anuales de pérdidas para cada opción.

A continuación se describen los detalles seguidos para realizar la comparación:

Estudio Técnico.

El estudio técnico consiste en calcular la caída de tensión y las pérdidas totales de los alimentadores representativos de las dos alternativas.

Estudio Económico.

El estudio económico se realiza en base al método del valor presente. El costo inicial se obtiene en base a los precios y cantidad de material involucrados en cada alternativa. El costo anual de las pérdidas se determina en función de la demanda máxima, el factor de pérdidas, el costo de kWh, - vida útil de la red y tasa de interés.

Estudios realizados por Cía. de Luz y Fuerza en la comparación de los resultados obtenidos, se tiene lo siguiente:

- a).- La caída de voltaje es prácticamente la misma para ambas alternativas.
- b).- El valor presente de la alternativa con calibre constante, es menor - que la de calibre escalonado.

De acuerdo con lo anterior, la alternativa que utilizaremos es la de calibre constante.

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA EL CALCULO POR CAIDA DE VOLTAJE DE ALIMENTADO - RES SECUNDARIOS TRIFASICOS.

Generalidades.

Objetivo.

Presentar las bases teóricas, consideraciones y reglas generales que rigen la selección de los conductores de alimentadores secundarios, por cálculo de caída de voltaje.

Definiciones.

Caída de voltaje.-Es la diferencia entre el voltaje en el extremo emisor y el voltaje en el extremo receptor de la línea troncal, ramal o servicio; o bien la diferencia en magnitud absoluta del voltaje inicial y el voltaje final.

Voltaje de servicio.-Es el voltaje medido en las terminales de la acometida al servicio o equipo.

Voltaje Nominal.-Es el voltaje de referencia ó voltaje de placa de equipo.

Parámetros a tomar en cuenta para el diseño. Los principales parámetros que rigen el diseño de un alimentador secundario son:

a) Corriente de carga.

Que depende de la capacidad de conducción de corriente de los cables, con la finalidad de asegurar que los conductores trabajen bajo un régimen de carga que no represente peligro para la vida de aislamiento.

b) Caída de voltaje.

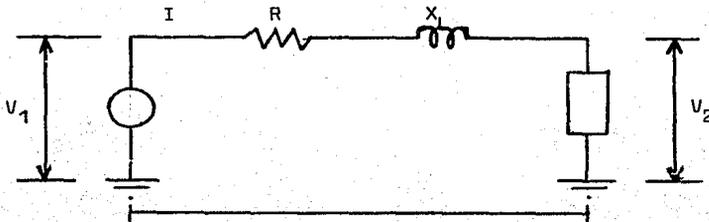
Que requiere efectuar cálculos de caída de voltaje, con el fin de asegurar que cada consumidor reciba el voltaje adecuado para el correcto funcionamiento de sus dispositivos eléctricos.

Principios Teóricos.

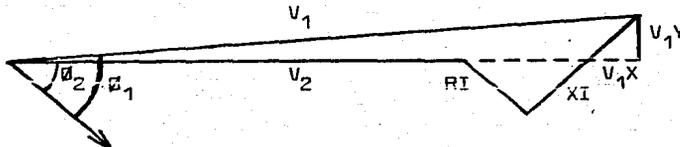
Línea Corta.

El cálculo de la caída de voltaje de alimentadores secundarios, se realizará con las bases teóricas que rigen el cálculo de las líneas cortas. Línea corta es aquella cuya reactancia capacitiva es tan pequeña, que se considera igual a cero.

El circuito equivalente es el siguiente:



Y su diagrama Vectorial:



en donde:

V_1 = Voltaje de fase al principio de la línea.

V_2 = Voltaje de fase al final de la línea.

I = Corriente de fase.

R = Resistencia de la línea en el tramo L en Ω /fase.

X_L = Reactancia de la línea en el tramo L en Ω /fase.

$\cos \phi_1$ = Factor de potencia al principio de la línea.

$\cos \phi_2$ = Factor de potencia al final de la línea.

A continuación se describen los parámetros siguientes :

Resistencia de la línea.

La resistencia por fase es función de la longitud (L) de la línea, el área (A) de la sección transversal del conductor y la resistencia específica (P) del material del conductor o sea:

$$R = P \frac{L}{A}$$

Conocido el valor de la resistencia R_1 de un conductor, a una temperatura t_1 , se puede determinar su resistencia R_2 , a la temperatura t_2 aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{R_1}{t_0 + t_1} = \frac{R_2}{t_0 + t_2}$$

En la que :

$t_0 = 234.5$ para el cobre.

$t_0 = 228.1$ para el aluminio.

Reactancia Inductiva de la Línea.

El cálculo de la reactancia inductiva por fase, puede efectuarse aplicando la siguiente fórmula :

$$XL = 0.00289 f \log_{10} \frac{DMG}{RMG} \quad (\Omega / \text{Km})$$

en donde :

XL = Reactancia inductiva por fase en Ω / Km

f = frecuencia en hertz.

DMG = Distancia media geométrica.

RMG = Radio medio geométrico.

Caída de Voltaje.

De acuerdo con el Diagrama Vectorial se tiene :

$$\begin{aligned} \bar{V}_1 &= \bar{V}_2 + (R + XL) \bar{I} \\ &= \bar{V}_2 + \bar{ZI} \end{aligned}$$

Las ecuaciones anteriores involucran cantidades vectoriales; un método a - proximado que relaciona cantidades escalares, se obtiene del diagrama vectorial antes citado.

$$V_1 - V_2 = I (R \cos \theta_2 + XL \text{ Sen } \theta_2)$$

en donde $I (R \cos \theta_2 + XL \text{ Sen } \theta_2)$ representa la caída por fase de la línea de longitud L ;

y $R \cos \theta_2 + XL \text{ Sen } \theta_2$ la impedancia de la línea.

Puesto que

$$R = rL$$

$$r \cos \theta_2 + XL \text{ Sen } \theta_2$$

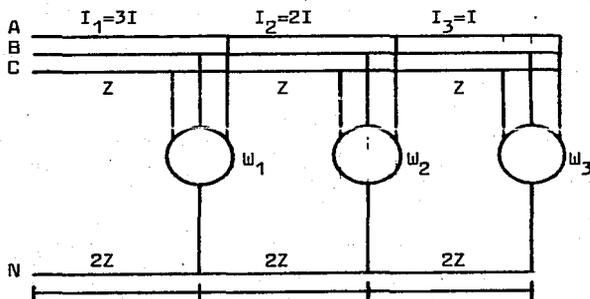
representa la impedancia por unidad de longitud de la línea.

Nota: El valor de la resistencia (R), la reactancia inductiva (XL) y la impedancia unitaria (Z) para los conductores en uso están dados por normas de Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S.A. y Comisión Federal de Electricidad en Normas de Cables Subterráneos según sea el caso.

Recordando, que en nuestro caso tenemos que alimentar cargas trifásicas - distribuidas, a continuación presentamos el cálculo de caída de voltaje - para éstas.

- Cálculo de Caída de Voltaje para Alimentador trifásico de sección constante con cargas uniformemente distribuidas.

La ecuación que permite calcular la caída total de voltaje en el alimentador bajo estas condiciones se determina con ayuda de la siguiente figura:



La caída total del voltaje (Por conductor y por fase) será :

$$e_t = e_1 + e_2 + e_3 + \dots + e_k \quad \text{-----(1)}$$

$$= I_1 L z_k + I_2 L z + I_3 L z + \dots + I_k L z \quad \text{-----(2)}$$

$$= L z \quad I$$

$n = 1$

En donde :

e_t = Caída de voltaje en Volts.

L = Longitud en cada tramo en cientos de metros.

z = Impedancia o caída unitaria del cable en $\frac{\text{Volts}}{\text{Amp.}/100 \text{ mts.}}$

- Por lo tanto, para longitudes en Tramos Diferentes:

$$e_t = z (I_1 L_1 + I_2 L_2 + I_3 L_3 + \dots + I_k L_k) \quad \text{-----(4)}$$

Tomando en cuenta la fórmula anterior, y habiendo seleccionado anteriormente el cable XLP triplex para 600 volts con sus respectivos parámetros

se procedió a realizar el siguiente programa; en el cual se dieron como datos :

La Impedancia Unitaria del cable por cada 100 metros mts.
 La longitud en cada tramo.
 La corriente en cada tramo.
 La Ampacidad del cable.

El Diagrama de Flujo es el siguiente :

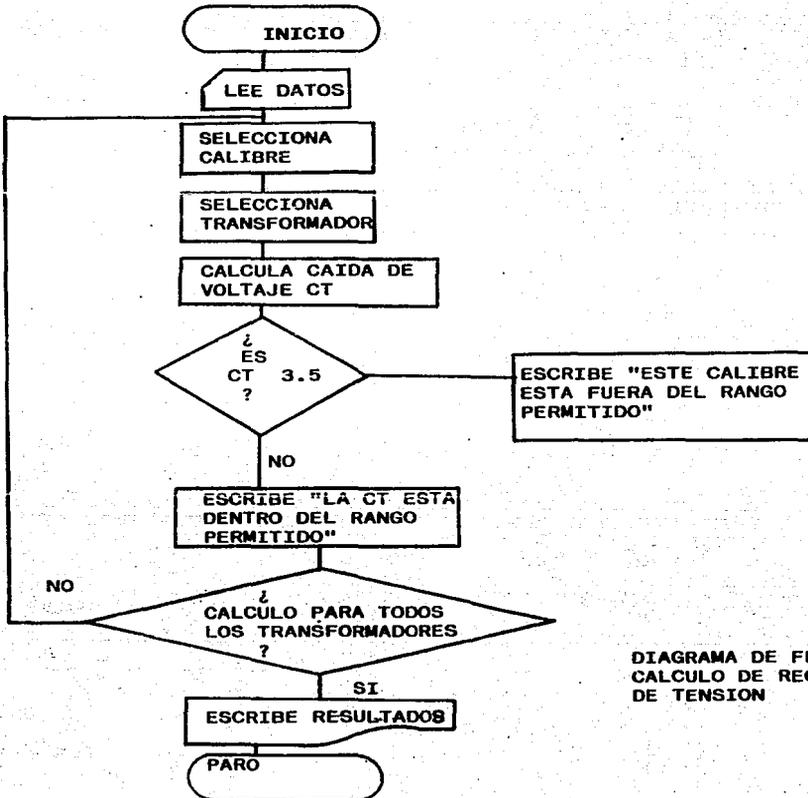


DIAGRAMA DE FLUJO PARA
 CALCULO DE REGULACION
 DE TENSION

"PROGRAMA PARA EL CALCULO DE REGULACION DE TENSION EN
ALIMENTADORES TRIFASICOS DE SECCION CONSTANTE."

```

10: SYSTEM"FORMS L=0 P=0 W=132"
20 CLEAR
30 CLS
40 DIM R(10(,J(10)
50 PRINT:PRINT
60 REM
70 PRINT TAB(22);:PRINT CHR$(26);"CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA"::PRINT CHR$(25)""
80 PRINT:PRINT
90 PRINT "Nº          CALIBRE          CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS.          AMPACIDAD"
100 PRINT "1              4              0.2671              125"
110 PRINT "2              2              0.1713              165"
120 PRINT "3              1/0             0.1108              215"
130 PRINT "4              2/0             0.0895              245"
140 PRINT "5              3/0             0.0727              280"
150 PRINT "6              4/0             0.0592              315"
160 PRINT
170 INPUT "CON QUE CALIBRE QUIERES PROBAR";X
180 PRINT:PRINT
190 ON X GOTO 200,750,800,850,900,950,1010
200 REM Rutina para calcular caida de tension en C/U de los transformadores.
210 LE$= "1              4              0.2671              125"
220 REM CAIDA DE TENSION UNITARIA POR CADA 100 MTS.
230 TU= 0.2671
240 REM CAPACIDAD DE CONDUCCION (AMP)
250 CC= 125
260 READ NT
270 PRINT "CUANTOS TRANSFORMADORES QUIERES",NT
280 PRINT
290 LPRINT TAB (22);:LPRINT "CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA"

```

```

300 LPRINT:LPRINT
310 LPRINT "NR           CALIBRE           CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS.   AMPACIDAD"
320 LPRINT LE$
330 LPRINT:LPRINT
340 LPRINT"TRANSFORMADOR CAPACIDAD(KVA)   CIRCUITO REGULACION(%)"
350 FOR I=1 TO NT
360 ON I GOTO 370,380,380,380,380,380,380,380,370,380
370 TC=75:GOTO 390
380 TC=45
390 PRINT
400 READ RT
410 PRINT "CUANTOS CIRCUITOS TIENE EL TRANSFORMADOR",I,RT
420 PRINT
430 FOR N=1 TO RT
440 PRINT:PRINT
450 READ L
460 PRINT"DAME EL NUMERO DE DISTANCIAS L(I) Y DE CORRIENTES I(I) PARA EL CIRCUITO",N,L
470 AM=0
480 FOR D=1 TO L
490 READ R(D),J(D)
500 PRINT "AHORA DAME LA DISTANCIA";:PRINTD;:PRINT" Y LA CORRIENTE ",D,R(D),J(D)
510 PRINT
520 REM CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION
530 AM=AM +(R(D) J(D))
540 NEXT D
550 CT= TU AM
560 PR= (CT/(220-CT)) 100
570 PRINT "LA CAIDA DE TENSION AL FINAL DEL CIRCUITO ES :",CT
580 PRINT:PRINT "EL PORCENTAJE DE REGULACION AL FINAL DEL CIRCUITO ES :",PR
590 PRINT
600 IF PR-3.5 THEN PRINT"ESTE CALIBRE ESTA FUERA DEL PORCENTAJE DE REGULACION PERMITI
DO":GOTO 70
610 PRINT "LA CAIDA DE TENSION SE ENCUENTRA DENTRO DEL RANGO PERMITIDO"
620 IF J(1) CC THEN GOTO 70

