



1981 75

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ANALISIS GENERAL DE SISTEMAS SUBTERRANEOS
DE DISTRIBUCION

TESIS

Que para obtener el título de
Licenciatura de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

presentan

ANTONIO GUADARRAMA LOPEZ
FLORENTINO ADOLFO CRUZ JOSE
ALBARO AMADO AGUIRRE
ALEXIS VELAZQUEZ FIGUEROA
ALFREDO CORDERO CRUZ

México, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL ANTEPROYECTO

- I.1 Objetivo
- I.2 Ubicación
- I.3 Composición urbanística

CAPITULO II

ANALISIS DE LA CARGA

- II.1 Alcance
- II.2 Clasificación de la carga instalada
- II.3 Determinación de la demanda máxima de la carga instalada aplicando los factores correspondientes

CAPITULO III

REDES DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

- III.1 Alcance
- III.2 Red de distribución secundaria
- III.3 Red de alumbrado público
- III.4 Red de distribución primaria

CAPITULO IV

ESPECIFICACION DE EQUIPO PARA LAS REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PUBLICO

- IV.1 Cables
- IV.2 Transformadores
- IV.3 Terminales

CAPITULO V

SUBESTACION PRINCIPAL EN 115 KV

- V.1 Alcance
- V.2 Capacidad
- V.3 Tensión de alimentación
- V.4 Diagrama unifilar
- V.5 Cálculo de corto circuito
- V.6 Especificación de equipo eléctrico
- V.7 Sistema de protección por relevadores
- V.8 Diseño
- V.9 Sistema de tierras
- V.10 Costo de equipo e instalación

CAPITULO VI

CONSTRUCCION

- VI.1 Obra civil
- VI.2 Obra eléctrica

CAPITULO VII

RELACIONES DE COSTOS UNITARIOS REPRESENTATIVOS DE UN PROYECTO DE INSTALACIONES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION

- VII.1 Alcance
- VII.2 Costo total
- VII.3 Relaciones sobre costos unitarios

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

INTRODUCCION.

Cuando el hombre empezó a utilizar la energía eléctrica y pudo generarla, transmitirla y distribuirla a través de conductores eléctricos, cambió totalmente su forma de vida.

Al paso de los años las principales ciudades del mundo se fueron llenando de una maraña de cables que proporcionaban una desagradable-contaminación visual.

Actualmente los urbanistas buscan un equilibrio, entre costos y estética en los nuevos proyectos para zonas habitacionales, comerciales y turísticas con el empleo de redes de distribución subterráneas.

El incremento en la construcción de sistemas subterráneos de distribución en áreas comerciales, residenciales, industriales y turísticas en nuestro país en los últimos años, obedece básicamente a necesidades impuestas por alta densidad de carga, alto índice de confiabilidad requerido en el servicio, costos de operación y mantenimiento y - debido, principalmente, a razones y necesidades de orden estético.

La construcción de sistemas subterráneos residenciales se inició en la década de los sesentas y a partir de entonces la tendencia hacia este tipo de instalaciones ha ido en constante aumento.

Los sistemas subterráneos tienen la ventaja sobre los sistemas aéreos de que no se ven afectados por contaminación de aislamiento -- (excepto en sus terminales), árboles, tormentas ni choques de vehículos en los postes; pero, tienen otro tipo de problemas, tales como daños mecánicos provocados a los cables durante excavaciones, corrosión en cables y transformadores, roedores y degradación del aislamiento - de los cables por sobrecargas, arborescencias, humedad, etc.

Se ha observado que los índices de confiabilidad obtenidos en -- instalaciones subterráneas son iguales o superiores a los índices de confiabilidad obtenidos en instalaciones aéreas.

Así mismo, aunque el costo de un sistema subterráneo es más elevado en comparación con un sistema aéreo en una relación de 1.5 a 6 -- veces, dependiendo del tipo de instalación; la alta densidad de carga gastos de operación y mantenimiento, la alta confiabilidad y estática se imponen, en mucho casos, sobre el aspecto puramente económico.

Es así, que para iniciar el estudio sobre redes de distribución subterráneas, se busque que el aspecto de orden estético tenga mayor prioridad sobre el aspecto puramente económico, ya que el presente -- trabajo se refiere básicamente al análisis de los sistemas subterrá-- neos de distribución en un fraccionamiento residencial, que es el motivo fundamental, por el cual el presente trabajo, fue elegido para -- ser desarrollado como tema de tesis.

En el capítulo primero proporcionamos un planteamiento general del anteproyecto; en el capítulo segundo hacemos una clasificación -- de la carga instalada y determinamos la demanda máxima; en el capítu-- lo tercero hacemos un análisis de las redes de energía eléctrica in-- volucradas en el proyecto; en el capítulo cuarto presentamos una es-- pecificación general del equipo eléctrico utilizado en las redes de distribución primaria, secundaria y alumbrado público; en el capítu-- lo quinto esta dedicado al análisis de la subestación principal, la cual suministrará energía eléctrica a todo el fraccionamiento. En -- el capítulo sexto analizamos los conceptos de la obra civil y deter-- minamos su costo y analizamos la obra civil en lo que se refiera a -- construcción; en el capítulo séptimo hacemos unas relaciones de cos-- tos unitarios representativos en el anteproyecto. Finalmente presen-- tamos las conclusiones obtenidas al desarrollar el presente trabajo.

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO GENERAL DEL ANTEPROYECTO

I.1 OBJETIVO.- El propósito fundamental de este anteproyecto es el de plantear, desarrollar y resolver los problemas que se presentan en el diseño y construcción de una red de distribución subterránea.

Para propósito de estudio, se propone un fraccionamiento HIPO-TETICO con las siguientes características:

I.2 UBICACION.- El fraccionamiento se localiza en una zona costera la cual combina los siguientes elementos: Un desnivel de 25 mts., - una altura sobre el nivel del mar de 50 mts. aproximadamente, elevado grado de salinidad, alto nivel pluviométrico, con un ambiente húmedo, vías de comunicación cercanas, condiciones de terreno firmes sin graves fallas geológicas, vientos la mayor parte del año moderados. Siendo estos, los principales elementos, que deben ser tomados en cuenta, ya que en un estudio de este tipo, el conocer las condiciones generales del terreno, determinarán que se haga una buena selección del material y equipo a ser utilizado en el anteproyecto; de esta manera el presente trabajo contempla problemas de tipo topográfico de humedad, de temperatura, salinidad, etc.

I.3 COMPOSICION URBANISTICA.- Este fraccionamiento, con el fin de estudiar los problemas más frecuentes que se presentan en redes de este tipo, contiene todas aquellas zonas factibles de análisis como son:

1. ZONA RESIDENCIAL
2. ZONA COMERCIAL
3. ZONA INDUSTRIAL
4. SERVICIOS PUBLICOS
5. ZONAS VERDES

A continuación se presenta una descripción general del fraccionamiento el cual lo podemos observar en el plano de lotificación N^o - 81-EL-01.

1.- ZONA HABITACIONAL.- El fraccionamiento cuenta con dos tipos de casa habitación diferentes, los cuales se describen a continuación brevemente:

Zona Habitacional de Lujo.- El fraccionamiento en general es -- una unidad residencial que se puede considerar de lujo, ya que la gran mayoría de los lotes que se encuentran en él, tienen un área aproximada de 600 metros cuadrados, el número total de lotes de este tipo son 510.

Zona habitacional tipo medio.- Se cuenta con una pequeña zona - habitacional de tipo medio, en el que las dimensiones de los lotes en general son de 200 metros cuadrados aproximadamente, con un total de 60 lotes.

2.- ZONA COMERCIAL.- En cualquier lugar donde exista una concentración considerable de familias, como es el caso de un fraccionamiento, no debe de faltar una zona comercial que cuente con todos los servicios que se deben disponer para el bienestar de la comunidad, esta zona cuenta, entre otros servicios comerciales, con: mercado, farmacias, bancos, restaurantes, etc.

3.- ZONA INDUSTRIAL.- La zona industrial, para efecto del anteproyecto, se consideró en un área localizada en una de las partes más bajas del terreno, y en donde además el viento sopla en dirección -- opuesta al conjunto residencial, logrando con ello alejar los posibles humos contaminantes de la zona urbana.

4.- SERVICIOS PUBLICOS.- El contar con servicios públicos en un fraccionamiento es de vital importancia para la gente que viva en el mismo y se sienta segura contra robos, enfermedades, accidentes, -

etc, cuenta, entre otros servicios, con: Hospital, delegación, iglesia, escuelas (Kinder, primaria y secundaria), sistema de bombeo para agua potable y aguas negras, biblioteca, estacionamiento; y como punto importante de los servicios públicos y que tiene mención especial es el alumbrado público, (ver capítulo III, tema 3), ya que éste se encuentra en todas las zonas consideradas en el fraccionamiento.

5.- ZONAS VERDES.- Las Zonas verdes nunca deben faltar en un fraccionamiento, éstas ocupan una gran área en la unidad habitacional. Dentro de lo que se llama zonas verdes, se incluyen parques jardines y unidad deportiva.

CAPITULO II
ANALISIS DE LA CARGA

II.1 ALCANCE

En el presente capítulo se lleva a cabo un análisis general de los diferentes tipos de cargas que existen en el fraccionamiento, de esta manera determinamos por un lado, la carga total instalada por zonas, y posteriormente la carga total instalada en el fraccionamiento.

Una vez determinada la carga total instalada, se utilizan los diferentes factores que afectan diversos tipos de carga, para que de esta manera determinar la demanda máxima total.

El parámetro más importante en el diseño de un sistema de distribución subterráneo es la carga, que va a ser alimentada por éste; así, con el objeto de conocer las principales características de la carga se hace un análisis de la misma.

II.2 CLASIFICACION DE LA CARGA.- Por el tipo de servicio eléctrico suministrado las cargas se clasifican en:

- 1.- Residencial.
 - a) Urbana y Suburbana
 - b) Rural.

- 2.- Comercial
 - a) Zonas Comerciales
 - b) Centros Comerciales
 - c) Edificios Comerciales

- 3.- Industrial
 - a) Pequeñas Plantas
 - b) Grandes Industrias

- 4.- Turística
 - a) Hoteles
 - b) Centros Comerciales

5.- Servicios Públicos

6.- Zonas Verdes.

A continuación se presenta un análisis individual de la carga total instalada.

1.- CARGA RESIDENCIAL.

a) Para casas habitación de lujo, la siguiente tabla muestra el análisis de la carga de una casa tipo:

CARGA DE ALUMBRADO

<u>Planta Baja</u>	Número de luminarias	Capacidad (Watts)	Capacidad total instalada (Watts)
Alumbrado Exterior	2	75	150
Jardín	2	60	120
Cochera	2	75	150
Vestibulo	1	75	75
Baño (toilet)	2	60-75	135
Comedor	4	75	300
Estancia	4	75	300
Cocina	4	75	300
Sala de estudio	2	75	150
Cuarto de lavado	1	75	75
TOTAL:			<u>1 755</u>
 <u>Planta Alta</u>			
Escalera	1	75	75
Recámaras (4)	8	75	600

Baños (4)	4	75	300
Vestidores (4)	8	60-75	540
Sala de estar	2	75	150
Terraza	2	60	120
Cuarto de servicio	1	75	75
Baño del cuarto de servicio	1	60	60
TOTAL:			<u>1 920</u>

Por lo tanto tenemos, que la carga total de alumbrado es de 3 675 watts.

DISTRIBUCION DE FUERZA

<u>Planta Baja</u>	Número de Contactos	Capacidad (watts)	Capacidad total instalada (watts)
Cocinera (2)	1	125	125
Estancia (2)	4	125	500
Comedor	2	125	250
Cocina	4	125	500
Sala de estudio	2	125	250
Cuarto de lavado	2	125	250
TOTAL:			<u>1 875</u>
<u>Planta Alta</u>			
Recámaras (4)	12	125	1 500
Vestidores (4)	4	125	500
Estudio	2	125	250
Sala de Estar	2	125	250
Cuarto de Servicio	1	125	125
TOTAL:			<u>2 625</u>

Además, cada una de las residencias, cuenta con una bomba de 0.5 HP. (373 watts); por lo tanto la carga total de fuerza instalada es de:

$$\begin{array}{r}
 1\ 875 \\
 +\ 2\ 625 \\
 \hline
 373 \\
 4\ 873\ \text{watts}
 \end{array}$$

Ahora, sumando las cargas de alumbrado y fuerza:

$$\begin{array}{r}
 4\ 873 \\
 +\ 3\ 675 \\
 \hline
 8\ 548\ \text{watts} = 8.548\ \text{Kw.}
 \end{array}$$

Haciendo la conversión de KW a KVA y considerando un factor de potencia de 0.85, tenemos que:

$$\text{KVA} = \frac{\text{KW}}{\text{F. P.}} = \frac{8.548}{0.850} = 10.056\ \text{KVA}$$

por lo tanto, la carga total instalada por lote es de 10 KVA.