```

```

630 PRINT "LA CORRIENTE SE ENCUENTRA DENTRO DE LA CAPACIDAD"
640 LPRINT I,TC,N,PR
650 NEXT N
660 NEXT I
670 PRINT:PRINT
680 H= H+I
690 GOTO 20
700 END
710 DATA 10,3,3, .23,52.97, .08,26, .05,13,4, .15,53.94, .07,39.97, .16,26, .15,13,3, .34,
    39.97, .22,26, .29,13
720 DATA 2,3, .05,40.94, .51,13.97, .12, .97,4, .08,52.97, .12,39.97, .19,26, .14,13
730 DATA 2,4, .03,52.97, .15,39.97, .11,26.97, .14,13.97,3, .05,40.94, .16,26.97, .17,13,
    2,3, .08,53.94, .11,26.97, .18,13,3, .06,39, .14,26, .20,13,2,4, .29,52.97, .15,-
    39.97, .12,26, .15,13,3, .1,40.94, .25,26, .35,13,2,3, .17,39.97, .06,26.97, .18,
    13,3, .1,52.97, .11,26, .2,13,2,3
740 DATA .09,52.97, .18,26.97, .28,13,2, .12,39.97, .31,13,2,3, .07,52.97, .06,26, .2,13,
    3, .08,40.94, .25,26.97, .11,13.97,3,3, .05,53.94, .19,26.97, .39,13,3, .58,39
    97, .1,26.97, .12,13.97,4, .09,53.94, .15,26.97, .35,13.97, .24,13,1,1, .1,103.63
750 REM CALIBRE 2
760 TU = 0.1713
770 CC= 165
780 LE$="2"           2           0.1713           165"
790 GOTO 260
800 REM CALIBRE 3
810 TU = 0.1108
820 LE$="3"           1/0           0.1108           215"
830 CC = 215
840 GOTO 260
850 REM CALIBRE 4
860 TU = 0.0895
870 CC = 245
880 LE$="4"           2/0           0.0895           245"
890 GOTO 260
900 REM CALIBRE 5
910 TU = 0.0727
920 CC = 280
930 LE$="5"           3/0           0.0727           280"

```

940 GOTO 260

950 REM CALIBRE 6

960 TU = 0.0592

970 CC = 315

980 LE\$="6

4/0

0.0592

315"

990 GOTO 260

1000 GOTO

1010 END

RESULTADOS

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

NR	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100MTS.	AMPACIDAD
1	4	0.2671	125

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION(%)
1	75	1	1.84397
1	75	2	2.10731
1	75	3	2.88288
2	45	1	1.14052
2	45	2	1.95502
3	45	1	1.54189
3	45	2	1.05169
4	45	1	1.18199
4	45	2	1.05266
5	45	1	3.31481
5	45	2	1.87306
6	45	1	1.32279
6	45	2	1.32328
7	45	1	1.63646
7	45	2	1.08321
8	45	1	.964447
8	45	2	1.42277
9	75	1	1.59001
9	75	2	3.46135
9	75	3	2.09601
10	45	1	1.27419

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

NO	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS.	AMPACIDAD
2	2	0.1713	165

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION
1	75	1	1.17483
1	75	2	1.34135
1	75	3	1.82996
2	45	1	.728474
2	45	2	1.24509
3	45	1	.983426
3	45	2	.671948
4	45	1	.754852
4	45	2	.672563
5	45	1	2.10092
5	45	2	1.19324
6	45	1	.844345
6	45	2	.844654
7	45	1	1.04339
7	45	2	.692012
8	45	1	.616400
8	45	2	.907835
9	75	1	1.01394
9	75	2	2.19266
9	75	3	1.33421
10	45	1	.813465

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

NO	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS.	AMPACIDAD
3	1/0	0.1108	215

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION
1	75	1	.756762
1	75	2	.86352
1	75	3	1.17605
2	45	1	.469981
2	45	2	.801821
3	45	1	.633896
3	45	2	.433599
4	45	1	.486954
4	45	2	.433996
5	45	1	1.34890
5	45	2	.768569
6	45	1	.544514
6	45	2	.544713
7	45	1	.672409
7	45	2	.446515
8	45	1	.397833
8	45	2	.585328
9	75	1	.653496
9	75	2	1.40735
9	75	3	.858944
10	45	1	.524657

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

NR	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS	AMPACIDAD
4	2/0	0.0895	245

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION
1	75	1	.610395
1	75	2	.696362
1	75	3	.947828
2	45	1	.37929
2	45	2	.646684
3	45	1	.511414
3	45	2	.349953
4	45	1	.392975
4	45	2	.350273
5	45	1	1.08677
5	45	2	.619905
6	45	1	.439378
6	45	2	.439538
7	45	1	.542445
7	45	2	.360368
8	45	1	.321108
8	45	2	.472274
9	75	1	.527206
9	75	2	1.13374
9	75	3	.692678
10	45	1	.423371

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

Nº	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100MTS	AMPACIDAD
5	3/0	0.0727	280

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION
1	75	1	.495251
1	75	2	.56491
1	75	3	.768544
2	45	1	.307874
2	45	2	.524658
3	45	1	.415018
3	45	2	.284077
4	45	1	.318974
4	45	2	.284336
5	45	1	.880979
5	45	2	.502957
6	45	1	.356608
6	45	2	.356738
7	45	1	.440175
7	45	2	.292526
8	45	1	.260676
8	45	2	.383284
9	75	1	.427821
9	75	2	.918969
9	75	3	.561925
10	45	1	.343627

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

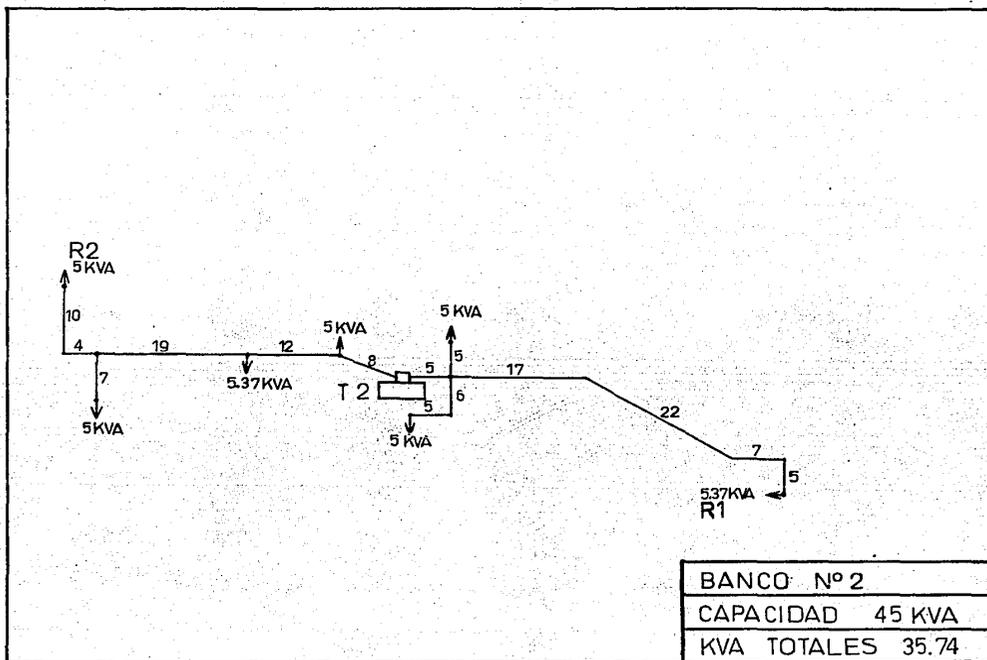
Nº	CALIBRE	CAIDA DE VOLTAJE/100 MTS.	AMPACIDAD
6	4/0	0.0592	315

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	REGULACION
1	75	1	.402915
1	75	2	.459527
1	75	3	.624938
2	45	1	.250562
2	45	2	.426816
3	45	1	.337691
3	45	2	.231203
4	45	1	.259589
4	45	2	.231414
5	45	1	.716215
5	45	2	.409179
6	45	1	.290196
6	45	2	.290301
7	45	1	.358144
7	45	2	.238076
8	45	1	.212167
8	45	2	.311888
9	75	1	.348101
9	75	2	.747046
9	75	3	.457102
10	45	1	.279639

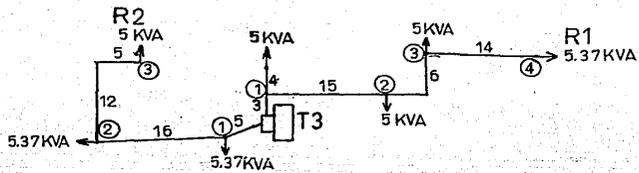
Por lo tanto, después de ver las Tablas de Resultados para los diferentes calibres del Cable XLP Triplex Cadena Cruzada y atendiendo a Las Normas- de Cía. de Luz y Fuerza del Centro que permiten 3.5 % de Regulación Máxi ma elaboramos la siguiente Tabla en la cual se muestran los Calibres e- legidos en cada Rama de los Transformadores y su correspondiente Regula- ción de Voltaje :

TABLA DE SELECCION DE CALIBRE DEL CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA

TRANSFORMADOR	CAPACIDAD(KVA)	CIRCUITO	CALIBRE	REGULACION
1	75	1	4	1.84397
1	75	2	4	2.10371
1	75	3	4	2.88288
2	45	1	4	1.14052
2	45	2	4	1.95502
3	45	1	4	1.54189
3	45	2	4	1.05169
4	45	1	4	1.18199
4	45	2	4	1.05266
5	45	1	2	2.10092
5	45	2	4	1.87306
6	45	1	4	1.32279
6	45	2	4	1.32328
7	45	1	4	1.63646
7	45	2	4	1.08231
8	45	1	4	.964447
8	45	2	4	1.42277
9	75	1	4	1.59001
9	75	2	2	2.19266
9	75	3	4	2.09601
10	45	1	4	1.27419

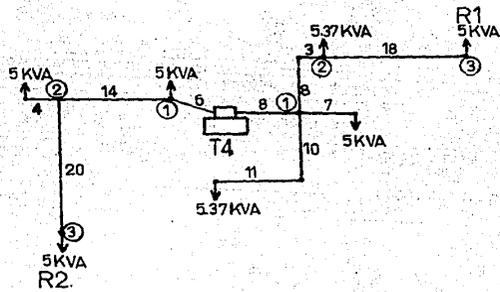


BANCO Nº 2	
CAPACIDAD	45 KVA
KVA TOTALES 35.74	



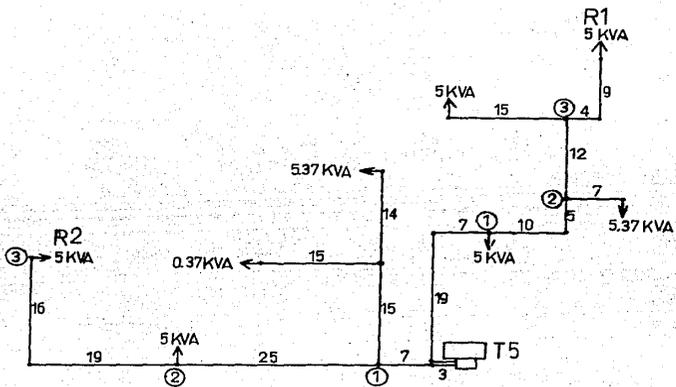
Acots. en mts.

BANCO	Nº 3
CAPACIDAD	45 KVA
KVA TOTALES	36.11



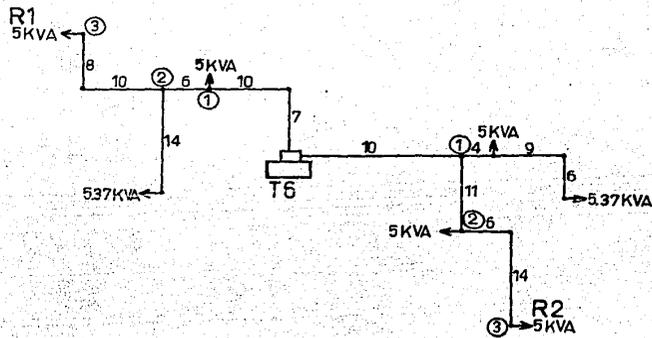
Acots. en mts.

BANCO N° 4
CAPACIDAD 45 KVA
KVA TOTALES 35.74



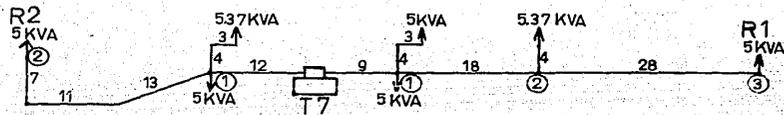
Acots. en mts.

BANCO	Nº 5
CAPACIDAD	45 KVA
KVA TOTALES	36.11



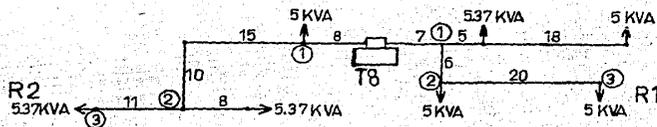
BANCO N° 6
CAPACIDAD 45 KVA
KVA TOTALES 35.74

Acotaciones en metros.