Ahora tomando en cuenta que el fraccionamiento cuenta con 510 lotes tenemos que:

510 X 10.056 = 5 128 KVA, siendo ésta la carga total instalada en la zona residencial de lujo..

b) Para la zona habitacional de tipo medio, se presenta el análisis - de la carga de una casa tipo, para el cálculo de la capacidad total instalada.

DISTRIBUCION DE LA CARGA DE ALUMBRADO

	Número de luminarias	Capacidad (watts)	Capacidad total instalada (watts)
Cochera	1	60	60

	Número de Luminarias	Capacidad (Watts)	Capacidad total instalada (watts)
Alumbrado Exterior	2	75	150
Estancia	2	75	150
Baño (2)	4	60-75	270
Comedor	2	75	150
Cocina	2	75	150
Cuarto de lavado	1	60	60
Recámaras (3)	4	75	300
Estudio	2	75	150
TOTAL:			<u>1 440</u>

DISTRIBUCION DE FUERZA

	Número de contactos	Capacidad (watts)	Capacidad total instalada (watts)
Garage	1	125	125
Estancia	3	125	375
Comedor	1	125	125
Cocina	3	125	375
Cuarto de lavado	2	125	250
Recámaras (3)	6	125	750
Baños (2)	2	125	250
Cuarto de estudio	2	125	250
TOTAL:			<u>2 500</u>

Sumando, tenemos que la carga total instalada en este tipo de viviendas es:

Alumbrado = 1 440

Fuerza = 2 500

TOTAL: 3 940 watts= 3.940 KW.

Haciendo la conversión de KW a KVA y considerando un factor de potencia de 0.85, tenemos que:

$$\text{KVA} = \frac{\text{KW}}{\text{F.P.}} = \frac{3.940}{0.850} = 4.635 \text{ KVA}$$

por lo tanto, la carga total instalada por lote es de 4.635 KVA.

Ahora, tomando en cuenta que el fraccionamiento cuenta con 60 lotes de tipo medio, la carga será de:

$$60 \times 4.635 = 278.1 \text{ KVA}$$

2.- CARGA COMERCIAL

Esta carga esta considerada, en el fraccionamiento, dentro de una zona comercial, en la cual se encuentran concentrados todo tipo de establecimientos comerciales y oficinas de servicios.

A continuación se presenta un análisis general de la carga total instalada en cada uno de los establecimientos considerados, dentro del conjunto comercial:

Cantidad	Descripción	Capacidad total (KW)
1	Autoservicio de lavado	15
1	Auditorio	25
3	Bancos de 15 KW	45
1	Boutique	8
1	Biblioteca	16
1	Cocina	5
1	Delegación	15

Cantidad	Descripción	Capacidad total (Kw)
1	Estética unisex	10
1	Farmacia	5
1	Oficina de C.F.E.	5
1	Joyería	10
1	Lote de autos	10
1	Mueblería	10
2	Panificadoras de 20 Kw c/u	40
3	Papelerías de 5 Kw c/u	15
1	Restaurante	10
1	Refaccionaria	6
1	Supermercado	31
2	Tiendas de autoservicio con 100 Kw c/u	200
1	Tienda de discos	5
1	Taller de reparación R y TV	5
1	Tlapalería	5
1	Tortilladora y molino de nixtamal	12
1	Oficina de correos y telégrafos	5
1	Tienda de ropa	10
1	Zapatería	10
1	Oficina de teléfonos	4
1	Clínica para animales	4
1	Tienda de regalos	5
1	Estética para animales	5

TOTAL: 551 Kw.

Ahora, haciendo la conversión de KW a KVA y considerando un factor de potencia de 0.85 tenemos que:

$$551 \text{ KW} = 648.23 \text{ KVA.}$$

También dentro de la carga comercial se ha considerado la siguiente carga:

MERCADO .- A continuación se presenta un cuadro general de la carga total instalada dentro del mercado:

Carga de alumbrado.- Para determinar la carga de alumbrado se ha considerado:

- Alumbrado general del local
- Alumbrado individual por puesto
- Alumbrado de oficinas administrativas
- Alumbrado de sanitarios.

Se cuenta en total con 250 luminarias, tipo fluorescentes de 2X75 watts, que tomando en cuenta la carga adicional que proporciona el reactor, cada luminaria consume 200 watts aproximadamente y en total se tienen instalados:

$$50 \text{ Kw} = 58.8235 \text{ KVA}$$

Carga de fuerza.- Haciendo un desglose similar a la carga de alumbrado donde se incluyen motores de refrigeradores, molinos, sierras, etc. y 2 contactos monofásicos por puesto:

De motores de 0.5 a 2 H.P. se tiene:

$$70 \text{ HP} = 61.4352 \text{ KVA}$$

De contactos monofásicos, 150 w. por contacto se tiene:

$$27 \text{ KW} = 31.7647 \text{ KVA}$$

Sumando:

	58.8235
	61.4354
	<u>31.7647</u>
TOTAL:	152.0236 KVA

GASOLINERIA.- La carga instalada en la gasolinería está distribuida de la siguiente manera:

Carga de alumbrado.- Considerando:

- Sección de distribuidoras de gasolina
- Sección de oficinas
- Sanitarios
- Sección de lavado y engrasado.

En general se cuenta con luminarias tipo incandescentes y fluorescentes:

Incandescentes.- Se tienen 37 lámparas de 75 W. (spots) con una capacidad total de $2\ 775\text{W} = 3.2647\ \text{KVA}$.

Fluorescentes.- Se tienen 38 lámparas de 2X75W, y considerando la carga adicional que proporciona el reactor, en total representan $7.6\text{KW} = 8.9411\ \text{KVA}$.

Carga de fuerza.- En la gasolinería se encuentran localizados 16 - contactos que representan 2 400 w; tomando en cuenta que cada uno consume 150-watts. Cuenta con motores con capacidades de 0.75, 5, 10, 15 y 30 HP, para los sistemas de bombeo, de aire comprimido, de lavado, de recuperación, de secado, cepillos de lavado, etc., que en total representan una carga de 140 H.P.= $122.870\ \text{KVA}$.

Sumando:

3.2647
8.9411
<u>122.870</u>

TOTAL: $135.0758\ \text{KVA}$; esto representa la carga total instalada en la gasolinería.

CINE.- Finalmente dentro de la carga comercial se cuenta también con un cine, del cual se ha considerado que tiene una carga instalada, - entre alumbrado y fuerza, estimada en 100 KVA.

3.- CARGA INDUSTRIAL.- La carga industrial en el fraccionamiento - esta representada por un molino para semilla de algodón.

A continuación se presenta una tabla de la distribución general de la carga instalada en el molino.

Descripción (área o departamento)	Carga instalada (KVA)
1.- Oficinas y bomba de agua	150
2.- Almacén de semilla Número 1	600
3.- Almacén de semilla Número 2	600
4.- Desbarradoras	1 000
5.- Separación	110
6.- Prensa de borra	100
7.- Almacén de pasta y molino de harinolina	110
8.- Taller y laboratorio	30
9.- Caldera	140

TOTAL: 2 840 KVA

Cuenta con 5 subestaciones de distribución, las cuales por razones - de operación, agrupan las cargas de la siguiente manera:

Subestación	Alimentación a:
1	Oficinas, patio y bombas
2	Bodegas de semilla
3	Desbarradoras, prensa y cascarilla
4	Taller y laboratorio
5	Extracción, separación caldera, almacén de pasta y molino de harinolina.

Por lo tanto la planta industrial cuenta con una subestación principal de una capacidad de 3 000 KVA; donde ya se ha considerado la carga total - instalada y la carga futura.

4.- CARGA TURISTICA.- La carga turística comprende hoteles y centros comerciales, esta carga en el fraccionamiento, esta considerada dentro de - la zona comercial.

5.- CARGA DE SERVICIOS PUBLICOS.- A continuación se hace un análisis general de cada una de las cargas consideradas como servicios públicos:

a) Clínica-Hospital.- El fraccionamiento cuenta con servicios médicos asistenciales, para una población de 4000 habitantes, esto es considerando - la población del fraccionamiento y sus alrededores. La distribución de la - carga instalada, de esta clínica-hospital, se ha hecho tomando en cuenta que - tiene las siguientes secciones:

- Recepción y oficinas
- Cuartos de hospitalización
- Salas de quirofanos
- Urgencias
- Laboratorios
- Cubículos de especialidades
- Cubículos de medicina general
- Almacén
- Farmacia
- Exteriores, jardines y fachada.

Carga de alumbrado.- La carga de alumbrado comprende basicamente lumi - narias fluorescentes de 2X75 w., que representa una carga instalada de - - 165.8 KVA.

Fuerza.- Por concepto de contactos monofásicos que se han considerado en toda la clínica -hospital, con un consumo de 150 w. cada uno, se tiene - una capacidad instalada de 45 KVA.

Ahora, la carga de los motores (monofásicos y trifásicos), para bombeo de agua, elevadores y servicios diversos, representa una carga total de 189.2 KVA.

Sumando:

165.8

45.0

189.2

TOTAL: 400.0 KVA

b) Jardín de niños.

Carga de alumbrado.- La carga de alumbrado esta distribuida - entre los salones, oficinas, dirección, sanitarios, sala de actos y exterior.

El jardín de niños cuenta con lámparas fluorescentes de 40 watts - para pasillos e interiores y lámparas incandescentes, para exteriores de 75w . (spots), que representan una carga instalada de 6.5 KW (7.647 KVA.)

Distribución de fuerza.- Esta carga está representada por los contactos monofásicos distribuidos en el jardín de niños, con una capacidad instalada de 4.65 KW (5.47 KVA) finalmente cuenta con una bomba para -- agua de 1 HP (0.8776.)

Sumando:

7.647

5.47

0.8776

TOTAL: 13. 994 KVA

c) Escuela Primaria.

La carga en la escuela primaria esta distribuida de la siguiente manera:

- Salones
- Oficinas y dirección
- Sanitarios
- Pasillos
- Sala de reuniones
- Alumbrado exterior
- Casa del conserje

Carga de alumbrado.- La carga de alumbrado cuenta basicamente con - lámparas fluorescentes para salones, oficinas y pasillos; las lámparas incandescentes son utilizadas para la casa del conserje y para la iluminación exterior, que representan un carga instalada de 16.350 KW. (19.2355 KVA.).

Distribución de fuerza.- Practicamente la distribución de fuerza -- esta representada por los contactos monofásicos instalados y por una pequeña bomba de agua para servicios propios de la escuela, lo cual representa - una carga total de 7.494 KW (8.8164 KVA.).

Sumando:

19.2355

8.8164

TOTAL: 28.051 KVA. que es la carga total instalada en la primaria.

d) Escuela Secundaria.- La distribución de la carga instalada de la secundaria, se ha determinado en base a que cuenta con las siguientes secciones:

- Salones
- Laboratorios
- Talleres
- Dirección (oficinas administrativas)
- Sala de actos
- Biblioteca
- Sanitarios
- Gimnasio
- Casa del conserje

Carga de alumbrado.→ La escuela cuenta en general con luminarias tipo fluorescentes de 2X75w., excepto en talleres, laboratorios y casa del conserje donde se utilizan lámparas incandescentes de 60 a 100 w. El alumbrado representa un total de 47.6 KW (56 KVA.),de capacidad instalada.

Distribución de fuerza.- La distribución de fuerza esta representada por los contactos monofásicos instalados en toda la escuela, por el equipo eléctrico utilizado principalmente en talleres y laboratorios y finalmente por una bomba de agua para usos internos; la distribución de fuerza representa una capacidad instalada de 71.4 KW (84KVA.).

Sumando:

46

84

TOTAL: 140 KVA. que es la carga total instalada en la secundaria.

e) Alumbrado público.- La carga de alumbrado público, estará dividida en, alumbrado de: calles, parques y zonas verdes en cada uno de los casos, - la carga estará (dividida) distribuída de la siguiente manera:

En parques tenemos: 18 postes con 4 lámparas de 400 watts, c/u, tenemos en total 72 lámparas con una carga instalada de 36 KW.

En zonas verdes tenemos: 42 postes con 4 lámparas de 400 watts, c/u, en total son 168 lámparas con una carga instalada de 84 KW.

En alumbrado de calles tenemos: 24 postes con una lámpara de 400 -- watts c/u y 192 postes con 2 lámparas de 400 w. c/u, en total tenemos 408- lámparas con una carga instalada de 204 KW.

Sumando:

36

84

204

TOTAL: 324 KW

Haciendo la conversión de KW a KVA, tenemos una carga total instalada en alumbrado público de 381.1764 KVA.

f) Iglesia.- La distribución de la carga, se hecho tomando en consideración las siguientes secciones de las cuales esta constituida la iglesia.

- Templo que comprende: altar, naves, coro y confesionarios.
- Capilla
- Atrio
- Oficinas
- Salon de instrucción
- Aulas (pequeña escuela)
- Residencia de los curas.

Carga de alumbrado.- En general en toda la parroquia, se cuenta con - alumbrado tipo incandescente, para proporcionar la iluminación directa e - indirecta requerida; por otro lado con una mínima parte se cuenta, sobretodo en los altares con lámparas fluorescentes de 40 w. y con reflectores de 150 y 400 w. así por concepto de carga instalada se alumbrado, de tiene un total de 54.945 KW (64.641 KVA.).

Distribución de fuerza.- En la distribución de fuerza se cuenta básicamente con contactos, salidas de microfonos y bocinas que representan una carga total de 9.94 KW (11.694 KVA.).

Adicionalmente la iglesia cuenta con una bomba de 1 HP (746 w).

Sumando:

	11.6941
	0.8776
	<u>64.641</u>
TOTAL:	77.212 KVA.

g) Sistema de bombeo.- Otra de las cargas importantes de los servicios públicos, se presenta en los sistemas de bombeo, para agua potable y aguas negras, la capacidad esta calculada en base al consumo total de agua en el fraccionamiento, y se ha considerado un sistema de bombeo de 150 HP para agua potable y uno de 150 HP para aguas negras. Haciendo la conversión de HP a KVA, tenemos una carga total instalada de 263.294 KVA.

Finalmente el fraccionamiento cuenta con un deportivo, con una carga considerada de 100 KVA.

6.- CARGA DE ZONAS VERDES.- La carga en zonas verdes, comprende parques y jardines; y toda la carga ahí instalada, es prácticamente la carga por concepto de alumbrado, la cual ya se ha considerado en la distribución de la carga de alumbrado público.

Como última carga ha ser considerada en el fraccionamiento, es la carga consumida por el parque de diversiones, el cual cuenta con diferentes tipos de juegos mecánicos, como carros eléctricos, etc. Se ha considerado una carga aproximada en 50 KVA.

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de toda la carga instalada en el fraccionamiento:

Concepto o Descripción	Capacidad total instalada en KVA
1.- Casas residenciales de lujo	5 128.56
2.- Casas residenciales tipo medio	278.1
3.- Zona Comercial	648.23
4.- Mercado	152.1
5.- Gasolinería	137.1
6.- Cine	2 840.0
8.- Hospital	400
9.- Kinder	14
10.- Primaria	28.1
11.- Secundaria	140.0
12.- Alumbrado público (que comprende parques, calles y zonas verdes)	381.2
13.- Iglesia	77.25
14.- Sistema de bombeo	263.30
15.- Deportivo	100.0
16.- Parque de diversiones (fuerza)	<u>50.0</u>
	10 737.94 KVA

II.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA MAXIMA DE LA CARGA INSTALADA APLICANDO LOS FACTORES CORRESPONDIENTES.

Una vez determinada la capacidad total instalada en el fraccionamiento; el siguiente paso es considerar los diferentes factores que se emplean en los diferentes sistemas de distribución de energía eléctrica, como los sistemas de distribución de tipo habitacional, comercial, industrial, etc.

Antes de describir el procedimiento para determinar la demanda máxima total en el fraccionamiento, se presenta a continuación la definición de - cada uno de los diferentes factores considerados:

- a) Carga instalada.- Es la suma de las potencias nominales, de los -

equipos eléctricos conectados al sistema o instalación en una zona determinada, se expresa generalmente en KVA.

b) Densidad de Carga.- Es un término utilizado para cuantificar la carga por unidad de superficie, se expresa generalmente en KVA/Km² y MVA/Km².

c) Demanda.- Es la potencia consumida por la carga expresada en watts, voltamperes, amperes, etc., a un factor de potencia determinado ;- generalmente es tomada en un intervalo de tiempo bien definido.

d) Demanda máxima.- La demanda máxima de una instalación o sistema es la demanda mas alta que ocurre durante un intervalo de tiempo especificado.

La demanda máxima es de gran importancia en el diseño de un sistema-ya que representa las condiciones de operación más severas.

e) Factor de demanda.- Es la relación entre la demanda máxima de un sistema y el total de la carga conectada al mismo, o sea es el cociente de la demanda máxima de un sistema y la carga total instalada.

f) Factor de diversidad.- Es el cociente de la suma de las demandas máximas individuales de las partes de un sistema entre la demanda máxima del sistema entero, es mayor que uno.

g) Factor de coincidencia o simultaneidad.- Cuando se tienen grupos de cargas de características similares, como es el caso de un fraccionamiento residencial, es necesario considerar la diversidad existente en el uso de la energía eléctrica por los distintos tipos de consumidores.

Para evaluar esta situación se toma en cuenta un parámetro conocido como factor de coincidencia, 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. El factor de coinci-

dencia es recíproco al factor de diversidad.

h) Factor de utilización.- Es la relación de la demanda máxima del sistema entre la capacidad nominal del sistema, mientras que el factor de demanda indica el grado al que la carga total conectada es abastecida, el factor de utilización indica el grado al que el sistema está siendo aprovechado durante el pico de carga con respecto a su capacidad nominal.

i) Factor de carga.- Es la relación entre la carga promedio durante un determinado período y la demanda máxima que ocurre en dicho período.

j) Demanda máxima diversificada por consumidor.- Es la relación entre la demanda máxima de un sistema y el número de consumidores o cargas individuales conectados al mismo.

TABLA I

Factores de demanda típicos

Tipo de carga	Factor de demanda
Casas-Habitación	0.4 - 0.6
Gasolineras	0.46- 0.56
Cines	0.40- 0.50
Industrias	0.80- 0.85
Escuelas (Kinder, primaria, secundaria)	0.40- 0.50
Alumbrado público	1.0
Iglesias	0.30- 0.40
Sistema de bombeo	0.70- 0.80
Centros sociales y deportivos	0.38- 0.48
Tiendas de autoservicio	0.40- 0.50
Restaurantes	0.50- 0.60

Servicios propios de edificios	0.41- 0.51
Talleres pequeños (herrерías, carpinterías, etc)	0.42- 0.52
Bancos	0.40- 0.50
Centrales telefónicas	0.61- 0.71

En general en base a estos factores de demanda, se seleccionaron los factores de demanda máximos.

En la tabla II se muestran distintos valores de factores de coincidencia en función del No. de consumidores de casas habitación en - - fraccionamientos.

TABLA II

Número de consumidores	Factor de Simultaneidad
1 a 4	1.00
5 a 9	0.78
10 a 14	0.63
15 a 19	0.53
20 a 24	0.49
25 a 29	0.46
30 a 34	0.44
35 a 39	0.42
40 a 49	0.41
50	0.40

Cálculo de la demanda máxima para casas residenciales de lujo:

Carga instalada por lote: 10.056 KVA

Factor de demanda: 0.60

Demanda máxima individual: $10.056 \times 0.6 = 6.0336$ KVA

Tomando como factor de coincidencia: 0.4

Ahora:

$$Dmc = N \times Dmi \times Fc$$

Donde:

N= No. de consumidores = 510

Dmi= Demanda máxima individual = 6.033 KVA

Factor de Coincidencia = 0.4

Dmc= Demanda máxima total en lotes residenciales.

$$Dmc = 510 \times 6.0336 \times 0.4 = 1230.854$$

Para determinar el número y la capacidad de los transformadores necesarios para alimentar un fraccionamiento con un determinado número de consumidores, es necesario obtener la demanda máxima diversificada por consumidor.

La demanda máxima diversificada por lote se obtiene de multiplicar - la demanda máxima individual por el factor de coincidencia:

$$6.0336 \times 0.4 = 2.41344 \text{ KVA}$$

Considerando un factor de tolerancia de 1.4, se tiene que la demanda máxima diversificada por lote, es de :

$$2.41344 \times 1.4 = 3.3788 \text{ KVA}$$

Por lo tanto, la demanda máxima diversificada total en el fraccionamiento, por concepto de casas residenciales de lujo es de:

$$3.3788 \times 510 = 1723. 1918 \text{ KVA}$$

Cálculo de la demanda máxima para casas habitación tipo medio:

Carga instalada por lote = 4.635 KVA

Factor de demanda = 0.6

Demanda máxima individual = 2.781 KVA

Tomando como factor de coincidencia = 0.4

Ahora:

$$D_{mc} = N \times D_{mi} \times F_c$$

$$D_{mc} = 60 \times 2.781 \times 0.4$$

$$D_{mc} = 66.744 \text{ KVA}$$

Demanda máxima diversificada por lote = Demanda máxima individual
x factor de coincidencia:

$$2.781 \times 0.4 = 1.112 \text{ KVA}$$

De acuerdo al diseño de las redes de distribución primaria y secundaria, a este tipo de casas no se les puede dar un factor de tolerancia ya que los circuitos de alimentación, no soportarían una carga adicional.

Por lo tanto la demanda máxima total en el fraccionamiento, por concepto de casas habitación tipo medio; es de:

$$1.112 \times 60 = 66.744 \text{ KVA .}$$

TABLA 111

CONCEPTO	CARGA INSTALADA (KVA)	FACTOR DE DEMANDA	FACTOR DE SEGURIDAD	FACTOR DE POTENCIA	DEMANDA MÁXIMA (KVA)
Casas de lujo	5 128.56	0.60	1.4	0.85	1 723.191
Casas tipo medio.	278.1	0.60	1.0	0.85	66.744
Zona comercial.	648.23	0.50	1.4	0.85	453.761
Mercado	152.10	0.50	1.4	0.85	106.47
Gasolineria	137.10	0.56	1.4	0.85	107.48
Cine	100.00	0.50	1.4	0.85	70.00
Fábrica	2 840.00	0.85	1.0	0.85	2 414.00
Hospital	400.00	0.60	1.0	0.85	240.00
Kinder	14.00	0.40	1.4	0.85	7.84
Primaria	28.10	0.50	1.4	0.85	19.67
Secundaria	140.00	0.50	1.0	0.85	70.00
Alumbrado público (parques, calles zonas verdes)	381.20	1.00	1.0	0.85	381.20
Iglesia	77.25	0.40	1.0	0.85	30.90
Sistema de bombeo	263.30	0.80	1.0	0.85	210.64
Deportivo	100.00	0.48	1.0	0.85	48.00
Parque de diversiones (fuerza)	50.00	0.48	1.0	0.85	24.00
TOTAL	10 737.94				5 973.896

En la tabla número III, se puede observar la carga total instalada en el fraccionamiento y la demanda máxima del mismo, aplicando los factores correspondientes.

CAPITULO III.

REDES DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

III.1 ALCANCE.

Este capítulo se enfocó en su totalidad al análisis y estudio de las redes de distribución primaria y secundaria, y además el estudio del alumbrado público; se analizaron los niveles de voltaje más adecuados en cada caso y se hicieron los cálculos numéricos para una mejor selección de las capacidades del equipo y accesorios eléctricos - se hizo un recuento de estos y se valoraron en pesos y centavos, para posteriormente, hacer un recuento en base a los costos de cada uno de los elementos que componen una red de distribución subterránea de energía eléctrica.