Acots. en mts.

BANCO	Nº 7
CAPACIDAD	45 KVA
KVA TOTALES	35.74

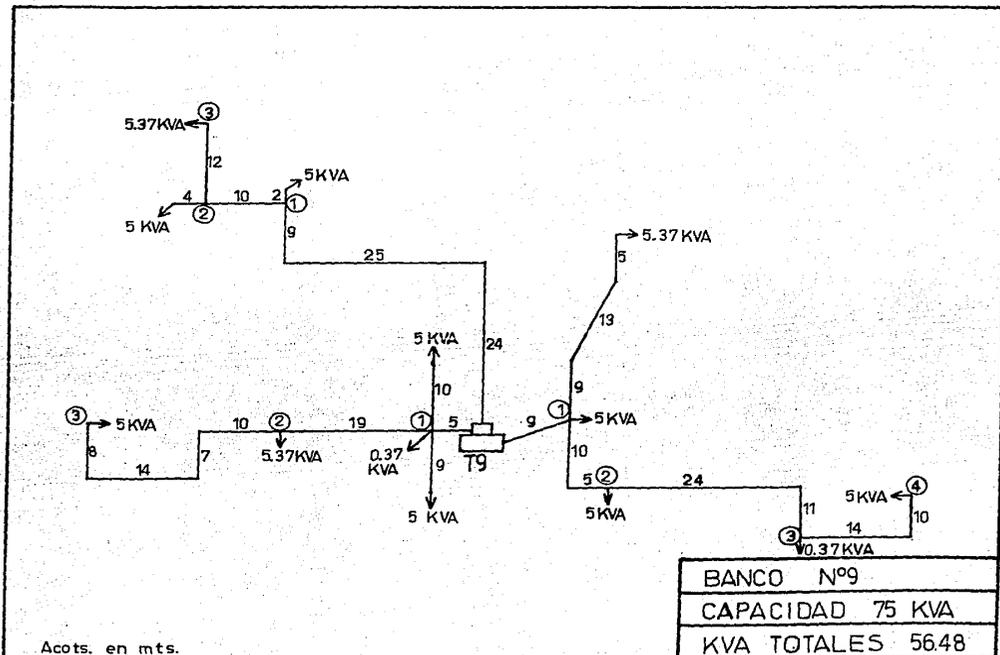


Acots en mts.

BANCO N° 8

CAPACIDAD 45 KVA

KVA TOTALES 36.11



f).- CANALIZACIONES.

En éste tipo de distribución residencial subterránea, las canalizaciones --- más usuales son :

- Conductores en Ductos.
- Conductores enterrados directamente.

Conductores en ductos subterráneos.

Este tipo de canalización se emplea cuando en la trayectoria no se conside-- conveniente el abrir zanjas que permitan cambiar los cables con facili-- dad como el caso de que se pase por abajo de edificios, caminos, etc.

Los conductores se encuentran en contacto directo con el aire contenido en el ducto y este es el que sirve para disipar el calor generado en los ca - bles y transmitirlo al material del ducto y éste a su vez al sub suelo.

Normalmente las trayectorias deben ser lo más rectas posibles, debido a que usualmente la distancia máxima entre registros no debe ser mayor de 30 mts.

Materiales.

Para reducir la fricción de los cables durante la instalación, debe procura-- se que la superficie interior de los ductos esté lo más tersa posible.

La unión de ductos se debe efectuar de tal forma que no se formen escalones entre tramo y tramo, y que los materiales de unión no penetren el interior - ya que al solidificarse forman protuberancias. Los ductos normalmente se u - nen mediante un cilindro de mayor diámetro el cuál se sella con mezcla po - bre. Siendo más utilizables los ductos de plástico (PVC) y los de asbesto cemen - to.

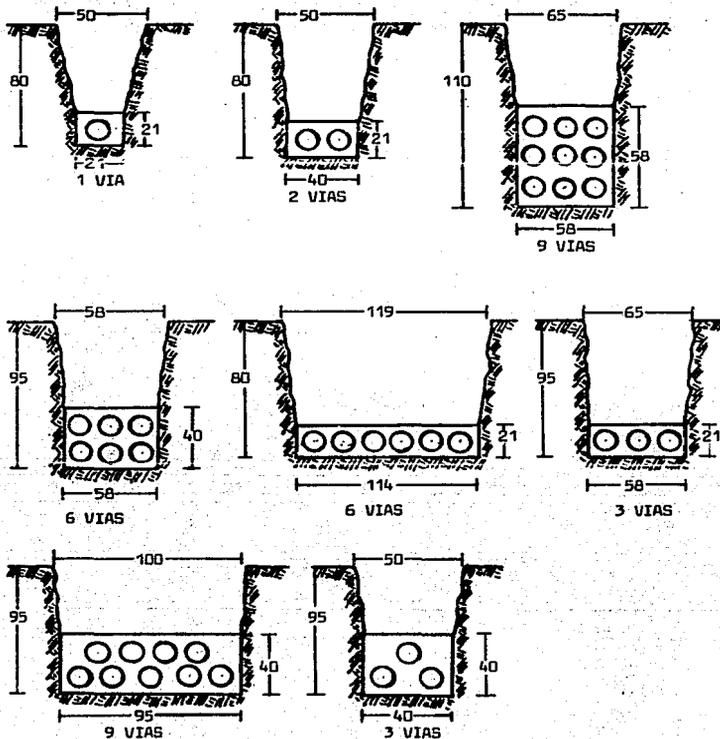
Se recomienda usar ductos de asbesto cemento con un diámetro interior no menor de 10 cm., para facilidad de cableado; así como también el uso de una cu - bierta exterior de 8 cm. de espesor mínimo.

Puede hacerse uso de los ductos rígidos hechos de material plástico cuando -- las tensiones sean menores de 600 V., evitando cambios de sección por aplas - tamientos. Estos ductos deben ser protegidos con una capa de concreto de --- 5 cm. de espesor en toda su periferia.

Disposición de ductos y conductores.

Deben evitarse curvas de los ductos entre un registro y otro, ya que éstos - se utilizan para cambiar trayectoria o en puntos de confluencia , cuando no se pueda evitar hay que procurar que la curvatura sea mínima (12 veces el - diámetro del ducto), pues a menor radio de curvatura es mayor la resisten - cia al jalón del cable durante su instalación.

Figura 6.2.- DISPOSICIONES DE DUCTOS Y DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCION EN DUCTOS DE ASBESTO CEMENTO .



El cual es un factor decremental de las ampacidades de los conductores (considerándose las mismas que para cables en tuberías) y que depende de la posición de un ducto con respecto a otro y otros.

Cualquier cable debe quedar colocado a una profundidad de 75 cm. como mínimo. Para cables de energía con tensiones mayores de 10 KV., la profundidad mínima deberá ser de 1 m.

Se debe colocar una losa de concreto armado o protección similar encima de los ductos cuando estén colocados abajo de calles con tránsito pesado y exista la posibilidad de hundimientos.

Si los ductos se cruzan con alguna fuente de calor, se colocará entre ellos una barrera térmica.

Es conveniente dejar ductos vacíos para futuras ampliaciones, como mínimo un ducto extra. El problema de la reactancia no es considerado debido a que la distancia entre registro y registro es relativamente corta.

En trayectorias largas existe el problema de la reactancia, luego, con el fin de aprovechar el material del cable al máximo, en un ducto de varias vías se debe escoger la colocación de las fases, de tal modo que dé el máximo equilibrio de las reactancias mutuas de los cables, debido a que la caída resulta ser igual a la resistencia más la reactancia.

Diámetro máximo de conductores en un ducto.

Para un solo cable instalado en ducto, es aceptable una diferencia de diámetros mínima de 20 mm.

El diámetro mínimo para un ducto con varios cables pretorcidos debe ser de 20 mm. mayor que el diámetro del círculo que en él queden inscritos. Esto dependerá principalmente del jalón necesario para instalar los conductores. Siendo conveniente ductos más holgados en el caso de existir curvas o fricciones.

No deben instalarse nunca, varios cables ni pretorcer en un ducto con diámetro inferior a la suma de los diámetros de los conductores más 20 mm.

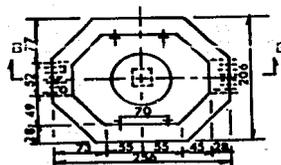
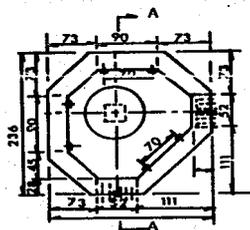
Registros.

Un registro nos ofrece la posibilidad de acceso a la instalación, por ello debe satisfacer las siguientes condiciones: dimensiones y ubicación adecuadas.

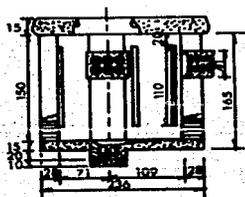
Las dimensiones adecuadas resultan ser una función de la maniobra del cableado, ya que dependen del número de conductores a instalar, el calibre de los mismos, así como la distancia de separación entre registros.

Dado que un registro es un lugar donde tiene que entrar gente para cablear o efectuar algún servicio, resulta entonces necesario definir dimensiones estrictas ya que dependerán de lo que se vaya a hacer.

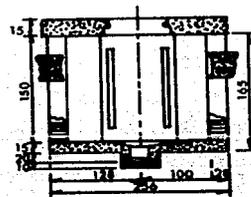
FIGURA 6.3 DIMENSIONES USUALES DE REGISTROS



acotaciones en cm.



SECCION A-A



SECCION B-B

ACOTACIONES EN CMS.

Las dimensiones y tipos de registros (Cia. de Luz y Fuerza del Centro, S.A) se muestran en la figura 6.3

Puede haber dimensiones variadas en la altura interior y de dimensiones horizontales (mínimas) de 1.5 m y 1 m respectivamente.

Cuando en el registro tenga lugar un empalme, la dimensión será adecuada y además deberá tener cable suficiente para soportar el empalme en sus apoyos.

Al salir de los ductos los cables deben tener tramos rectos mayores de 15 cm antes de comenzar cualquier curva.

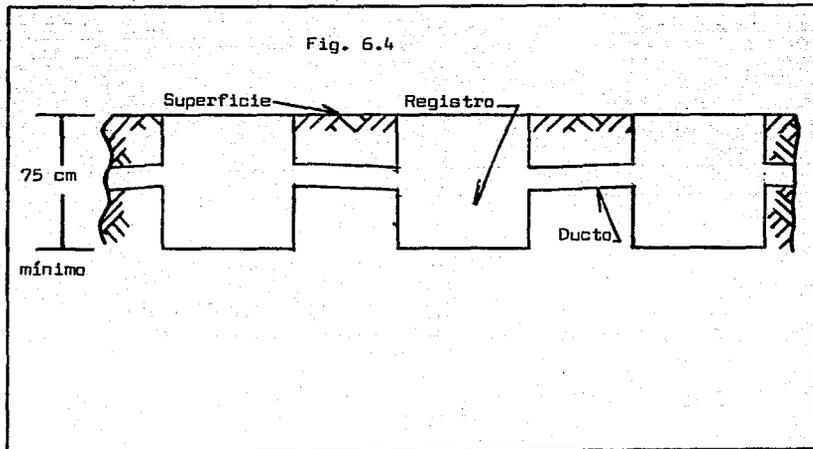
Las tapas y los pozos deben tener la suficiente resistencia para soportar, con amplio margen de seguridad, las cargas que se impongan.

La ubicación adecuada de un registro implica tener en cuenta su accesibilidad para efectuar la instalación y para dar servicio a mantenimiento.

Los pozos deben ser ventilados antes de cualquier intervención humana. Debiéndose procurar que tengan una ventilación natural todos los ductos, siendo necesario fijar rejillas desmontables a las entradas de los ductos para evitar la introducción de roedores. Además, las entradas de ductos a edificios deben quedar selladas para evitar la entrada de gases a ellos.

Los ductos deben construirse con una pendiente mínima de 0.5 % para facilitar el drenaje. En grandes longitudes se adoptará la disposición indicada en la siguiente figura 6.4:

DISPOSICION DE LA PENDIENTE EN DUCTOS.



Los registros deben presentar facilidades para drenar el agua que en ellos se acumule, normalmente por medio de sumideros en su parte inferior.

Los ductos que lleguen o salgan de un registro, deben tener sus bocas embocilladas, cuidando no tener perfiles ni aristas afiladas que dañen a los cables durante su contracción o expansión.

Enfrente de las bocas de los ductos, en la pared opuesta del pozo se colocarán anclas que faciliten un mejor jalado de los cables durante su instalación.

- Conductores.

Debe procurarse que los cables en el interior queden apoyados en ménsulas con apoyos de porcelana o material equivalente, para que en la expansión o contracción los conductores se puedan mover libremente.

Los cables de baja tensión ocuparán las partes superiores y los de alta - las inferiores.

Como protección de algunos cables, se pueden forrar con cintas no combustibles. No deben estropearse los conductores al bajar a un pozo, o al dejarlos al descubierto abajo de una boca.

Se debe procurar dejar curvas que absorban las contracciones y dilataciones, así como el formar reserva de cable para casos necesarios en los pozos que así lo ameriten.

En cables con cubiertas metálicas o pantallas sobre aislamiento, éstas deben conectarse sólidamente a tierra en varios puntos o en uno como mínimo.