Los temas que componene éste capítulo se desarrollaron en el siguiente orden:

III.2 RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

- a). Zona habitacional
- b). Zona comercial
- c). Zona industrial
- d). Servicios públicos (Hospital y Sistema de Bombeo)

III.3 RED DE ALUMBRADO PUBLICO

- a). Alumbrado de calles y avenidas
- b). Alumbrado de parques y jardines

III.4 RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA

- a). Zona habitacional
- b). Zona comercial-industrial
- c). Sistema de bombeo-hospital.

III.2 RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

a). ZONA HABITACIONAL.

Actualmente tenemos dos Compañías que nos pueden suministrar la energía eléctrica para alimentar nuestro circuito de distribución. Estas Compañías son Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (actualmente en liquidación). Ambas tienen sus propias normas para instalaciones de distribución subterránea y las dos tiene sus zonas de influencias. Las Normas de Compañía rigen para la zona central del país (D.F. y alrededores) y las de CFE para el resto del país.

Como anteriormente señalamos el terreno de nuestro fraccionamiento se encuentra ubicado en algún lugar de la costa del Pacífico, tenemos que aplicar pues, en su mayor parte, los lineamientos que nos marquen las Normas de CFE, complementándolas con las de Compañía de Luz.

Como señala en sus "NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA" la CFE, el sistema de distribución subterránea, en zonas residenciales, "Empleará un sistema monofásico, pero cuando se requiera, se utilizará un sistema trifásico", agregandose después "Quedando a criterio de CFE el tipo de sistema a utilizar".

Por tanto, y para tener un panorama más amplio de todo lo que involucra el diseño eléctrico de una instalación subterránea, analizamos y diseñamos las redes de distribución de energía de la siguiente manera: Sistema monofásico para la zona residencial-habitacional y -- sistema trifásico para la zona comercial-deportiva-industrial.

En las mismas Normas nos señalan que "estos circuitos tendrán -- una configuración radial sin ninguna protección, y como máximo saldrán cuatro circuitos de cada transformador".

Para el sistema de distribución secundaria en la zona residencial-habitacional, el voltaje de alimentación a las casas habitación, templo, escuelas primaria, secundaria y kinder será a 240/120 V. C.A. monofásico, tres hilos (sistema Edison), 60 Hz. A través de un circuito radial. La red de distribución secundaria, con su configuración radial, se aprecia en el plano No. 81-EL-02.

ALIMENTADOR RADIAL. (ver figura No. 3.1), analizando la configuración radial vemos que esta provee una trayectoria única entre la -- fuente de alimentación y el área de carga. Este alimentador es el más económico, pero el menos confiable, ya que el servicio sufrirá una interrupción por falla de cualquier sección del alimentador.

Este alimentador es usado normalmente para alimentar cargas de -- tipo residencial y cargas no críticas.

El alimentador radial es tan confiable como el cable y el equipo instalado. La confiabilidad se ve seriamente afectada por fuerzas externas que puedan dañar el alimentador.

Los accesorios de seccionalización aumentan la confiabilidad de las secciones colocadas entre la falla y la fuente de alimentación, -- pero toda la parte que quede del otro lado de la falla permanecerá interrumpida hasta que la falla sea reparada.

Un sistema radial no requiere capacidad extra para casos de emergencia e inclusive es posible hacer reducción de calibre a lo largo -- del alimentador si este no tiene posibilidades de interconexión futura, aunque no es práctica corriente hacer este tipo de arreglos.

El sistema radial al tener una sola fuente de alimentación, está considerado como el más seguro al efectuar trabajos de operación, mantenimiento o ampliaciones. Las ampliaciones se pueden hacer con el -- sistema desenergizado, pero la mayor parte de las compañías tienen el personal y equipo necesario para hacer trabajos de mantenimiento y ex

tensiones de línea con el sistema energizado para evitar interrupciones al servicio.

La configuración radial como se observa en el plano No. 81-EL-02 tiene un medio de seccionalización y protección del alimentador principal, como se aprecia en la figura No. 3.1 , para evitar interrupciones en el alimentador primario al ocurrir un daño en el ramal o cuando sea necesario hacer un trabajo sobre el ramal desenergizado. El seccionador es del tipo pedestal de operación con carga.

El número de transformadores o clientes servidos por un ramal radial debe ser limitado para evitar que las interrupciones afecten a un gran número de clientes o de cargas importantes.

Es necesario tomar en cuenta también la longitud del cable expuesto a fallas. Si se tiene un radial muy largo, se tendrá un índice de confiabilidad menor debido a la mayor posibilidad de fallas.

En resumen la red de distribución radial nos ofrece las siguientes ventajas:

- a). Bajo costo inicial
- b). Instalación simple
- c). Operación sencilla
- d). Conexiones sin complicaciones
- e). Facilidad de ampliación

Por otro lado también nos ofrece la siguientes desventajas:

- a). Una falla en la línea deja fuera todo el sistema.
- b). Una falla en el transformador deja fuera de servicio todo el sistema.
- c). Para el mantenimiento en la línea se debe de sacar de servicio todo el sistema.

- d). Para mantenimiento de la subestación de distribución se debe de sacar de servicio todo el sistema de distribución secundaria.

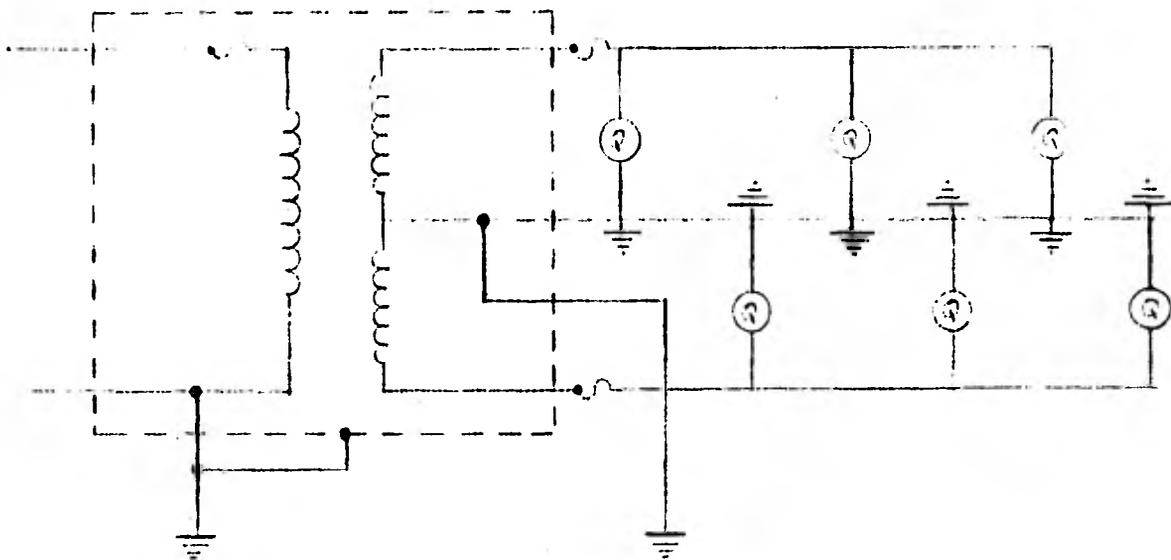


FIG. 3.1. CONFIGURACION RACIAL

SELECCION DE LA CAPACIDAD DEL TRASFOMADOR.

La capacidad de los tranformadores de distribución se seleccionó en base a la carga de demanda máxima y a los valores comerciales de - capacidades de transformadores.

La carga de demanda máxima estuvo formada por las demandas máxi mas de todas las casas habitación, templo y escuelas.

Los valores comerciales de las capacidades de los transformadores, dados también en Normas, son tres: 25 KVA, 37.5 KVA y 50 KVA. Existen más valores pero las razones para no utilizar capacidades mayores son de caracter económico como se ve en el estudio comparativo dado en la tabla de la Fig. 3.2.

Haciendo un breve análisis de las cargas de demanda máxima de las partes que componen la zona habitacional tenemos lo siguiente:

Residencial de lujo	1723.191 KVA
Residencial tipo medio	66.744 KVA
Iglesia	30.900 KVA
Kinder	7.840 KVA
Primaria	19.670 KVA
Secundaria	70.000 KVA
TOTAL	1918.345 KVA

En base a los valores nominales de las capacidades de los trans- formadores y en función de la carga obtenida sacamos la siguiente ta- bla comparativa:

No.	Capacidad del transformador (KVA)	Demanda Máxima (KVA)	Número de transformadores
1	25.0	1918.345	77
2	37.5	1918.345	52
3	50.0	1918.345	39

En base a los resultados de la tabla anterior y al estudio económico que se da en la tabla de la Fig. 3.2, la selección de la capacidad del transformador recae en el valor de 37.5 KVA. Los transformadores de 37.5 KVA son los más convenientes debido a:

- a) Mayor regulación de voltaje en función de,
- b) Distancias menores que nos dan,
- c) Alimentadores con calibres de menor valor.

Todo lo cual nos reduce el costo de la instalación subterránea para dar alimentación de energía eléctrica a las casas habitación, templo y escuelas.

LOCALIZACION DE LOS TRANSFORMADORES

Debido a las características del fraccionamiento, ver plano No. 81-EL-01 se torna difícil la localización de un centro de carga lo más centrado posible para cada uno de los 52 transformadores de 37.5 KVA que se eligieron. Por esta razón se optó por lo siguiente:

- a) Hacer que la lotificación se lleve a cabo de acuerdo a nuestras necesidades.
- b) Un transformador para alimentar la carga de la iglesia unicamente
- c) Otro transformador para alimentar la carga del kinder y la primaria.
- d) Dos transformadores para alimentar la carga de la escuela secundaria.
- e) Dos transformadores para alimentar las cargas de los 60 lotes habitacionales de tipo medio.
- f) 51 transformadores para alimentar las cargas de los 510 lotes para habitaciones de lujo.

La suma de los transformadores es de 57. Esto quiere decir que tenemos una capacidad instalada de 2137.5 KVA para alimentar una carga de 1918.345 KVA, y ésto nos dá como resultado un porcentaje de reserva del 10.2%. Justo es decir que no todas las cargas están satura-