Cuando la conexión se haga en un sólo punto, como en el caso de conductores monofásicos, el voltaje inducido a tierra no excederá en 12 volts. en condiciones normales de trabajo.

Las varillas de tierra deben instalarse de preferencia en los registros, - clavadas a una profundidad tal, que se obtenga una resistencia mayor que - 10Ω y menor que 25 ohms.

Los cables con armaduras metálicas, cuya principal aplicación es para ser enterrado directamente, no deberán instalarse en el interior de los ductos.

Cuando exista el riesgo de que los líquidos inunden los ductos, se recomienda el uso de cubiertas protectoras, preferentemente plásticas, compatibles con el líquido correspondiente.

Es conveniente identificar en forma permanente, con placas u otro sistema, a los cables en el interior de pozos, registros y en las salidas.

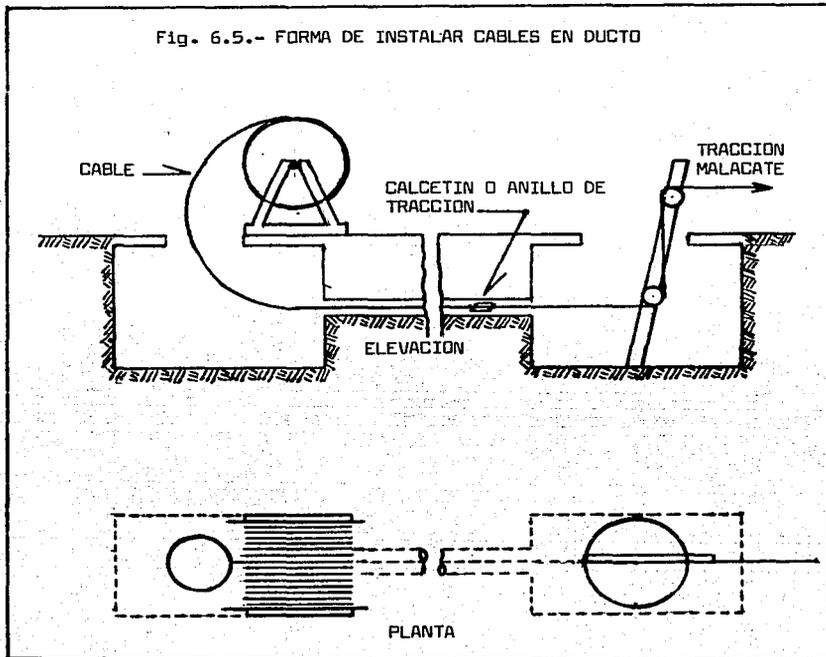
- Cableado

La principal característica es que sea bien planeada la instalación, lo que implica contar con :

- Guía del conductor al entrar. - Lo que se logra mediante una persona que permita una posición axial de los conductores, o bien utilizando poleas.

- Soportes intermedios.- Para jalar y soportar adecuadamente el cable en cada registro.
- Esfuerzo de tracción axial.- Para jalar el cable, el cual deberá prove-
nir siempre directamente del carrete de empaque,debiendo ser siempre el
jalón suave y continuo, sin brusquedad.

En la siguiente figura (6.5) se ilustra el cableado, mostrándose la posi-
ción correcta del carrete, el cable dentro del ducto y el elemento tractor.
El anillo de tracción o comunmente llamado calcetín, es un dispositivo muy
útil empleado para jalar los conductores y que consiste de una red de alam-
bre de acero, que al estirarse provoca esfuerzos que aprietan firmemente a
los cables, rematada en una especie de ojo.



Antes de efectuar la maniobra de cableado, es conveniente barrer los duc-
tos para evitar materias extrañas.

- Conductores enterrados directamente.

Este tipo de canalización se usará cuando la ruta se localice en lugares abiertos, jardines, etc., en donde no sea inconveniente la apertura de zanjas. Este sistema consiste únicamente en hacer una cepa y enterrar los cables directamente.

Este tipo de canalización sólo será aplicable para cables con armaduras metálicas.

Los conductores se encuentran en contacto directo con el subsuelo y la tierra circundante le sirve para disipar el calor generado en el conductor.

Este sistema de canalización se usa en: distribución residencial (fraccionamientos, como nuestro caso), en alta y baja tensión, y muy poco en alumbrado público debido a sus limitaciones.

- Separación y profundidad de los conductores.

En caso necesario pueden instalarse cables de alta tensión, de baja y de comunicación en la misma zanja, colocados en el orden siguiente: los de alta tensión en la parte más profunda, como mínimo a 1 m; a 60 cm de profundidad los de baja y a 40 cm los de comunicación, como lo muestra el ejemplo de la fig. 6.6

Nunca deben instalarse cables a menos de 40 cm de profundidad.

Si la zanja contiene únicamente cables de alta tensión de más de 600 volts, se harán las disposiciones mostradas en la fig. 6.7.

Avisos y Protecciones.

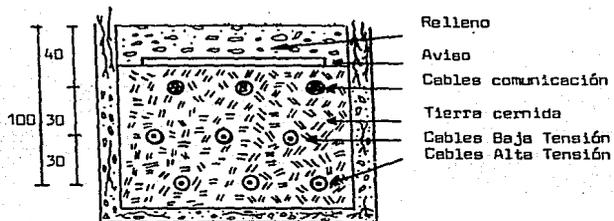
Los avisos y protecciones deben colocarse a unos 20 cm arriba de la carga superior de cables, para evitar que en excavaciones posteriores se puedan dañar personas y los conductores. La colocación de los avisos se debe hacer a lo largo de la trayectoria de la canalización. Generalmente están constituidos por:

- Una hilera de ladrillos de barro, colocados uno a continuación del otro.
- Losas de concreto, de cualquier color, de unos 60 cm de longitud para que cuando se asiente el terreno no se formen vacíos abajo de ellas.
- Cinta plástica con letreros de precaución, de preferencia en colores llamativos.
- Cualquier dispositivo que indique la existencia de cables eléctricos abajo del lugar indicado.

Conductores.

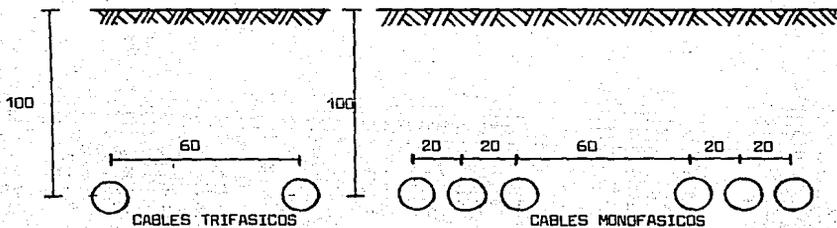
Sus cubiertas deben ser las adecuadas para que los cables se conserven bien en el subsuelo. Una protección mecánica generalmente está formada por flejes metálicos colocados en espiral con protección anticorrosiva

Fig. 6.6.- CABLES ENTERRADOS DIRECTAMENTE



Anotaciones en cm.

Fig. 6.7.- CABLES DE ALTA TENSION ENTERRADOS DIRECTAMENTE



Anotaciones en cm.

En el interior.

En cables monofásicos los flejes deben ser de material no magnético.

Si el subsuelo es altamente corrosivo, es conveniente usar cubiertas plásticas de preferencia de polietileno negro resistente a la abrasión.

Cuando un cable atraviesa una calle con tránsito, es conveniente que el cruce se haga en un ducto, retirando cualquier cubierta exterior del cable que pueda adherirse a las paredes del ducto.

Si el cable cruza por fuentes emisoras de calor será necesario colocar una barrera térmica entre ellos.

Al instalar el cable se deberá entregar directamente del carrete del empaque que lo contiene a la zanja donde se enterrará, cayendo por gravedad y sin tensión alguna, sobre una cama de arena cernida de 10 cm. como mínimo de espesor, procurando evitar arrastrarlo sobre el terreno para no dañar las cubiertas exteriores, y cubriéndolo con otra capa de 10 cm de espesor mínimo; el resto de la excavación se rellena con el material extraído quitándole las piedras y desechos de la construcción. Cuando se tengan empalmes, estos deberán ser elaborados perfectamente siguiendo las indicaciones y recomendaciones del fabricante de éstos accesorios, debiéndose tener muy bien localizados ya que son puntos débiles de la instalación.

Las armaduras, cubiertas metálicas y pantallas de los conductores deberán estar sólidamente conectadas entre sí y a tierra por lo menos en un punto, de preferencia en varios. Si la conexión se hace en un solo punto como generalmente sucede con cables monofásicos con cubiertas plásticas exteriores, el voltaje inducido en éstas cubiertas contra tierra no deberá, en condiciones normales de trabajo, exceder de 12 volts.

Conclusiones.-

Habiéndose seleccionado el cable XLP cadena cruzada para 600 volts para la distribución secundaria y tomando en cuenta tanto las normas que rigen donde se encuentra ubicado nuestro fraccionamiento (C. F. E.) y los temas anteriormente desarrollados, se llega a los siguientes requisitos que tendrá la instalación del cable:

Los circuitos secundarios se harán con cable directamente enterrado.

Identificación.-

Los cables deberán llevar en toda su longitud una identificación permanente inscrita en la superficie, con el nombre del fabricante, voltaje, clase de aislamiento XLP, calibre, año de fabricación y siglas de C.F.E. Esta identificación deberá repetirse a lo largo del cable a intervalos regulares. En el cable triplex una de las fases llevará una ceja en la superficie del aislamiento a todo lo largo del cable.

Profundidad de instalación.-

Los conductores secundarios se localizarán a lo largo de la banqueta y a una profundidad de 60 cm. Cuando se alojen conductores primarios y secunda

rios, ambos se instalarán, a una profundidad de 1 m como se muestra en la figura 6.8

Accesorios.

Para conectar circuitos secundarios y acometidas se usarán conectores múltiples, tipo peine de 4, 6 y 8 terminales, según se requiera; con aislamiento etileno propileno, 600 volts y deberán aceptar conexiones desde el calibre No. 4 AWG, hasta el 300 KCM, en conductores de aluminio. En los puntos de conexión deberá utilizarse mangas termocontractiles, y ajustables para las terminales no empleadas; a fin de evitar la entrada a la humedad.

Empalmes secundarios.

Debido a la longitud tan corta entre transformador y registro, y entre registro y registro no se admitirán empalmes en el circuito secundario.

Registros.

Los registros secundarios se empleará lo especificado en el (anexo 1) 9.12. Se localizarán en la banqueta a la altura de la colindancia de los lotes y su cantidad dependerá de las dimensiones del lote. (anexo 2) 9.13. Ningún registro se instalará para el transformador, sino que éste únicamente te irá montado sobre su base de concreto.

Ductos.

Los ductos serán de asbesto cemento 100 mm (4") ahogados en concreto de acuerdo a especificaciones (anexo 3) 9.10, únicamente se utilizarán en los cruces de las calles, campos deportivos y jardines.

6.2).- Red de distribución de mediana tensión (13.2 kV).

Para efectuar la interconexión de todos los transformadores de la red secundaria, se requiere diseñar una red de distribución primaria que cumpla con las siguientes características :

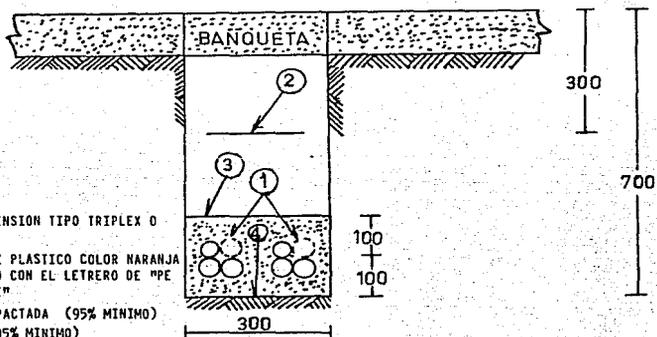
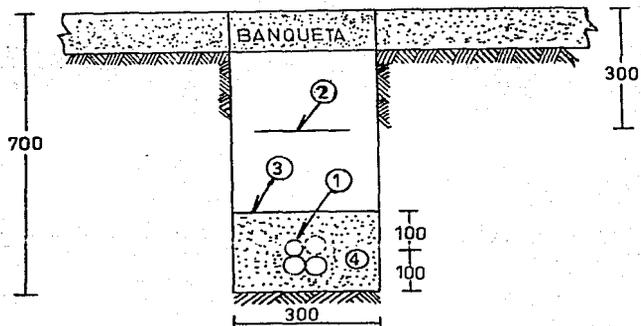
- Seguridad.
- Reparación rápida de fallas.
- Rápida localización de las fallas.
- Aislamiento manual ó automático de las fallas.
- Restauración manual ó automática para los consumidores no afectados.
- Accesibilidad al equipo y facilidad de reparación.
- Una buena regulación de voltaje.

a).- Estructuras.

En base a sus aspectos constitutivos las redes de distribución pueden ser clasificadas como sigue :

- Estructura Radial.
- Estructura en Mallas.
- Estructura en Anillos.
- Estructura en Doble Derivación.
- Estructura en Derivación Múltiple.

FIG. 6.8 TRINCHERA PARA CIRCUITOS 3F Y 1F EN BAJA TENSION



- 1.- CABLE PARA BAJA TENSION TIPO TRIPLEX O CUADRUPLIX.
- 2.- CINTA MARCADORA DE PLASTICO COLOR NARANJA DE 250 mm DE ANCHO CON EL LETRERO DE "PE LIGRO ALTO VOLTAJE"
- 3.- CAMA DE ARENA COMPACTADA (95% MINIMO)
- 4.- PISO COMPACTADO (95% MINIMO)

- Estructura Radial.

Esta se constituye con cables troncales que salen en forma "radiante" de la subestación fuente y con cables transversales que ligan a los troncales. La sección de cable que se utiliza debe ser uniforme, es decir, la misma para los troncales que para los ramales.

Este tipo de estructura es recomendable en zonas extendidas, con altas densidades de carga (15 a 20 MVA/Km²) y fuertes tensiones de crecimiento.

- Estructura en Mallas.

En esta estructura las subestaciones de distribución están repartidas en seccionamiento constituyendo junto con el cable, anillos de igual sección.

- Estructura en Anillos.

Este tipo de esquema se constituye a base de bucles de igual sección, derivados de las subestaciones fuente directamente. Las subestaciones de distribución quedan alimentadas exclusivamente en seccionamientos.

La aplicación de esta estructura es recomendable en zonas con densidades de carga de 5 a 15 MVA/Km² y particularmente para conjuntos habitacionales en zonas suburbanas y en ciudades que no cuentan con las subestaciones fuente, ubicadas dentro de la zona de concentración de demanda.

- Estructura en Doble Derivación.

En esta estructura la disposición de los cables se hace por pares siendo las secciones uniformes para los cables troncales y menores para las derivaciones a las subestaciones y servicios, los cuales quedan alimentados en derivación.

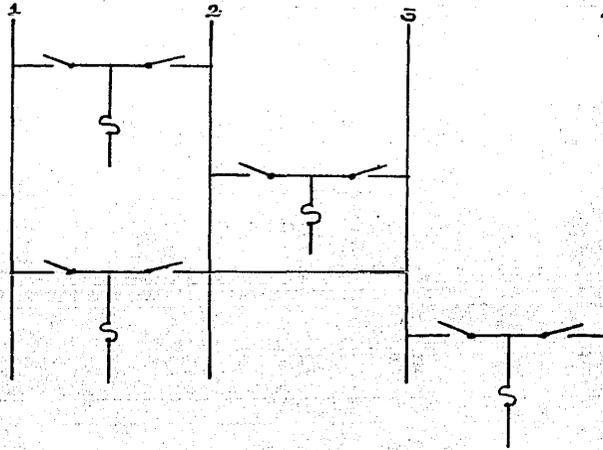
Esta estructura es conveniente en zonas concentradas de carga y con densidades de carga del orden de 5 a 15 MVA/Km². Aplicandose en zonas industriales ó comerciales en las que se tiene necesidad de dobles alimentaciones para asegurar una elevada continuidad y presentan características de carga y geometría bastantes concentradas.

- Estructura en Derivación Múltiple.

En este tipo de estructura los cables que la forman contribuyen simultáneamente en la alimentación de la carga.

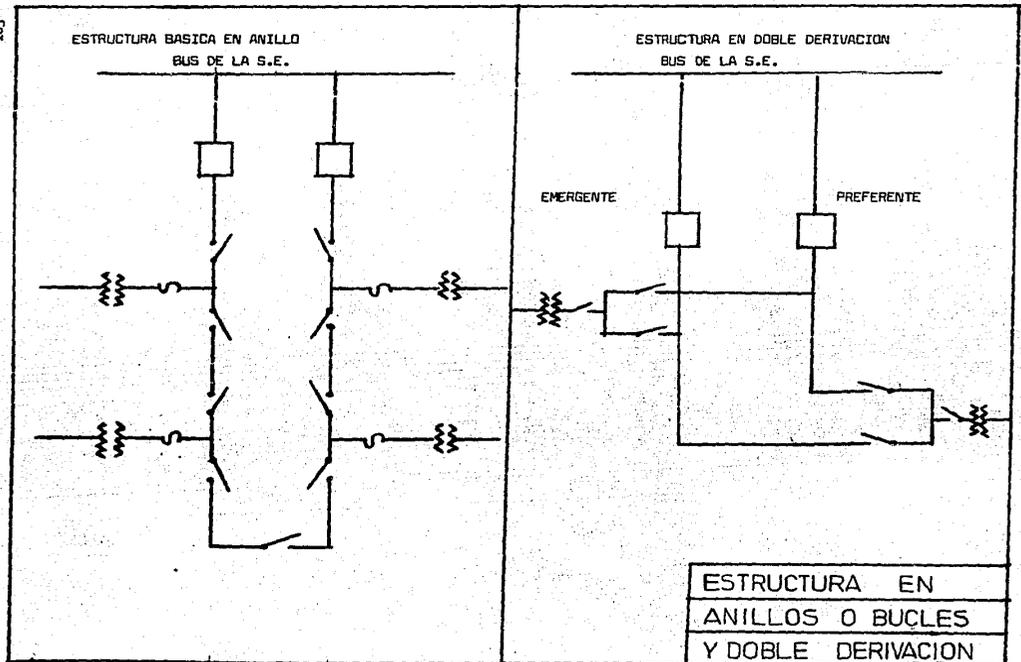
Se aplica en zonas de urbanismo moderno con alta densidad mayor a 30 MVA/Km², en las que se requiere una elevada continuidad del servicio, ya que este tipo de red es susceptible de contar con un procedimiento de cambio de alimentación automático.

Al exponer estas estructuras básicas es posible imaginar una gran variedad de estructuras, pudiendo pensar en algunos casos en la utilización de estructuras combinadas, las cuales dependerán de las características de operación, confiabilidad y economía requeridas por cada proyecto en particular.

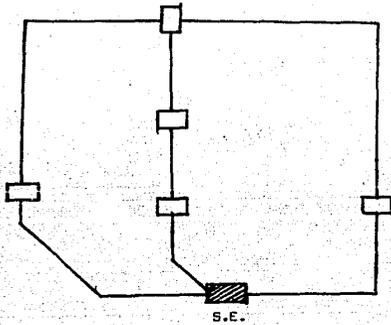


ESQUEMA BASICO DE UNA ESTRUCTURA CON DERIVACION MULTIPLE

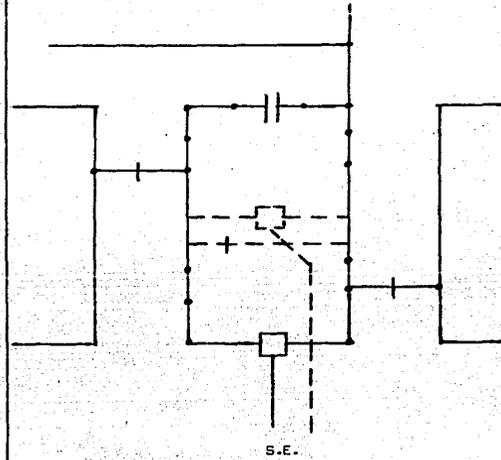
ESTRUCTURA
EN DERIVACION
MULTIPLE



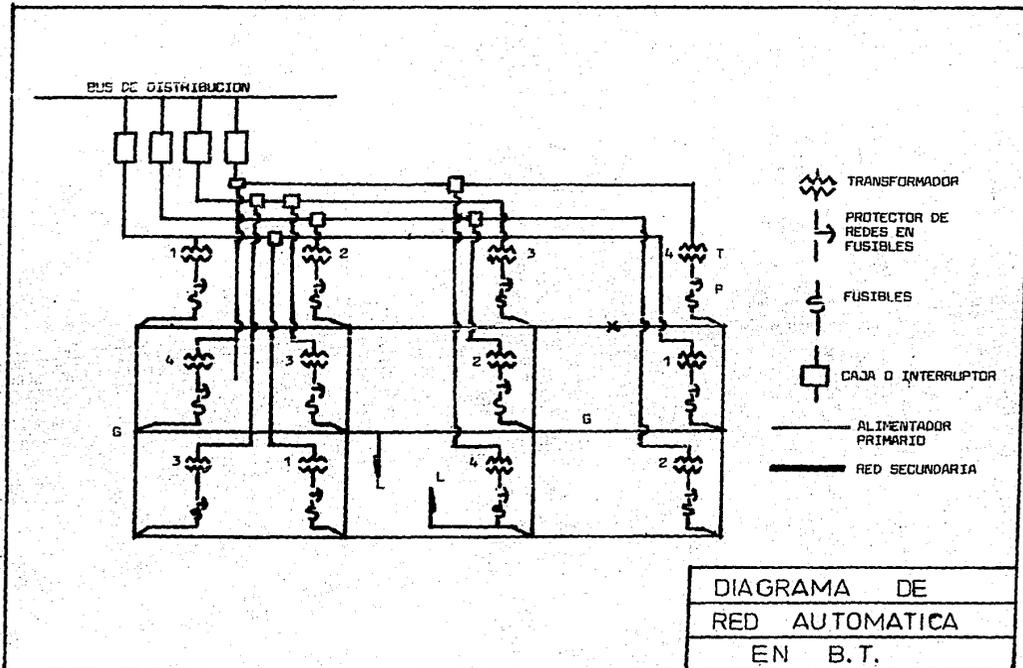
ESTRUCTURA RADIAL

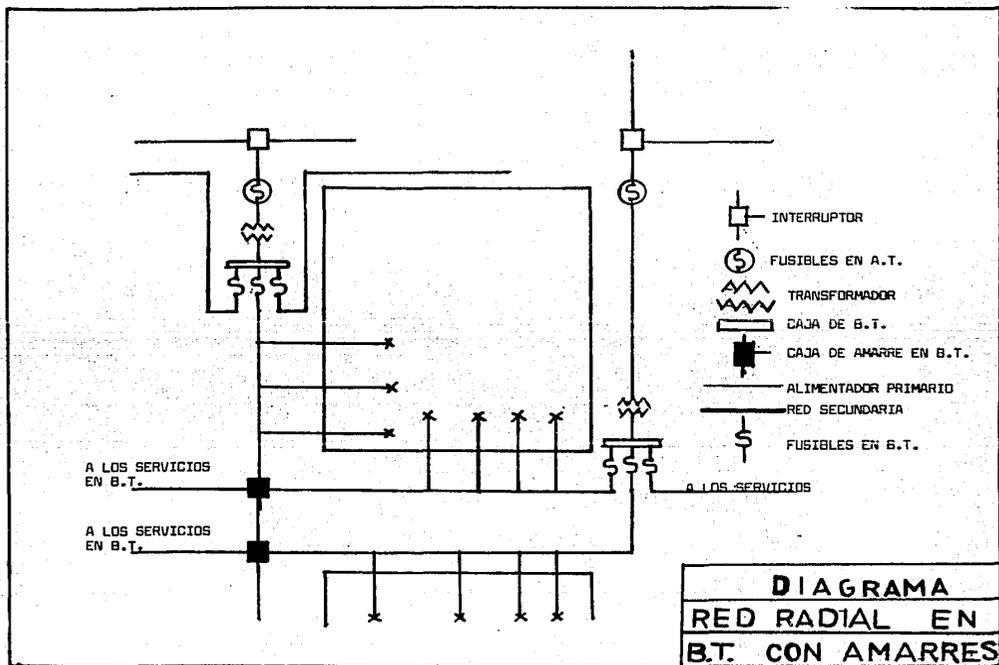


ESQUEMA BASICO DE LA ESTRUCTURA EN MALLAS



ESTRUCTURA
RADIAL Y
EN MALLAS





Considerando lo anterior se seleccionó una red de distribución de estructura en anillos.

Este sistema consiste en un alimentador que sale de la subestación y llega a la zona por alimentar, donde es seccionado partiendo cada ramal a un centro de carga, de éste para llegar a otro y así sucesivamente hasta alimentar todos los centros de carga, cerrándose el anillo en otro punto de seccionamiento donde el anillo es reforzado por otro alimentador. Este anillo es reforzado por otro alimentador. Este anillo trabaja normalmente abierto en su punto central.

Los transformadores tienen dispositivos desconectores a cada lado del transformador y la protección por medio de fusibles del mismo. Al principio de los alimentadores troncales hay interruptores que protegen toda línea y en caso de falla operan éstos.

b).- Selección de Cable.

Para la selección del cable de la red de distribución de mediana tensión se tomó en cuenta los estudios hechos por C.F.E. los cuales determinan usar para este tipo de zonas en que la humedad predomina, el cable DR3 con aislamiento EP unipolar con neutro de cobre 100% de sección aplicado helicoidalmente, con nivel de aislamiento al 100 % aluminio puro, calibres normalizados. El calibre mínimo recomendado es 1/0 AWG.

La tensión nominal de trabajo para este cable es de 13.2 kV.

Este conductor es preferido en mediana tensión porque tiene mayor flexibilidad, lo cual hace más fácil su instalación. Otras ventajas que ofrece, es el de ser resistente a la humedad y en pruebas de tensión y vida se ha observado que no se han presentado rupturas en terminales no adecuadamente ejecutadas.

Consta de aislamiento etileno-propileno (EP) que ofrece inmejorables propiedades, como son: Estabilidad térmica, resistencia al efecto corona y una gran resistencia a las arborescencias.

El neutro es concéntrico a base de hilos de cobre suave estañado, aplicado en forma helicoidal sobre la cubierta, que a la vez hace función de blindaje electrostático.

La temperatura máxima continua a que debe operar es de 90°C.

c).- Canalizaciones.

Los circuitos alimentadores se instalarán directamente enterrados, sobre una cama de arena de 100 mm de espesor y cubierto también de 100 mm del mismo material, con excepción de los cruces de calles y de los circuitos radiales en donde se utilizarán ductos.

La trayectoria de los circuitos será a lo largo de las aceras y únicamente se tendrá un solo circuito de alta tensión por trinchera.