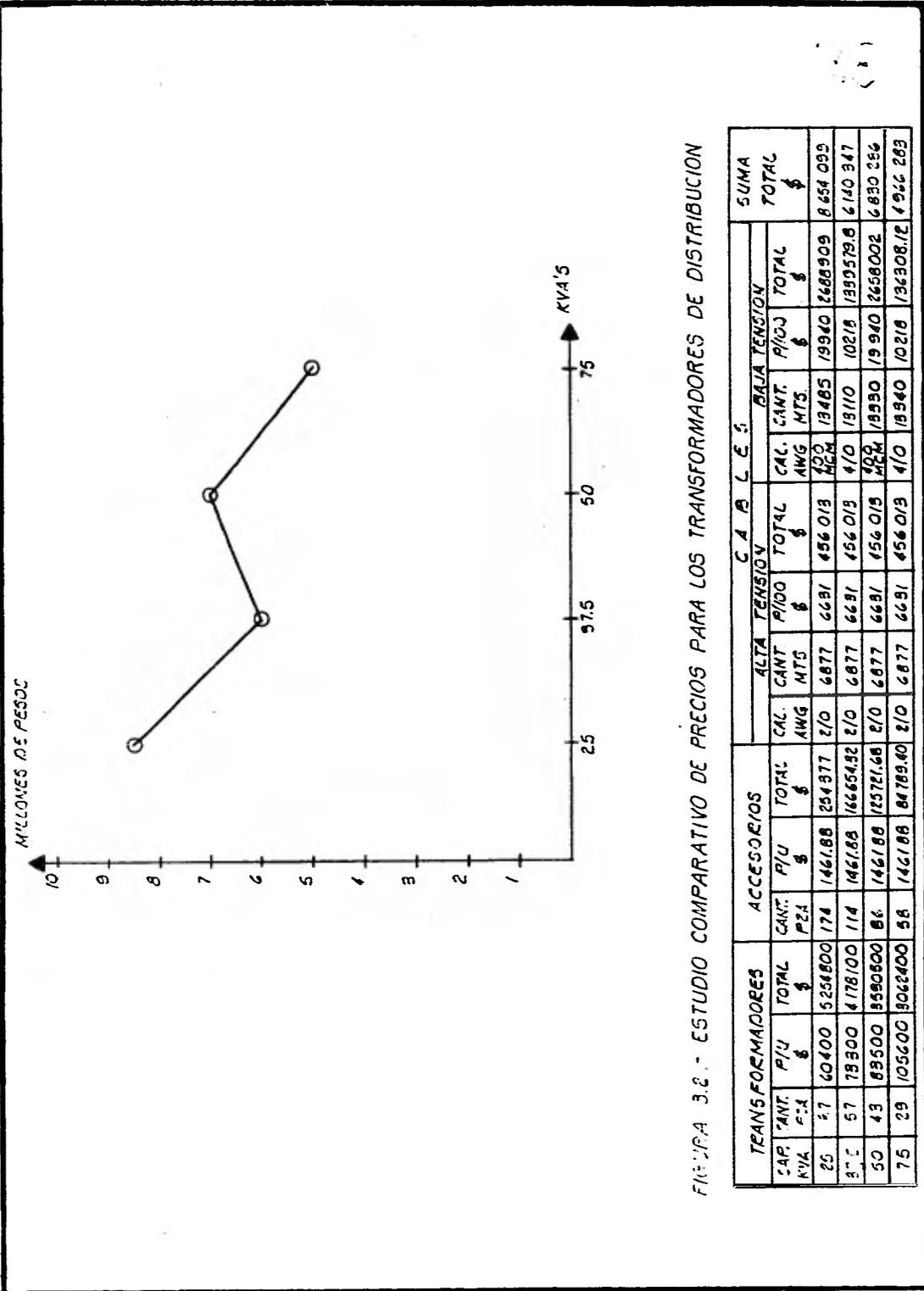


FIGURA 3.2 - ESTUDIO COMPARATIVO DE PRECIOS PARA LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

CAP. KVA	TRANSFORMADORES		ACCESORIOS		C A B C E S						SUMA TOTAL	
	CANT. PZA	TOTAL \$	P/U \$	TOTAL \$	ALTA TENSION			BAJA TENSION				
					CAL. AVG	CANT. MTS	P/100 \$	TOTAL \$	CAL. AVG	CANT. MTS	P/100 \$	TOTAL \$
25	17	525800	146188	254977	2/0	6877	6691	456013	2/0	13485	19940	268909
50	57	178300	146188	1665432	2/0	6877	6691	456013	4/0	18110	10218	189579.8
75	43	89500	146188	12371.68	2/0	6877	6691	456013	4/0	18390	19340	2658002
	29	105600	146188	84789.40	2/0	6877	6691	456013	4/0	18340	10218	136308.12

das, como están, por ejemplo, la alimentación de las 60 casas habitación de tipo medio; estas casas están alimentadas con dos transformadores de 37.5 KVA los cuales no pueden soportar ya más carga futura, existiendo la posibilidad de que haya una sobrecarga que pudiera ser dañina para todo el equipo eléctrico.

Tomando en cuenta todas las consideraciones que se señalaron en el párrafo anterior se hizo la distribución de la red secundaria como se muestra en el plano No. 81-EL-02 . Este plano se complementa con los dibujos de los detalles de acometidas, fig. No. 3.3, y además con los detalles de instalación de los transformadores de distribución tipo "PAD MOUNTED", así como con los detalles de registros para las acometidas (figs. No. 4.6 y 6.3).

CALCULO Y SELECCION DE ALIMENTADORES

CALCULO DE CONDUCTORES.

Para determinar el calibre más adecuado de los conductores que componen la red de distribución secundaria de la zona residencial - habitacional se hizo en base a los siguientes pasos:

- Cálculo por ampacidad
- Cálculo por regulación de voltaje
- Cálculo por impedancias.

En lo anterior se tomó en cuenta consideraciones de carácter rutinario (fórmula, normas, catálogos, etc.) y además las recomendaciones señaladas en las normas que para las instalaciones subterráneas tienen C.F.E. y Compañía de Luz.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE LA RED SECUNDARIA MONOFASICA EN FUNCION DE SU CAPACIDAD DE CONDUCCION.

Tomando en cuenta que todos los circuitos tienen la misma configuración, tomamos uno de los más críticos como es el caso del circui-

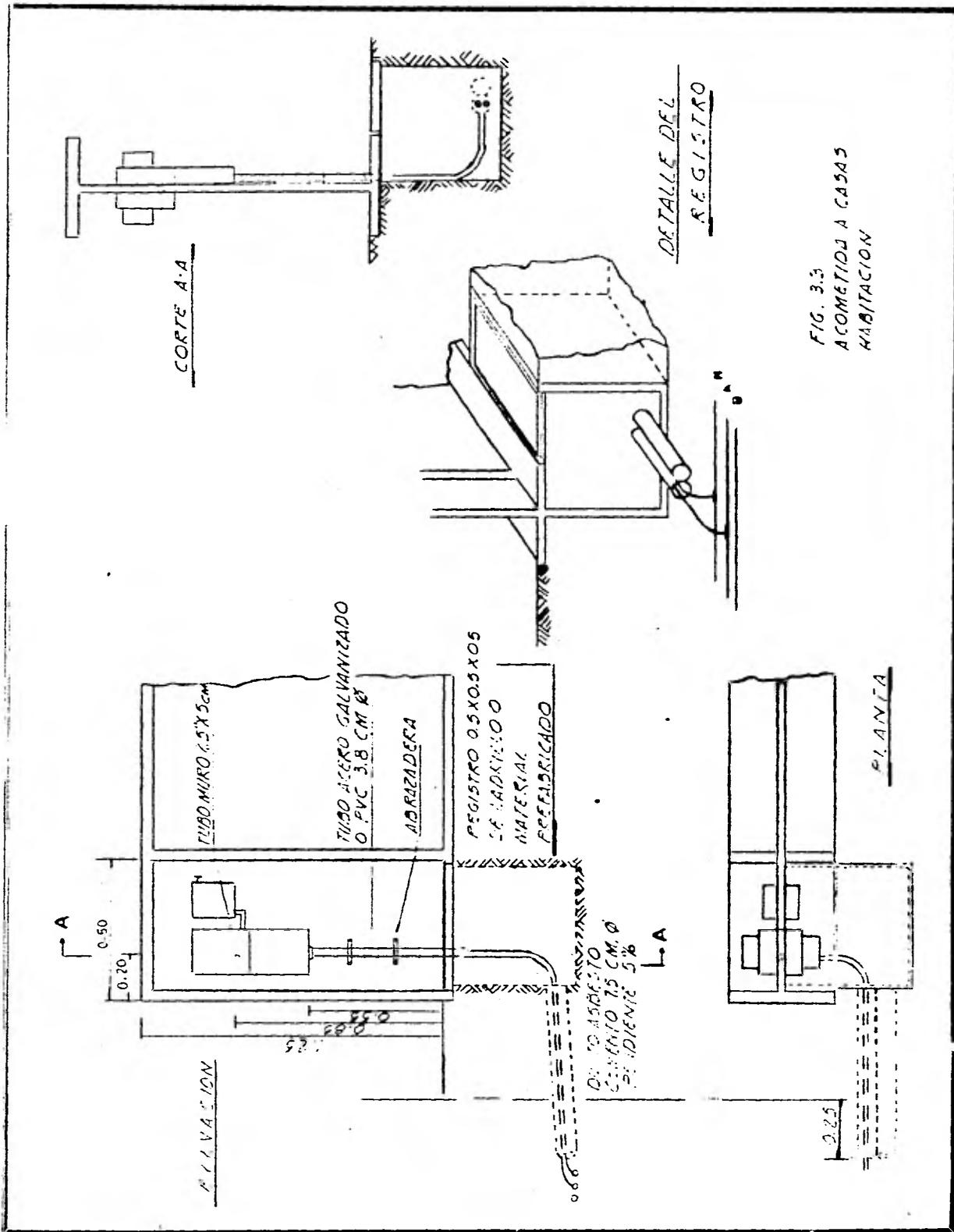
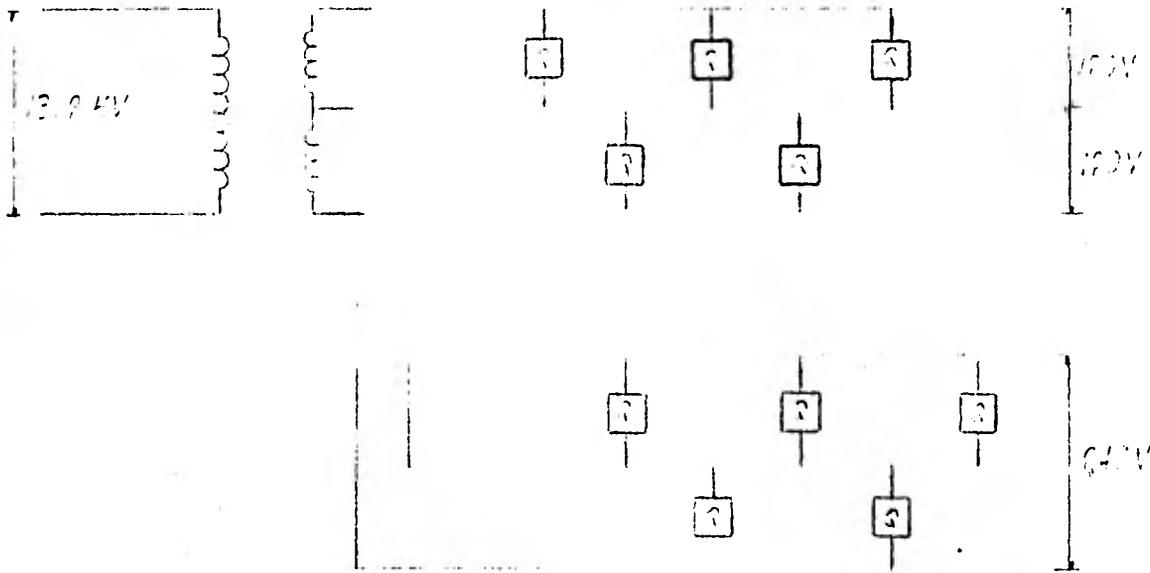


FIG. 3.3
 ACOMETIDA A CASAS
 HABITACION

to que se forma con el transformador No.40 .

Tenemos pues, un transformador de 37.5 KVA que alimenta a una -- carga compuesta por 10 lotes tipo residencial, cada lote tiene una -- carga de demanda máxima de 3.36 KVA, siendo el arreglo del sistema se cundario monofásico en Edison tenemos el siguiente circuito:



Tenemos que la corriente a plena carga que proporciona el transformador de 37.5 KVA es la siguiente:

$$I_{p.c.} = \frac{37.5 (1000)}{240} \text{ (AMPS)}$$

$$I_{p.c.} = 156.25 \text{ (AMPS)}$$

La corriente por lote es de:

$$I_{\text{lote}} = \frac{3.36 (1000)}{120} \text{ (AMPS)}$$

$$I_{\text{lote}} = 28 \text{ (AMPS)}$$

Tomando en cuenta que estamos situados en la costa del Pacífico la temperatura promedio alcanza los 40°C, por lo que se tiene lo siguiente:

$$I_{\text{línea}} = \frac{84}{0.88} = 95.4545 \text{ (AMPS)}$$

donde: 0.88 es el factor de diseño por temperatura a 40°C.

De catalogos de fabricante, la capacidad de conducción de un cable directamente enterrada, tipo XLP, calibre 4 AWG es de:

$$I_{\text{Alim.}} = 125 \text{ (AMPS)}$$

De donde atendiendo unicamente a la capacidad de conducción de corriente, el calibre adecuado para la red de distribución secundaria estaría cubierta con un cable # 4 AWG.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE LA RED SECUNDARIA MONOFASICA POR REGULACION DE VOLTAJE.

Para éste cálculo nos valdremos de la siguiente fórmula:

$$e \% = \frac{I_{\text{Linea}} (Z) \times 100}{120}$$

donde: $I_{\text{linea}} = 84 \text{ (AMPS)}$

$Z_{4\text{AWG}} = 1.738 \text{ (}\Omega\text{/Km)}$ de fabricantes.

Tomando una distancia promedio de 120 mts:

$$Z_{4\text{AWG}} = 0.20856 \text{ (}\Omega\text{)}$$

Sustituyendo valores:

$$e\% = \frac{(84) (0.20856)}{120} \times 100$$

$$e\% = 14.5992 \%$$

Valor que equivale a una caída de voltaje muy grande, 17.519 VOLTS exactamente, lo que no es conveniente de ninguna manera.