Trinchera.

Las trincheras en banquetas y cruce de calles y la disposición de los conductores en alta y baja tensión se hará de acuerdo al Anexo No.4.

Registros.

Los registros primarios serán de concreto de acuerdo con las especificaciones adjuntas del Anexo No. 5 .

Ductos .

Los ductos serán de asbesto-cemento 100 mm (4") ahogados en concreto de acuerdo a especificaciones Anexo 6.

Únicamente se utilizarán en los cruces de las calles, campos deportivos y jardines.

Pueden hacerse combinaciones mixtas para Alta y Baja Tensión.

CAPITULO VII

C O N C L U S I O N E S

El Proyecto "Red de Distribución con Cable Subterráneo del Fraccionamiento Jardines de Xalapa" se desarrolló considerando el tipo de clima en el cual se encuentra ubicado, su situación geográfica y su altitud sobre el nivel del mar.

En el Proyecto Real fué diseñada en forma incorrecta la Red de Distribución lo cual obligó a usarse el material que ya se había adquirido, adaptándose conforme a Normas de C.F.E. y obtener así un mejor aprovechamiento y una eficiente funcionalidad en la Red.

Los resultados obtenidos en el Proyecto Real son:

CARGA INSTALADA

Por Depto. = 1200 Watts

Por Edificio = 12 Kw

Por Total de Edificios = 852 Kw

Por Alumbrado Público = 6.75 Kw

Por Sistema de Bombeo = 33.57 Kw

Carga Total Instalada = 892.32 Kw

Para el Estudio de la Demanda Máxima Coincidente; por cada Departamento se tomó la cantidad de 1.25 Kw especificada por C.F.E. y afectando por sus factores de Demanda y Coincidencia a la Carga de Alumbrado Público y Sistema de Bombeo se obtuvo la siguiente Demanda Máxima Coincidente Total:

DMCT = DMC Edificios + DMC Alumbrado Público + DMC Sistema de Bombeo

DMCT = 1044,117 kVA + 7.94 kVA + 31.6 kVA

DMCT = 1083.66 kVA

Por consiguiente, se obtuvo para la Distribución:

- 11 Transformadores de 112.5 KVA que alimentan a 5 ó 6 Edificios cada uno.
- 2 Transformadores de 75 KVA que alimentan a 4 Edificios cada uno.
- 1 Transformador de 75 KVA para el Sistema de Bombeo.

Basándose en un factor de Utilización del 80% .

Los transformadores utilizados son Tipo Poste .

Los conductores seleccionados para Baja Tensión son de Aluminio con Aislamiento de Polietileno de Cadena Cruzada XLP retardante a la flama de los siguientes calibres:

CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA		
Calibre	Caída de voltaje/100 m.	Ampacidad
1/0	0.1108	215
2/0	0.0895	245
4/0	0.0592	315

Para la Mediana Tensión se seleccionó el Cable de Aluminio con Refuerzo de Acero (A.C.S.R.) calibre 266.8 kCM.

La Red en Baja Tensión es Subterránea Radial sin Amarres y
 La Red en Mediana Tensión es Aérea de configuración Radial.

Los Resultados obtenidos al Optimizar el Proyecto son los siguientes:

Carga Total Instalada = 892.32 KW

A un $\text{fp} = .85$ tenemos :

Carga Total Instalada = 1049.79 kVA

Para el Cálculo de la Demanda Máxima Coincidente se obtuvo considerando la cantidad de 0.5 KVA ó 0.425 KW por Departamento, que es recomendada por - Normas de Cía. de Luz y Fuerza del Centro, por lo tanto:

DMCT = DMC Edificios + DMC Alumbrado Público + DMC Sistema de Bombeo

DMCT = 355 kVA + 7.94 kVA + 31.6 kVA

DMCT = 394.54 kVA

Por consiguiente, se seleccionó para la Distribución:

- 7 Transformadores de 45 kVA que alimentan a 7 Edificios cada uno.
- 2 Transformadores de 75 kVA que alimentan a 11 Edificios cada uno.
- 1 Transformador de 45 kVA que alimenta al Sistema de Bombeo.

Los Transformadores seleccionados son del Tipo Pedestal.

Los Conductores Seleccionados para Baja Tensión son similares a los del Proyecto Real pero de los siguientes Calibres:

Calibre	CABLE XLP TRIPLEX CADENA CRUZADA	
	Caída de voltaje/100 m ²	Ampacidad
4	0.2671	125
2	0.1713	165

Para la Mediana Tensión se seleccionó el Cable DRS (Distribución Residencial Subterránea).

La Red de Baja Tensión es Radial sin Amarres y

La Red de Mediana Tensión es de Estructura en Anillos.

En Conclusión, consideramos que se logró la Optimización del Proyecto debido a lo siguiente:

La Diferencia de las Demandas Máximas Coincidentes por Departamento:

	<u>DMC Depto.</u>
Proyecto Real	1.47 KVA
Proyecto Optimizado	0.50 KVA

Lo cual nos da una diferencia en la Carga Total por Alimentar:

	<u>DMC Edificios</u>
Proyecto Real	1044.117 KVA
Proyecto Optimizado	335.000 KVA
Ahorro	689.117 KVA

Este ahorro de casi 700 KVA en la Carga por alimentar, nos acarrea por consiguiente una Reducción en el Número y Capacidad de los transformadores.

La Reducción en el Calibre del Cable XLP Cadena Cruzada en la Red de Distribución de Baja Tensión es debido a lo anterior y a la elaboración de Programas para calcular el Centro de Carga y Regulación de Voltaje.

En el caso de las Configuraciones de las Redes de Distribución tanto en la Baja como Mediana Tensión se logró una Total Optimización ya que se tuvo la libertad de Planeación, y contando además que la Alimentación del Fraccionamiento se hace mediante 2 Alimentadores que parten de la misma Subestación, como se indicó en los Planos correspondientes.

B I B L I O G R A F I A

"Manual de Diseño de Redes Subterráneas"

M.I. Roberto Espinosa y Lara

Gerencia de Distribución y Transmisión.

Depto. de Proyectos y Normas de Distribución.

-Guía de Diseño de Redes de Distribución del Tipo Anillo Abierto para Fraccionamientos y Conjuntos Habitacionales.

-Procedimiento General para el Cálculo por Caída de Voltaje de Alimentadores Secundarios Trifásicos.

-Instructivo para el Diseño de Circuitos Trifásicos de Baja Tensión para Redes Subterráneas en Conjuntos Habitacionales.

"Normas Generales de Proyectos y Construcción de Redes y Líneas de Distribución de Fraccionamientos Residenciales y Colonias Populares."

Gerencia General de Operación.

C.F.E. División de Distribución Oriente.

"Actualización sobre Temas Selectos de Distribución".

División de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería.

M.I. Roberto Espinosa y Lara.

"Selección Económica de Redes de Distribución para Fraccionamientos".

M.I. Roberto Espinosa, y Lara.

Gerencia de Distribución y Transmisión.

Depto. de Proyectos y Normas de Distribución.

"Factores de Demanda en Grupos de Servicios de un mismo Giro Comercial".

M.I. Roberto Espinosa y Lara.

"Programa para el Cálculo de Caída de Tensión en cada uno de los Transformadores y Selección de Cable".

"Programa para Cálculo del Centro de Carga".

Asesoría del Ing. Jesús Monroy Rmz.

P L A N O S

Plano 1.- Red de Distribución en Mediana Tensión. Proyecto Real.

Plano 2.- Red de Distribución en Baja Tensión. Proyecto Real.

Plano 3.- Red de Distribución en Baja Tensión. Proyecto Optimizado.

Plano 4.- Red de Distribución en Mediana Tensión. Proyecto Optimizado.

T A B L A S

TABLA S-1 .- Características del Aislamiento y Aplicación de Conductores.

TABLA BT-1.- Cable XLP Cadena Cruzada.-Secundario Trifásico.-

TABLA MT-2.- Cable de Aluminio con Refuerzo de Acero.

T A B L A S

A N E X O S

P L A N O S

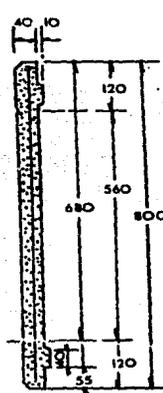
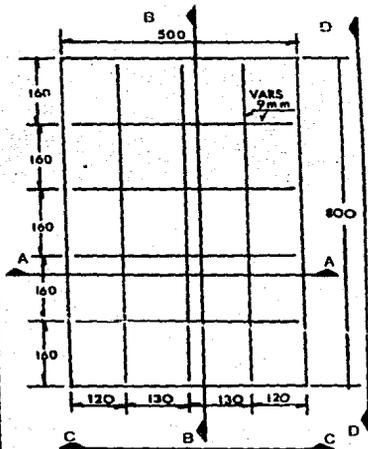
T A B L A B T - 1

CABLE XLP CADENA CRUZADA - SECUNDARIO TRIFASICO -													
Cal. del Cond. AWG ó MCM	Cap. en Ampe.	Resistencia a 50°C X 100m (R)	Reactancia a 60 ciclos - ohms X 100 mts	CAIDA DE VOLTAJE UNITARIO Caída de Volt por amper X 100m 3F					CONSTANTE DE PERDIDAS				
				FACTOR DE POTENCIA					FACTOR DE POTENCIA				
				90	85	80	75	70	90	85	80	75	70
4	125	0.1747	0.0108	0.2806	0.2671	0.2533	0.2393	0.2252	1.8692	1.9620	2.0685	2.1892	2.3266
2	165	0.1100	0.0102	0.1792	0.1713	0.1631	0.1546	0.1460	1.8410	1.9260	2.0231	2.1335	2.2587
1/0	215	0.0691	0.0099	0.1152	0.1108	0.1060	0.1011	0.0960	1.7990	1.8707	1.9540	2.0491	2.1574
2/0	245	0.0548	0.0097	0.0927	0.0895	0.0860	0.0823	0.0814	1.7725	1.8362	1.9113	1.9975	2.0958
3/0	280	0.0435	0.0094	0.0749	0.0727	0.0701	0.0673	0.0644	1.7405	1.7950	1.8606	1.9367	2.0239
4/0	315	0.0345	0.0093	0.0607	0.0592	0.0574	0.0554	0.0532	1.7031	1.7470	1.8022	1.8373	1.9424
250	345	0.0292	0.0092	0.0525	0.0515	0.0501	0.0486	0.0469	1.6630	1.7004	1.7460	1.8011	1.8653
300	378	0.0244	0.0091	0.0449	0.0442	0.0433	0.0422	0.0409	1.6281	1.6527	1.6889	1.7345	1.7885
350	415	0.0209	0.0090	0.0399	0.0390	0.0383	0.0375	0.0365	1.5911	1.6059	1.6347	1.6717	1.7167

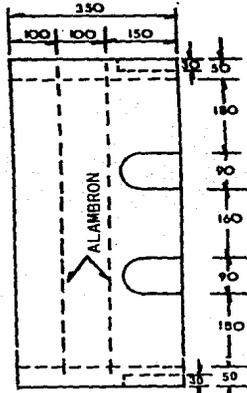
T A B L A M T - 2

CABLE DE ALUMINIO CON REFUERZO DE ACERO										(A.C.S.R)				
Cal. del Cond. AWG	Cap. en Ampe.	Resist a 35°C Ohms X 100 m. (R)	Reactan cia a 60 ci- clos X 100 m. (X)	CAIDA DE VOLTAJE UNITARIO Caída de volt-amper por 100m 3F					CONSTANTE DE PERDIDAS					
				FACTOR DE POTENCIA					FACTOR DE POTENCIA					
				100	90	80	70	60	100	90	80	70	60	
8	55	0.362	0.031	0.627	0.604	0.556	0.504	0.448	1.73	1.8	1.9	2.1	2.4	
6	85	0.226	0.048	0.391	0.346	0.363	0.334	0.302	1.73	1.7	1.8	2.0	2.2	
4	120	0.147	0.049	0.255	0.266	0.255	0.239	0.222	1.73	1.6	1.7	1.8	2.0	
2	165	0.091	0.030	0.157	0.180	0.178	0.172	0.164	1.73	1.5	1.5	1.5	1.6	
1/0	225	0.057	0.049	0.099	0.127	0.131	0.130	0.128	1.73	1.3	1.3	1.3	1.3	
2/0	260	0.043	0.048	0.079	0.108	0.114	0.115	0.115	1.73	1.2	1.2	1.1	1.1	
3/0	305	0.036	0.047	0.062	0.092	0.099	0.102	0.103	1.73	1.1	1.0	1.0	1.0	
4/0	355	0.028	0.045	0.049	0.096	0.096	0.090	0.092	1.73	1.1	1.0	0.9	0.9	
266.8	410	0.022	0.037	0.038	0.070	0.070	0.073	0.075	1.73	1.0	0.9	0.6	0.6	