La impedancia para un cable # 4/0 AWG es:

$$Z_{4/0 \text{ AWG}} = 0.344 (\Omega / \text{Km})$$

$$Z_{4/0 \text{ AWG}} = 0.04128 (\Omega)$$

$$y: e\% = \frac{(84) (0.04128)}{120} \times 100$$

$$e\% = 2.8896 \%$$

Siendo éste un valor aceptable, ya que el máximo valor permitido por norma es de 3%.

Comparando los resultados de ambos cálculos vemos que hay una diferencia muy marcada, por lo que para mayor seguridad elegimos el cable de mayor calibre que en éste caso es el de 4/0 AWG.

A manera de comprobación tenemos el siguiente cálculo:

CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE LA RED MONOFASICA EN FUNCION DE LA IMPEDANCIA DEL SISTEMA.

Considerando la corriente de línea = 84 (AMPS)

Y una caída de voltaje máxima del 3%

Tenemos que: $V \text{ Perdida} = 120 \times 0.03 = 3.6 \text{ (Volts)}$

y haciendo que: $ZI = 3.6 \text{ (Volts)}$

Sustituimos en la siguiente relación:

$$.Vg = Vr + ZI$$

Donde $Vg = 120 \text{ (Volts)}$, Voltaje de generación.

por lo tanto: $120 = Vr + 3.6$

despenjando : $Vr = 120 - 3.6$

$$Vr = 116.4 \text{ (Volts)}$$

Donde $Vr =$ voltaje de regulación

Hallando el valor de V_r volvemos a utilizar la relación sustituyendo el nuevo valor, la corriente de línea y el voltaje de línea - para hallar la impedancia máxima requerida para asegurar una caída máxima de voltaje del 3%, este es:

$$120 = 116.4 + Z (84)$$

despejando: $Z = \frac{120 - 116.4}{84}$

$$Z = 0.0428571 (\Omega)$$

Y viendo en los catálogos de fabricantes el calibre mínimo que tiene una impedancia menor que la anterior es el # 4/0 AWG, que como ya se vió en el cálculo anterior tiene una impedancia de:

$$Z_{4/0 \text{ AWG}} = 0.04128 (\Omega)$$

Por lo que, finalmente, se ratifica el calibre seleccionado anteriormente; esto es, la red secundaria monofásica estará compuesta por conductores calibre # 4/0 AWG, tipo XLP-DRS, para 600 Volts y 90°C - temperatura normal de diseño.

En las acometidas a los usuarios se utiliza un cable del mismo tipo pero de calibre # 2 AWG según se ve en el detalle de la figura No. - 3.3., de acuerdo a normas de C.F.E.

Todo el cable de la red secundaria será el mismo excepto las distribuciones secundarias del templo y las escuelas, ya que en éste caso se seguirían otros criterios de diseño en función de las necesidades que sean solicitadas por la gente encargada de construirla. Por esto únicamente nos limitaremos a dejarle una subestación de distribución en el lugar que les corresponda en el fraccionamiento con las debidas protecciones en el lado de alta tensión.

El que se utilice un solo calibre para todo el cable es únicamente por comodidad y el deseo de uniformizar criterios y evitar con esto las confusiones en el cableado de los circuitos lo que nos acarrearía un incremento considerable en el precio de la obra y el atraso de la misma como consecuencia de una mala organización.

EQUIPO Y ACCESORIOS

A continuación se dará la lista del equipo que se necesita para la instalación de una red secundaria hasta la acometida en las casas habitación, se señalará el número de elementos necesarios y se le asignará un precio unitario en base a un catálogo de precios unitarios por zonas de PEMEX. (Ver Nota 1).

Cabe señalar que en la red de distribución secundaria el equipo no incluye se cuantifican únicamente los accesorios.

Nota 1: En algunos casos como este los precios unitarios fueron tomados de PEMEX, de cotizaciones de años atrasados; en la mayoría de los casos los precios fueron estimados; por lo tanto los totales obtenidos no son reales, solo representativos.

LISTA DE ACCESORIOS DE LA RED SECUNDARIA

<u>No.</u>	<u>Cantidades</u>	<u>D e s c r i p c i ó n</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Precio Total</u>
1	13,500 Mts.	Cable Vulcanel XLP-DRS calibre # 4/0 AWG.	\$ 12,544/100 mts.	\$ 1'693,440
2	1,800 Mts.	Cable Vulcanel XLP-DRS calibre # 2 AWG.	\$ 4,595/100 mts.	\$ 82,710
3	312 Pza.	Mufa T 150-35 con aislantes y auxiliares para la mufa T 150 (Derivación de cable).	\$ 895/Pza.	279,240
4	312 Pza.	Terminal E 35 con aislantes y auxiliares para la terminal E 35.	\$ 450/Pza.	\$ 140,400
5	170 Tmos.	Tubo protector PVC 2560, en tramos de 3 mts.	\$ 130/Pza.	\$ 22,100
6	340 Pza.	Abrazadera tubo P-PVC 60	\$ 24/Pza.	\$ 8,160
7	680 Cja.	Tornillo máq. 9.5 x 60	\$ 350/caja 100)	\$ 2,450
8	624 Cja.	Tornillo máq. 12.7 x 100	\$ 630/caja 100)	\$ 18,720
9	624 Pza.	Placa identificadora - cable 'B'	\$ 30/Pza.	\$ 18,720
10	30 Pza.	Mufa D 150 con aislantes y auxiliares para mufa D 150 (Unión de cable)	\$ 810/Pza.	\$ 24,300
				<u>2'275,930</u>

b).- ZONA COMERCIAL.

Las razones para hacer una distribución subterránea en una zona de este tipo son: alta densidad de carga, alto índice de confiabilidad requerido, costos de operación y mantenimiento y razones de orden estético.

En una distribución comercial subterránea, las normas de las dos compañías suministradoras indican que el sistema de alimentación secundaria será trifásica, 3F- 4H, 220/127 Volts, y en este caso tomando en cuenta que es una zona de baja densidad de carga, el sistema de distribución que mas conviene es el radial con las mismas ventajas y desventajas que se señalaron en el inciso anterior.

SELECCION DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

La capacidad del transformador se selecciona en base a la carga de demanda máxima de toda la zona comercial. Del capítulo No. 2 tenemos que la carga es 648.231 KVA, y por tanto se seleccionaron 2 transformadores del tipo pedestal de 300 KVA cada uno. Tomando en cuenta el factor de demanda diversificada los transformadores cubren la demanda máxima que les sea solicitada.

LOCALIZACION DEL TRANSFORMADOR

La localización de los transformadores es tipo pedestal se hace por lo general en sótanos, locales dentro de edificios o en espacios abiertos como parques o zonas de estacionamiento, en tal forma que este siempre protegido contra posibles incursiones de intrusos ajenos a la instalación eléctrica.

CALCULO Y SELECCION DE LOS ALIMENTADORES.

De manera semejante a como se realizó, el cálculo del calibre de los alimentadores se hizo para este caso y el resultado fué: El calibre del cable para la red de distribución secundaria es de 500 MCM.

Con esto también se cumple con las normas de CFE que exige tal calibre para una instalación de este tipo.

A continuación se da la lista de equipo y materiales que se requieren para la instalación de la red de distribución de energía en baja tensión a todos los establecimientos comerciales, como en el caso anterior únicamente enlistaremos los accesorios de la red de distribución secundaria; el equipo mayor se dará en otro párrafo.

Como se desconoce la distribución exacta de los comercios que hemos enlistado en el capítulo anterior, consideramos una acometida trifásica por cada uno de ellos.

LISTA DE ACCESORIOS DE LA RED SECUNDARIA COMERCIAL

(TRIFASICA)

<u>No.</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Unid.</u>	<u>D e s c r i p c i ó n</u>	<u>Precio Unit.</u>	<u>Precio total</u>
1	1,500	Mts.	Cable Vulcanel XLP-DCS calibre # 500 MCM (cuadruplex).	\$ 20,960 (100 Mts.)	312,900
2	300	Mts.	Cable Vulcanel XLP-DCS calibre #2 AWG.	4,595 (100 Mts.)	13,785
3	30	Pza.	Mufa T 150-35 con aislantes y auxiliares de Mufa T-150	895 (Pza.)	15,850
4	15	Tramos.	Tubo protector PVC 2560	130 (Tmo.)	950
5	60	Pza.	Abrazadera tubo P-PVC 60	24 (Pza.)	1,440
6	120	Pza.	Tornillo Máq. 9.5 x 60	350 (100 Pza)	700
7	60	Pza.	Tornillo Máq. 12.7 x 100	630 (100 Pza)	630
8	60		Placa identificación cable "B" plástica.	30 (Pza.)	1,800
9	30	Pza.	Terminal I 35 con aislantes y auxiliares de terminal I 35.	510 (Pza.)	15,300
					\$ 363,355.00

c).- ZONA INDUSTRIAL.

En ésta área no se tiene que instalar red secundaria, únicamente se le proporcionará energía trifásica en 23 Kv. en el lado primario a los dos transformadores de 1000 KVA cada uno. La red de distribución secundaria es un caso particular en este tipo de zonas y no entra dentro de nuestros alcances el considerarla.

d).- SERVICIOS PUBLICOS (Hospital- Zona de Bombeo).

En este caso ocurre algo parecido al inciso anterior.

Unicamente se proporcionará alimentación en el lado primario en 23 Kv, trifásica, a cada uno de los transformadores del hospital (2) y zona de bombeo (1), la red secundaria incluye, igualmente, consideraciones fuera del alcance de este trabajo por lo que no entraremos en mayores detalles de diseño.

III.3 RED DE ALUMBRADO PUBLICO

a) ALUMBRADO DE CALLES Y AVENIDAS

El objeto principal de alumbrado público (iluminación de calles, avenidas, plazas, áreas verdes) es la de producir una eficiente, aguda y - confortable visibilidad en la noche, ésto para tener una mayor seguridad - y protección en el tráfico de vehículos y peatones, y para dar una mayor - vistosidad a un conjunto urbano o residencial o industrial, o una combinados de los tres como es nuestro caso.

Esto es: que el alumbrado público, tomado como una herramienta de - auxilio, evita accidentes automovilísticos producidos por la obscuridad, reduce el vandalismo y los atracos, estimula el comercio y la industria en - las horas nocturnas y representa el aprovechamiento del avance tecnológico en el logro de una mayor comunicación humana de la comunidad urbana.

En iluminación los factores que influyen en forma directa para lograr una visibilidad de buena calidad son los siguientes:

- 1.- El brillo de un objeto en o cerca de la calle o avenida.
- 2.- El brillo general del medio ambiente de la calle o avenida.
- 3.- El tamaño de un objeto y su identificación detallada.
- 4.- El contraste entre un objeto y sus alrededores.
- 5.- La relación de iluminación del pavimento (brillo fotométrico) y los alrededores, vistas por el observador.
- 6.- El tiempo disponible para visualizar un objeto.
- 7.- El deslumbramiento.

Una buena visibilidad en calles y avenidas en la noche es el resultado de una iluminación que provee de un brillo adecuado al pavimento y - - además una iluminación uniforme y apropiada en las áreas adyacentes, así - como una libertad de deslumbramiento razonable.

FUENTES LUMINOSAS

Las lámparas eléctricas se clasifican por la naturaleza de sus componentes en dos grupos principales, que son:

- Lámparas de incandescencia
- Lámparas de descarga.

En la actualidad las lámparas incandescentes son de uso muy reducido. Aunque en la actualidad se ha logrado desarrollar una lámpara incandescente de cuarzo-yodo o de halógenos en general se puede decir que las lámparas incandescentes deben su uso reducido a su baja eficiencia.

Las lámparas de descarga se dividen en tres grupos:

- a).- Lámpara de vapor de mercurio.
- b).- Lámpara de vapor de sodio alta y baja presión.
- c).- Lámpara fluorescente.

Esta última es una combinación de vapor de mercurio a baja presión y un gas inerte (Argón).

De los tres grupos, la lámpara de vapor de sodio alta presión ha revolucionado los sistemas clásicos de alumbrado público de los últimos años -- ya que su gran eficiencia de lumen/watt ha alcanzado valores nunca antes imaginados. La ventaja de una lámpara de vapor de sodio alta presión sobre una de baja presión está en el color de la luz emitida por cada una de ellas.

La baja presión de una luz amarilla que hace que no se puedan distinguir los colores, produciendo una sensación desagradable en contraste con la luz casi blanca de una lámpara de SAP.

Para tener una mayor idea acerca de la ventaja de una lámpara de VSAP sobre una lámpara de VM de 400 watts cada una, damos las características principales para cada una de ellas:

DESCRIPCION	LUMENES INICIALES	EFICIENCIA LUMINOSA	VIDA PROMEDIO	PROMEDIO DE COLOR (°K)
VM	22,500	56.2	24,000	3,900
VSAP	50,000	125.00	24,000	2,100

En la figura No. 3.4 veremos en forma más clara la comparación de eficiencias de todos los tipos de lámparas que se utilizan en un alumbrado público.

CLASIFICACION DE VIAS

La "American National Standard Practice for Roadway Lighting", recomienda la siguiente clasificación para una iluminación horizontal promedio en luxes:

TIPO DE ARTERIA	TIPO DE ZONA		
	COMERCIAL	INTERMEDIA	RESIDENCIAL
VIAS PRINCIPALES	22	15	11
VIAS DE TRAFICO INTENSO (COLECTORES)	13	10	6
VIAS DE TRAFICO MEDIANO (LOCALES)	10	6	4
VIAS DE TRAFICO LIGERO (CALLEJONES)	6	4	4

El tipo de carpeta que tendremos en todas las arterias del fraccionamiento es obscuro y el nivel adecuado de iluminación mínima que se deberá tener es de 20 luxes de acuerdo a tablas de la ANSI/IES.

CALCULOS

El diseño de un sistema de alumbrado envuelve varias variables como son los factores relativos a la visibilidad, incluyendo además los factores económicos y estéticos. La experiencia indica los siguientes pasos a seguir en la elaboración de un proyecto de alumbrado para obtener un mejor diseño:

- 1.- Determinación del nivel de iluminación. Según la vía y su clasificación de acuerdo a normas.
- 2.- Hacer un prediseño en donde se contemple la manera en que se iluminará la localidad, tipos y capacidades de las fuentes de luz y la altura de montaje más apropiada que se utilizarán en el área a ser iluminada.

- 3.- Selección del tipo de distribución de las luminarias que se utilizan en los cálculos de prueba.
- 4.- Efectuar los cálculos utilizando varias alternativas en cuanto a tipos de fuentes de luz y capacidades, tipos de luminarias, alturas de montaje y condiciones de mantenimiento para determinar el espaciamiento, localización de las luminarias y nivel de iluminación logrado (promedio y mínimo).
- 5.- Comparación de los cálculos en diferentes sistemas para determinar los factores relativos de uniformidad, economía, deslumbramiento deseable e iluminación en todas las calzadas.
- 6.- Selección del diseño final o vuelta a comenzar el diseño siguiendo todos y cada uno de los pasos mencionados en los puntos anteriores.

En caso de tener determinada la altura de montaje y la capacidad de las luminarias, así como el tipo de lámpara, el nivel de iluminación se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{ILUMINACION INICIAL} &= \frac{(\text{LUMENS INIC. LAMP.})(\text{COEF. DE UTILIZ.})}{\text{AREA DEL PAVIMENTO POR LUMINARIA}} \\ &= \frac{(\text{LUMENS INIC. LAMP.})(\text{COEF. DE UTILIZ.})}{(\text{ESPACIAMIENTO/LUMINARIAS})(\text{ANCHO DEL ARROYO})} \end{aligned}$$

y para obtener el valor promedio de iluminación, ésta fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{ILUMINACION PROMEDIO} = \frac{(\text{L. I. LAMP.})(\text{C.U.})(\text{FACTOR CONSERVACION})}{(\text{ESP./LUMINARIAS})(\text{ANCHO DEL ARROYO})}$$

El factor de conservación se divide a su vez en dos factores:

Factor de Depreciación

Factor de Conservación por suciedad

Además hay que aplicar el "factor lámpara" (relación entre el flujo emitido por la lámpara en la posición en que se instala y el flujo que emite en la posición vertical) que tiene un valor de 0.95 únicamente --- cuando la lámpara se instala en la posición próxima a la horizontal (posición del portalámpara 2 según catálogo del fabricante).

El factor de uniformidad de iluminación debe de ser de 3:1 en todas las arterias del conjunto urbano.

Por otra parte, si partimos del hecho de que no se conoce ni la capacidad ni el tipo de lámpara y tampoco se conoce la altura de montaje - y el espaciamiento entre luminarias menos, entonces tenemos que atacar - el proyecto de la siguiente manera:

- 1.- Determinar el nivel de iluminación requerido
- 2.- Utilizar la siguiente relación:

$$\text{Nivel de iluminación (E)} = \frac{\text{Lumenes}}{\text{Area}}$$

- 3.- Para la selección de la capacidad más adecuada dependiendo del tipo de lámpara seleccionada (VSAP ó VM) aplicamos la siguiente relación:

$$\text{CAPACIDAD (WATTS)} = \frac{\text{LUMENES REQUERIDOS}}{\text{LUMENES/WATT EMITIDOS POR LA LAMPARA.}}$$

- 4.- Aplicar un factor de conservación total de 0.5 para cualquier - tipo de lámpara utilizada en el punto anterior.
- 5.- Para determinar la distancia interpostal se utilizará ahora la fórmula dada para hallar la iluminación promedio, pero se despejará la distancia interpostal, o sea la distancia entre luminarias.
- 6.- Para hallar la altura de montaje en una primera aproximación - utilizamos la siguiente relación:

$$\text{ALTURA DE MONTAJE (Hm)} = (\text{COEFICIENTE DE UTILIZACION}) \times (\text{ANCHO DEL ARROYO - LONG. BRAZO})$$

Es práctica común y usual el que la altura de montaje y el espaciamiento entre las luminarias este dado en función de experiencias, en construcción - de la siguiente manera:

ALTURA DE MONTAJE (Hm) = ANCHO DE LA CALLE

DISTANCIA INTERPOSTAL = 4 (Hm).

de donde se deduce que no siempre se tendrán que hacer los cálculos correspondientes, para llevar a cabo un sistema de alumbrado para calles de una manera correcta y precisa.

CALCULO DEL NIVEL LUMINOSO EN LAS CALLES

Definición del problema:

- 1.- Espaciamiento = 60 metros
- 2.- Lámpara = VSAP
- 3.- Capacidad= 400 Watts, 50000 lumenes iniciales
- 4.- Altura de montaje = 9 metros
- 5.- Luminaria = ANSI/IES TIPO M-N-III
- 6.- Saliente del brazo= 1.60 metros
- 7.- Posición del portalámpara= 2 (.95)
- 8.- Ancho de las vías = 10 metros
- 9.- Arreglo de las luminarias = unilateral en oposición

Determinar el nivel luminoso, ver figura 3.5

La fórmula para determinar el nivel luminoso es la siguiente:

$$E_{\text{PROM}} = \frac{L_{\text{iniciales}} \times \text{F.C.} \times \text{C.U.}}{\text{Ancho} \times \text{Espaciamiento}}$$

Donde: F.C. = F.S. x F.D. x F.L.

F.C.= Factor de conservación

F.S.= Factor de suciedad (.85)

F.D. = Factor de decremento (.91)
 F.L. = Factor de lámpara (Posición) (.95)
 C.U. = Coeficiente de utilización.

El coeficiente de utilización para la luminaria y se obtiene en base a las siguientes consideraciones (Ver Figs. 3.4 y 3.7b):

a).- Relación lado calle = $\frac{\text{Ancho sección-saliente del brazo}}{\text{Altura de montaje}}$
 $= \frac{10-1.6}{9} = 0.93 \Rightarrow 0.39$

Relación lado casa = $\frac{\text{Saliente del brazo}}{\text{Altura de montaje}}$
 $= \frac{1.6}{9} = 0.17 \Rightarrow 0.06$

La suma: C.U.y = $0.39 + 0.06$
 $= 0.45$

b).- Se considera que la unidad X contribuye con luz a la sección considerada; por lo que respecta al C.U. del lado de la casa.

Relación lado casa = $\frac{\text{Ancho de la sección + saliente del brazo}}{\text{Altura de Montaje}}$
 $= \frac{10 + 1.6}{9} = \frac{11.6}{9} = 1.28 \Rightarrow 0.16$

Pero los 1.6 metros de la longitud considerada como contribuyente no caen dentro de la sección en estudio, entonces el C.U. correspondiente debe ser restado al ya calculado de 0.16:

Relación lado casa fuera de la sección estudiada (Luminaria X) = $\frac{\text{Saliente del brazo}}{\text{Altura de montaje.}}$
 $= \frac{1.6}{9} = 0.17 \Rightarrow 0.06$

La resta:

$$C.U. X = 0.16 - 0.06 = 0.1$$

De donde el coeficiente de utilización total será de:

$$\begin{aligned} C.U. TOTAL &= C.U. Y + C.U. X \\ &= 0.45 + 0.1 \\ &= 0.55 \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$\begin{aligned} E_{prom} &= \frac{50000 (0.85) (0.91) (0.95) (0.55)}{(10 \times 60)} \\ &= 33.332 \text{ luxes} \end{aligned}$$

Los cálculos indican que con un espaciamiento de 60 metros, ver figura 3.6, y una altura de montaje de 9 metros, ver figura 3.12. Se obtuvo un nivel de iluminación promedio de 33.33 luxes; verifiquemos ahora el nivel luminoso en el punto A que se indica en el croquis de la figura 3.6.

Para ello, utilizamos la curva ISOLUX de la figura 3.7a y transportamos a esa gráfica nuestras guarniciones tomando como base el centro local; o sea el valor cero, a partir de ese punto cualquier medida que se ubique en esa gráfica deberá de estar en relación a la altura de montaje (Distancia transversal/altura de montaje o distancia longitudinal/altura de montaje) de donde tenemos lo siguiente (ver fig. 3.5):

$$\text{Partiendo de cero a guarnición interior} = \frac{1.6}{9} = 0.17 \text{ (Lado acera)}$$

$$\text{Partiendo de cero a guarnición exterior} = \frac{8.4}{9} = 0.93 \text{ (Lado calle)}$$

El punto A, está situado a 30 metros de una luminaria y por lo tanto tenemos la siguiente relación:

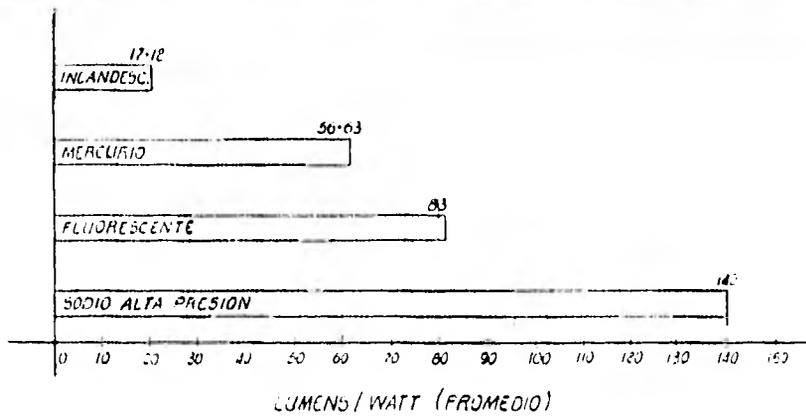


FIGURA 3.4 EFICIENCIAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE LUMINARIAS