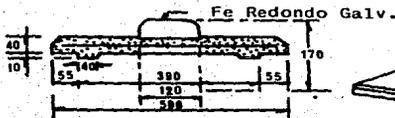
REGISTRO PARA SECUNDARIOS Y ACOMETIDAS DISTRIBUCION SUBTERRANEA



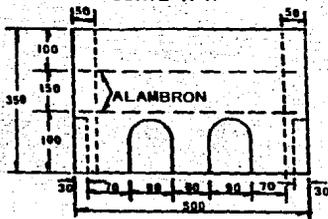
CORTE B-B



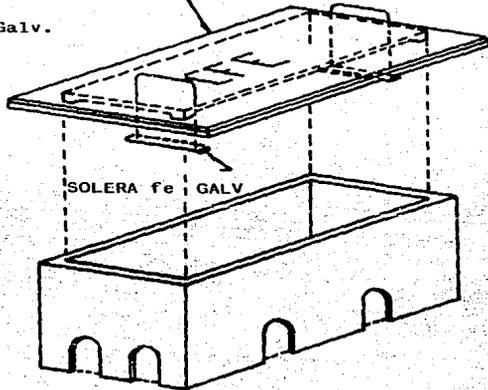
ELEVACION D-D
acabado de cemento pulido



CORTE A-A



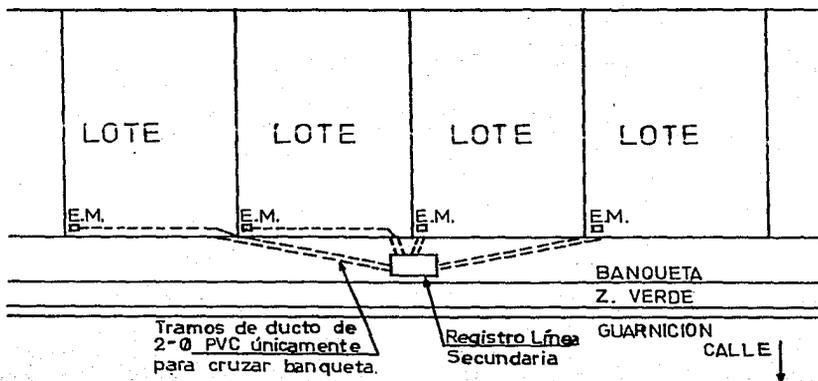
ELEVACION C-C



ACOTACIONES EN MM

ANEXO 2

LOCALIZACION DE REGISTROS SECUNDARIOS

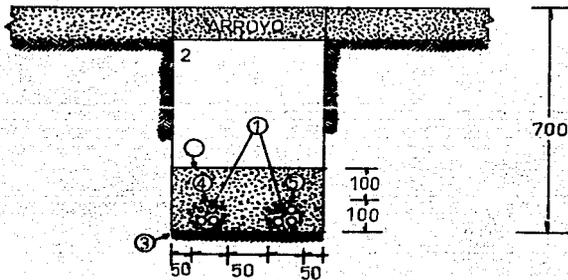
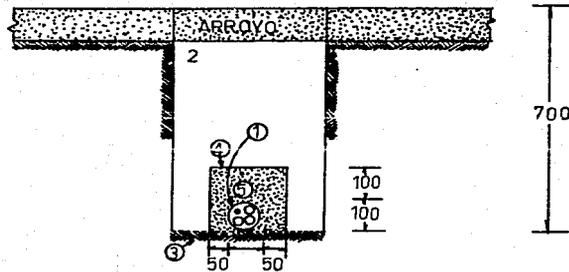


NOTAS:

- 1.- EL CONDUCTOR PARA ACOMETIDAS DEBERA SER TRIPLEX DE ALUMINIO CON AISLAMIENTO, XLP, 600 VOLTS. (2+1) CALIBRE No.4 MINIMO.
- 2.- DENTRO DEL TERRENO DE LOS LOTES SE DEBE CONTINUAR CONDUIT DE PVC, TIPO PESADO, HASTA EL EQUIPO DE MEDICION.
- 3.- LA PROFUNDIDAD MINIMA DE ENTERRADO DEBERA SER DE 500 mm
- 4.- LAS ACOMETIDAS SEGUIRAN LA MENOR TRAYECTORIA DESDE EL REGISTRO O TRANSFORMADOR HASTA EL MEDIDOR, SIN CRUZAR NINGUN OTRO LOTE QUE EL QUE SE ESTE ALIMENTANDO.

ANEXO 3

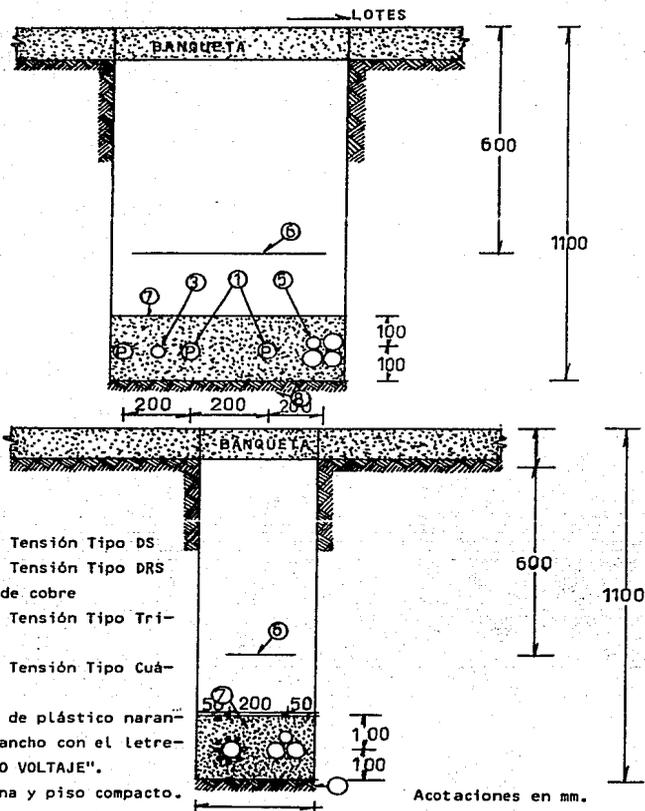
CRUCE DE CALLES PARA CIRCUITOS 3F Y 1F EN BAJA TENSION



- 1.- CABLE PARA BAJA TENSION TIPO TRIPLEX O CUADRUPLIX
- 2.- RELLENO DE MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO)
- 3.- PISO COMPACTADO (95% MINIMO)
- 4.- CONCRETO $f_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$ AGREGADO MAXIMO 19.1 mm (3/4")
- 5.- DUCTO DE ASBESTO CEMENTO DE 10 ó 5 cm DE DIAMETRO

TRINCHERA PARA CIRCUITOS 3F Y 1F EN ALTA
Y BAJA TENSION

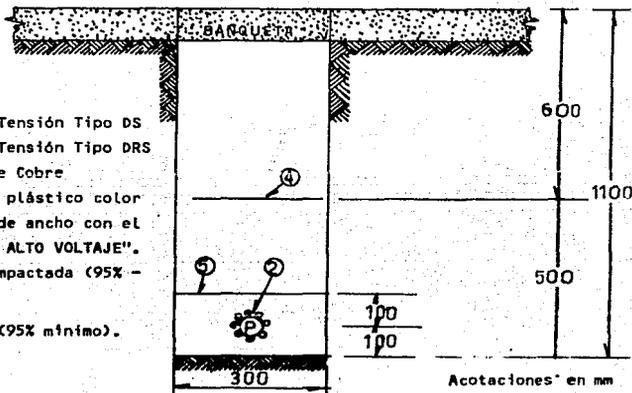
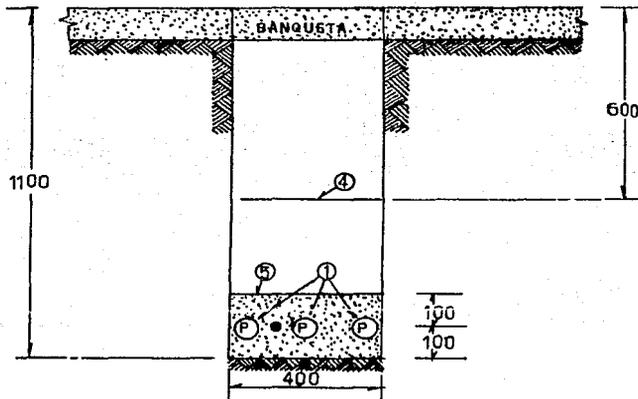
Anexo 4



- 1.-Cable para Alta Tensión Tipo DS
- 2.-Cable para Alta Tensión Tipo DRS
- 3.-Neutro desnudo de cobre
- 4.-Cable para Baja Tensión Tipo Triplex.
- 5.-Cable para Baja Tensión Tipo Cuádruplex.
- 6.-Cinta marcadora de plástico naranja de 250mm de ancho con el letrero "PELIGRO ALTO VOLTAJE".
- 7 y 8.-Cama de arena y piso compacto.

TRINCHERA PARA CIRCUITOS 3F Y 1F EN
ALTA TENSION

Anexo 4

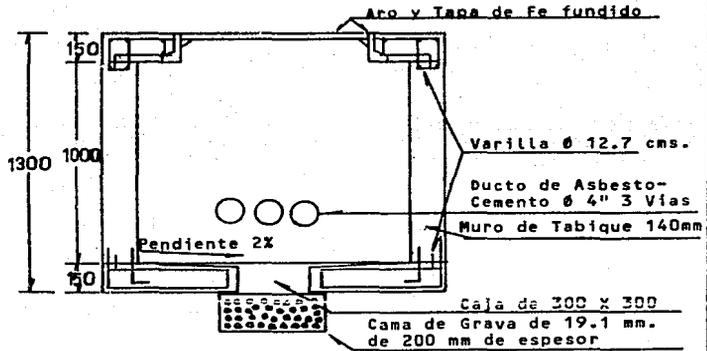


- 1.-Cable para Alta Tensión Tipo DS
- 2.-Cable para Alta Tensión Tipo DRS
- 3.-Neutro desnudo de Cobre
- 4.-Cinta marcada de plástico color naranjado 250mm de ancho con el Letrero "PELIGRO ALTO VOLTAJE".
- 5.-Cama de Arena Compactada (95% - mínimo).
- 6.-Piso Compactado (95% mínimo).

Acotaciones en mm

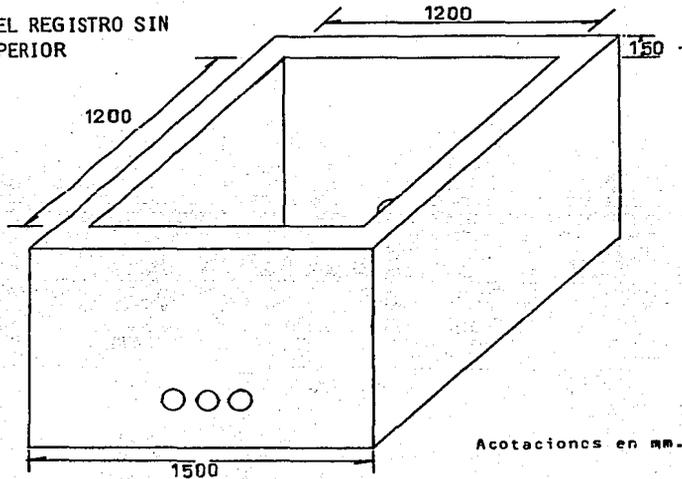
REGISTRO PARA CIRCUITOS PRIMARIOS

Anexo 5



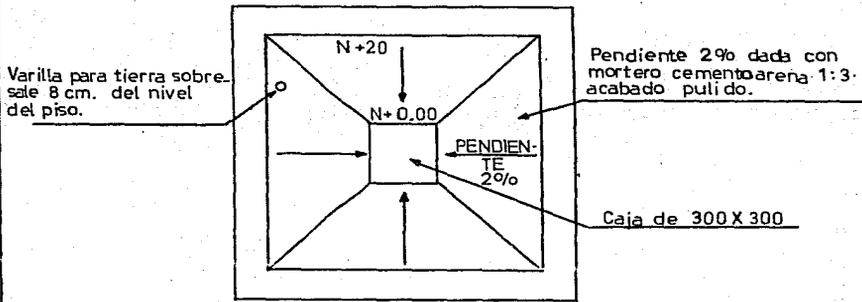
CORTE LATERAL

VISTA DEL REGISTRO SIN
LOSA SUPERIOR

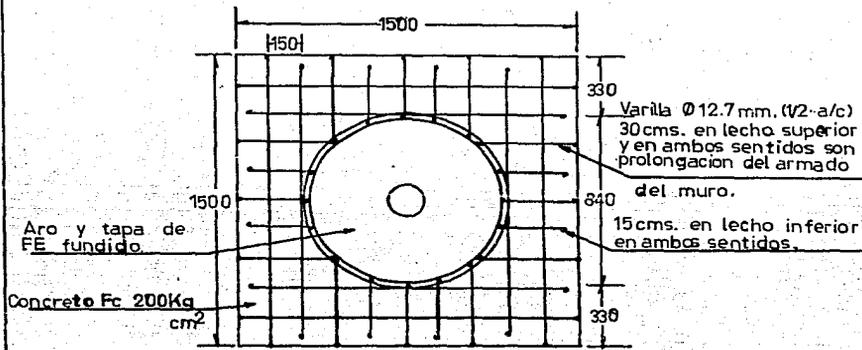


ANEXO 5

REGISTRO PARA CIRCUITOS PRIMARIOS



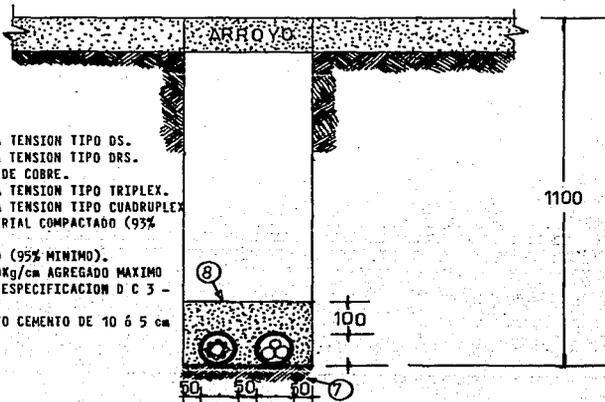
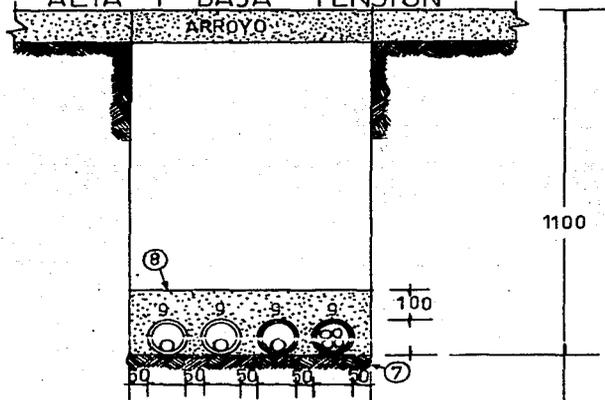
DETALLES EN LOSA DE PISO



DETALLES EN LOSA SUPERIOR

Acots. en mm.

ANEXO 6
 CRUCE DE CALLES PARA CIRCUITOS 1F Y 3F EN
 ALTA Y BAJA TENSION

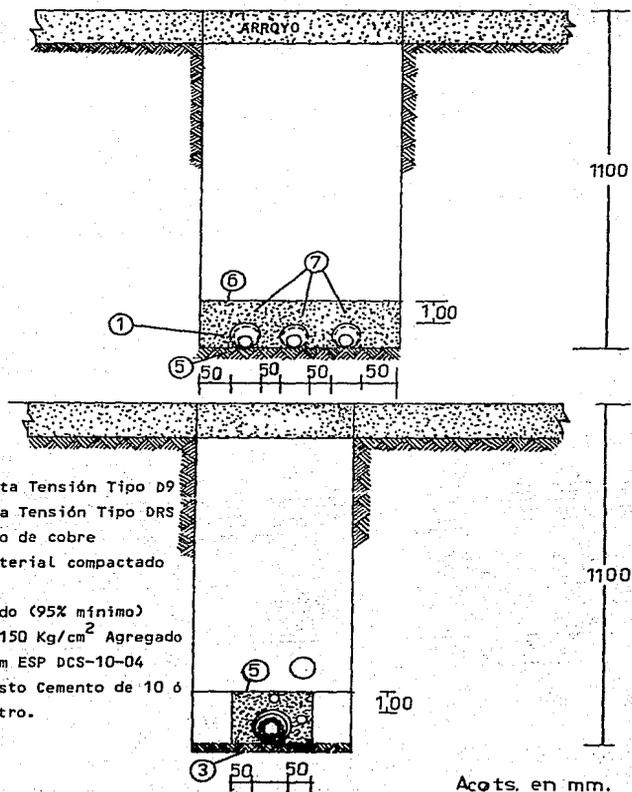


- 1.- CABLE PARA ALTA TENSION TIPO DS.
- 2.- CABLE PARA ALTA TENSION TIPO DRS.
- 3.- NEUTRO DESNUDO DE COBRE.
- 4.- CABLE PARA BAJA TENSION TIPO TRIPLEX.
- 5.- CABLE PARA BAJA TENSION TIPO CUADRUPLIX
- 6.- RELLENO DE MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO).
- 7.- PISO COMPACTADO (95% MINIMO).
- 8.- CONCRETO $f_c=150\text{Kg/cm}$ AGREGADO MAXIMO 19.1 mm (3/4") ESPECIFICACION D C 3 - 04.
- 9.- DUCTO DE ASBESTO CEMENTO DE 10 ó 5 cm DE DIAMETRO.

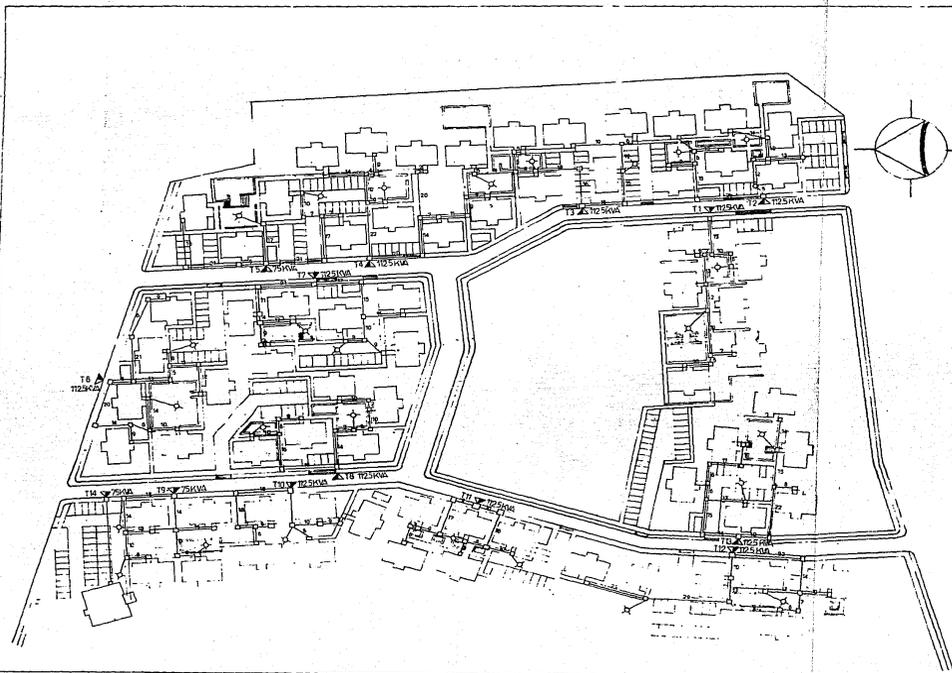
Acots. en mm.

CRUCE DE CALLES PARA CIRCUITOS 3F Y 1F EN
ALTA TENSION

Anexo 6



- 1.-Cable para Alta Tensión Tipo D9
- 2.-Cable para Alta Tensión Tipo DRS
- 3.-Neutro Desnudo de cobre
- 4.-Relleno de material compactado (95% mínimo)
- 5.-Piso compactado (95% mínimo)
- 6.-Concreto $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ Agregado máximo 19.1 mm ESP DCS-10-04
- 7.-Ducto de Asbesto Cemento de 10 ó 5 cm de diámetro.



SIMBOLOGIA

- ▲ Transformador Tipo Poste 02KV/220V/27
- ◇ Lámpara de Vapor de Sodio
- Registro para Baja Tension
- Red de Baja Tension

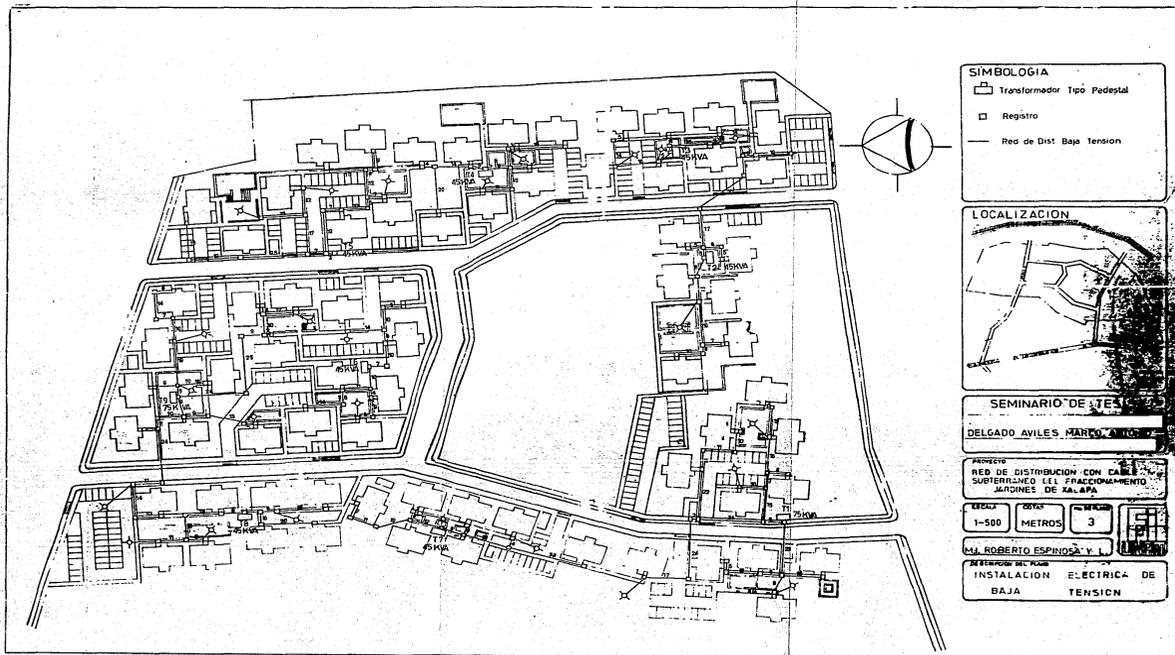


SEMINARIO DE TESIS
DELGADO AVILES MARCO ANTONIO

PAISETE
 RED DE DISTRIBUCION CON CABLE
 SUBTERRANEO DEL FRACCIONAMIENTO
 JARDINES DE LA A.P.A.

ESCALA	ORIENTACION	NO. DE PLANOS
1-500	METROS	2

DR. ROBERTO ESPINOSA Y L.
 DISEÑADOR DEL PLANO
 INSTALACION : ELECTRIC - DE
 BAJA TENSION



SIMBOLOGIA

-  Transformador Tipo Pedestal
-  Registro
-  Red de Dist Baja Tension



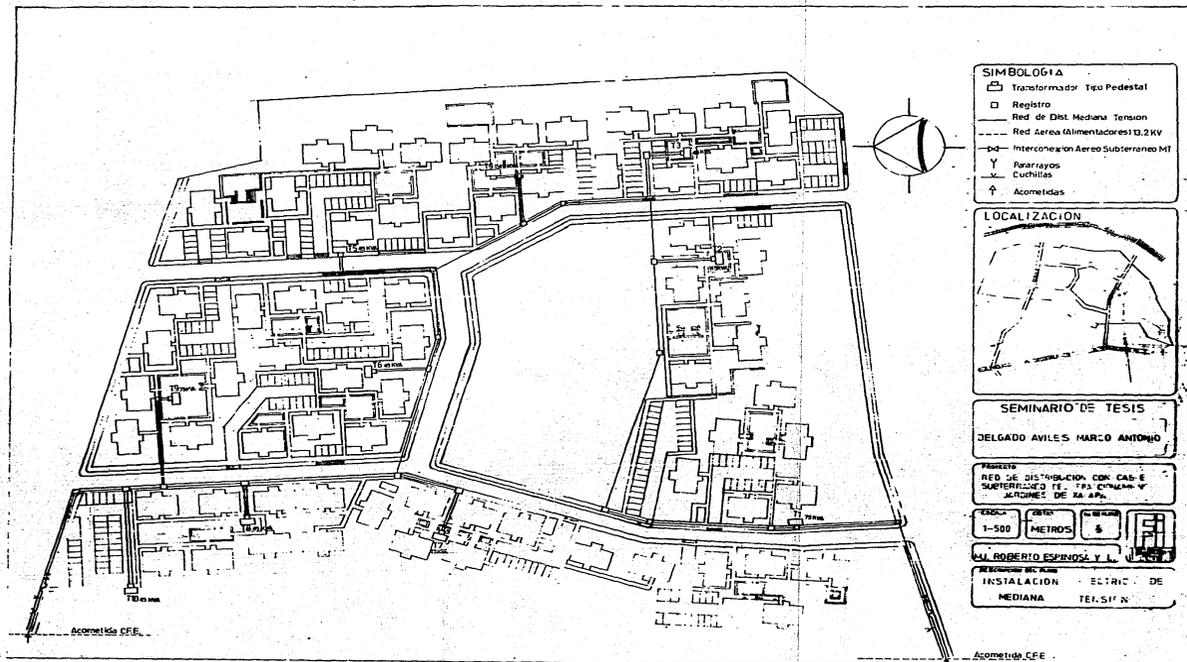
SEMINARIO DE TESIS
DELGADO AVILES, MARCO ANTONIO

PROYECTOR
RED DE DISTRIBUCION CON CABLE SUBTERRANEO Y EL FRACCIONAMIENTO AUTOMATICO DE SA-1FA

ESCALA	CONTEXTO	SECCION
1-500	METROS	3

PROYECTOR DEL PLAN
INSTALACION ELECTRICA DE BAJA TENSION





SIMBOLOGIA

	Transformador Tipo Pedestal
	Registro
	Red de Dist. Mediana Tension
	Red Aerea (Alimentadores) 10.2KV
	Interconexion Aerea Subterranos MI
	Rasstrayos
	Cuchillas
	Acometidas



SEMINARIO DE TESIS
JELGADO AVILES MARCO ANTONIO

PROYECTO
RED DE DISTRIBUCION CON CABLE SUBTERRANEO DE 10.2KV CON UNAS Y ACCIONES DE RA.A.P.

ESCALA	ORIENTACION	LEGENDA	
1-500	METROS	5	

ING. ROBERTO ESPINOSA Y L.
REGISTRO DE LA INGENIERIA ELECTRICISTA DE MEXICO
INSTITUCION DE ELECTRICIDAD DE MEXICO
INSTALACION ELECTRICA DE MEDIANA TENSION

Acometida CFE