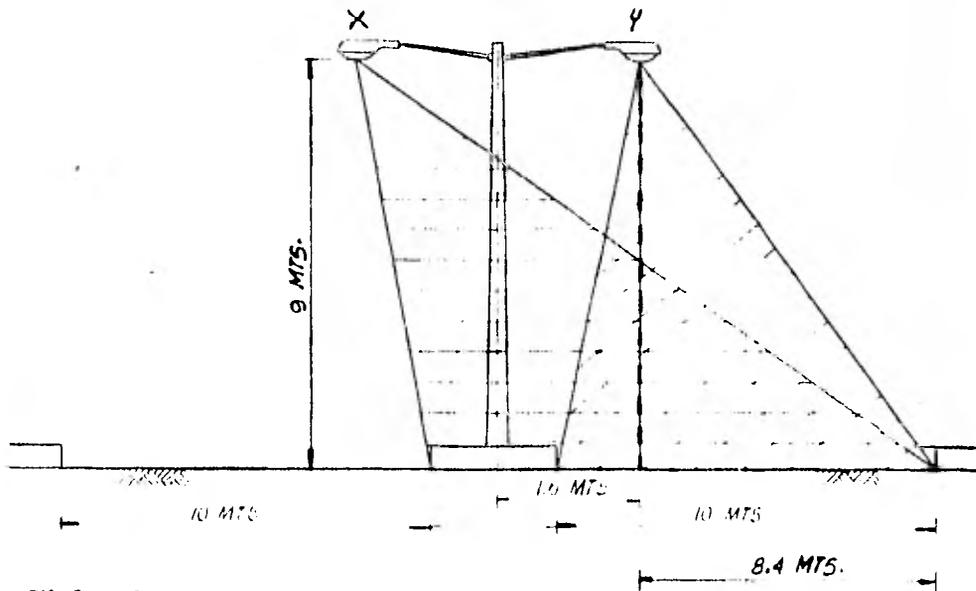


FIGURA 3.5

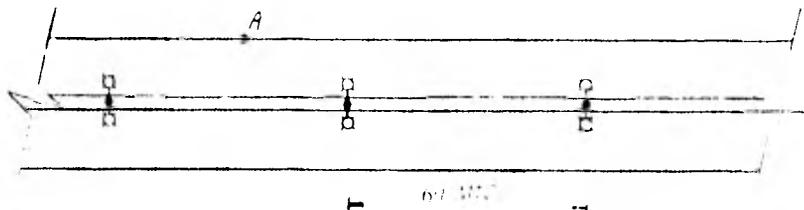
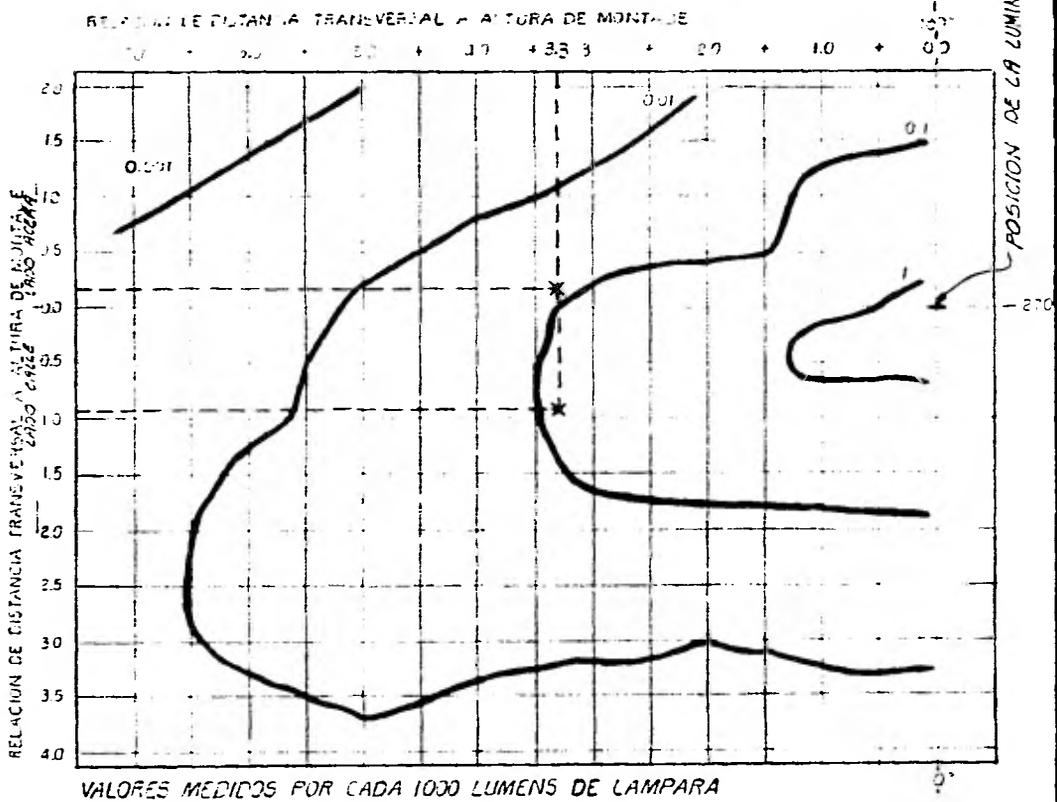
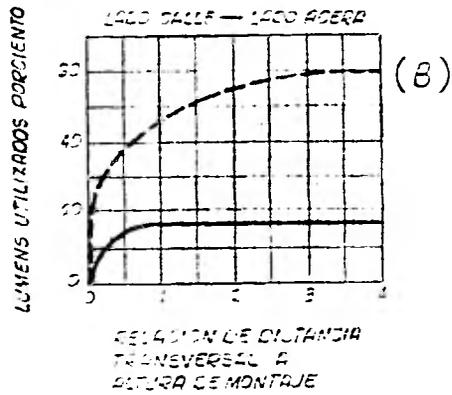


FIGURA 3.6 EFICIENCIA INTERESTRUCTURAL (P.P.)

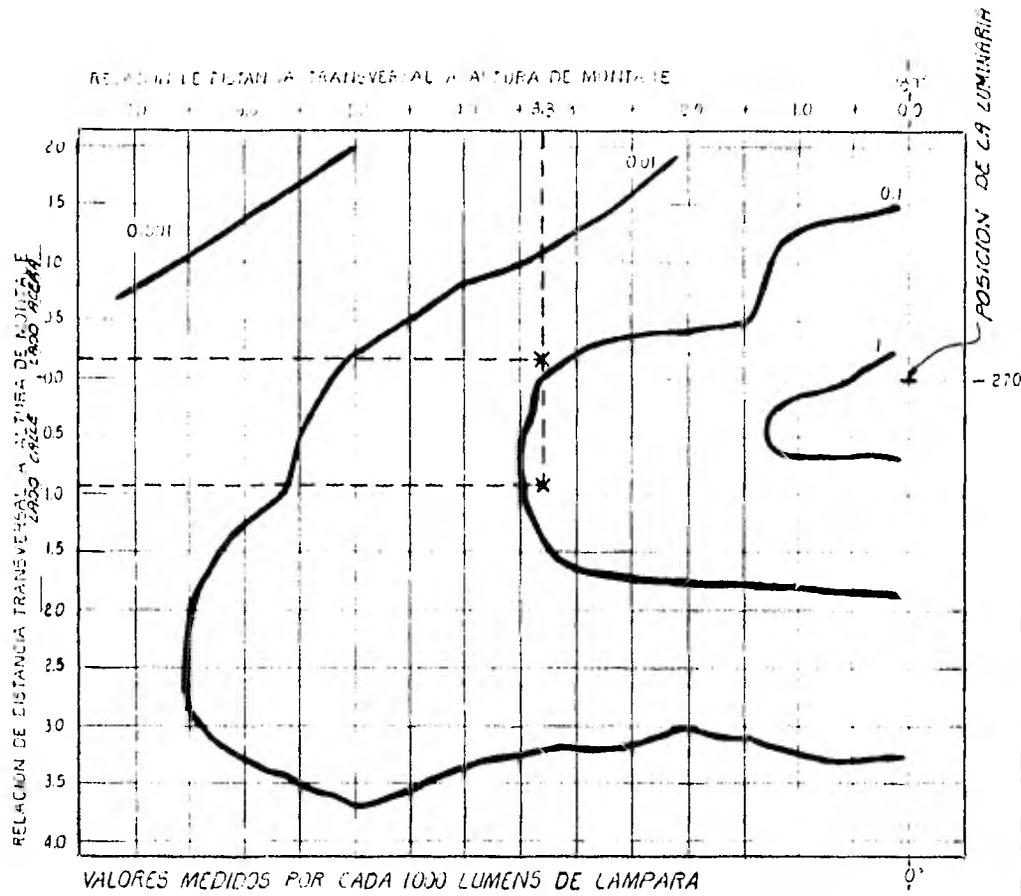


(A)

FIGURA 3.7 - CURVA DE NIVELES DE ILUMINACION

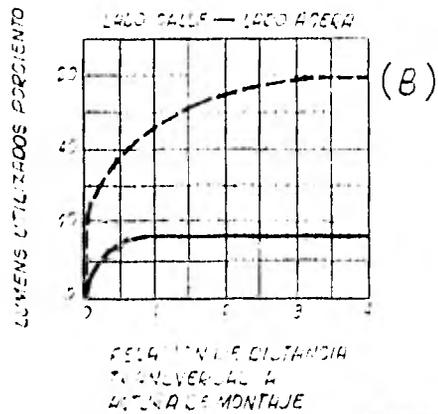


(B)



(A)

FIGURA 3.7: CURVA DE NIVELES DE ILUMINACION



$$\frac{30}{9} = 3.33$$

la cual la transportamos al diagrama isolux, (ver Fig. 3.7a) en donde:

Tenemos : $0.1 \times 50 = 5$ luxes

Por tener dos luminarias $5 \times 2 = 10$ luxes.

b).- ALUMBRADO DE PARQUES Y JARDINES

El criterio que se sigue para iluminar las áreas verdes difiere de los criterios que se aplican en el alumbrado de calles y avenidas. Aquí el objetivo es el factor visual de las áreas de recreo por la noche. Esto se logra utilizando una luz mercurial color claro. Esta fuente de luz es excelente para hacer resaltar el color verde del follaje. Por lo tanto, el alumbrado que se utilizará en los parques y jardines será tipo mercurial de color -- claro. Para lograr que el conjunto arquitectónico sea atractivo a los residentes del fraccionamiento se utilizará una unidad de alumbrado atractiva, diseñada especialmente para este tipo de áreas, la cual se puede ver en la fig. No. 3.9.

Las lámparas de vapor de mercurio serán de 400 WATTS, en todos los casos.

CALCULO DEL NIVEL DE ILUMINACION

El nivel de iluminación se calcula en función de la altura de montaje y del área que deba cubrir una luminaria, utilizando las siguientes relaciones:

$$\text{RELACION} = \frac{\text{DISTANCIA LONGITUDINAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$$

$$\text{RELACION} = \frac{\text{DISTANCIA TRANSVERSAL}}{\text{ALTURA DE MONTAJE}}$$

Con los valores resultantes, cuando se sustituyan valores reales, se entra en la curva Isolux, ver Fig. 3.8, de la luminaria elegida dada por el fabricante, y se obtiene el nivel de iluminación directamente al intersectarse dos rectas en un punto de la curva como se ve en la gráfica de la Fig. 3.8.

CARGA DE ALUMBRADO

La carga de alumbrado está dada por la suma de la carga compuesta -- por las luminarias de calles y avenidas y por la carga de las luminarias de parques jardines, la cuales se resumen de la siguiente manera:

	POSTES	No. LAMPS.	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA (WATTS)	FACTOR BALASTRO	CARGA (KW)
PARQUES	18	74	VM	400	1.25	36
ZONAS VERDES	42	168	VM	400	1.25	84
AVENIDAS	24	24	VSAP	400	1.25	12
CALLES	<u>192</u>	<u>384</u>	<u>VSAP</u>	<u>400</u>	<u>1.25</u>	<u>192</u>
TOTAL	276	648				324

La carga de 324 KW nos da como resultado una carga de 381.20 KVA al dividirla entre 0.85 (F.P.)

Dicha carga se alimentará desde la red primaria con sistema de voltaje monofásico a través de transformadores exclusivamente de alumbrado.

SELECCION DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO

En base a un estudio similar que se hizo para seleccionar la capacidad del transformador de la red de distribución, se obtiene la capacidad de los transformadores para la red de distribución de alumbrado. En base al estudio económico dado en la tabla de la figura No. 3.11, la capacidad óptima del transformador elegida es de 15 KVA. El transformador alimentará tres circuitos de 8 lámparas como máximo cada uno.

LOCALIZACION DE LOS TRANSFORMADORES DE ALUMBRADO

Los transformadores de alumbrado se localizaron, en el fraccionamiento como se marca en el plano No. 81-EL-04, de tal manera que los circuitos no tuvieran una longitud muy excesiva que hiciera que la regulación del voltaje fuera demasiado alta.

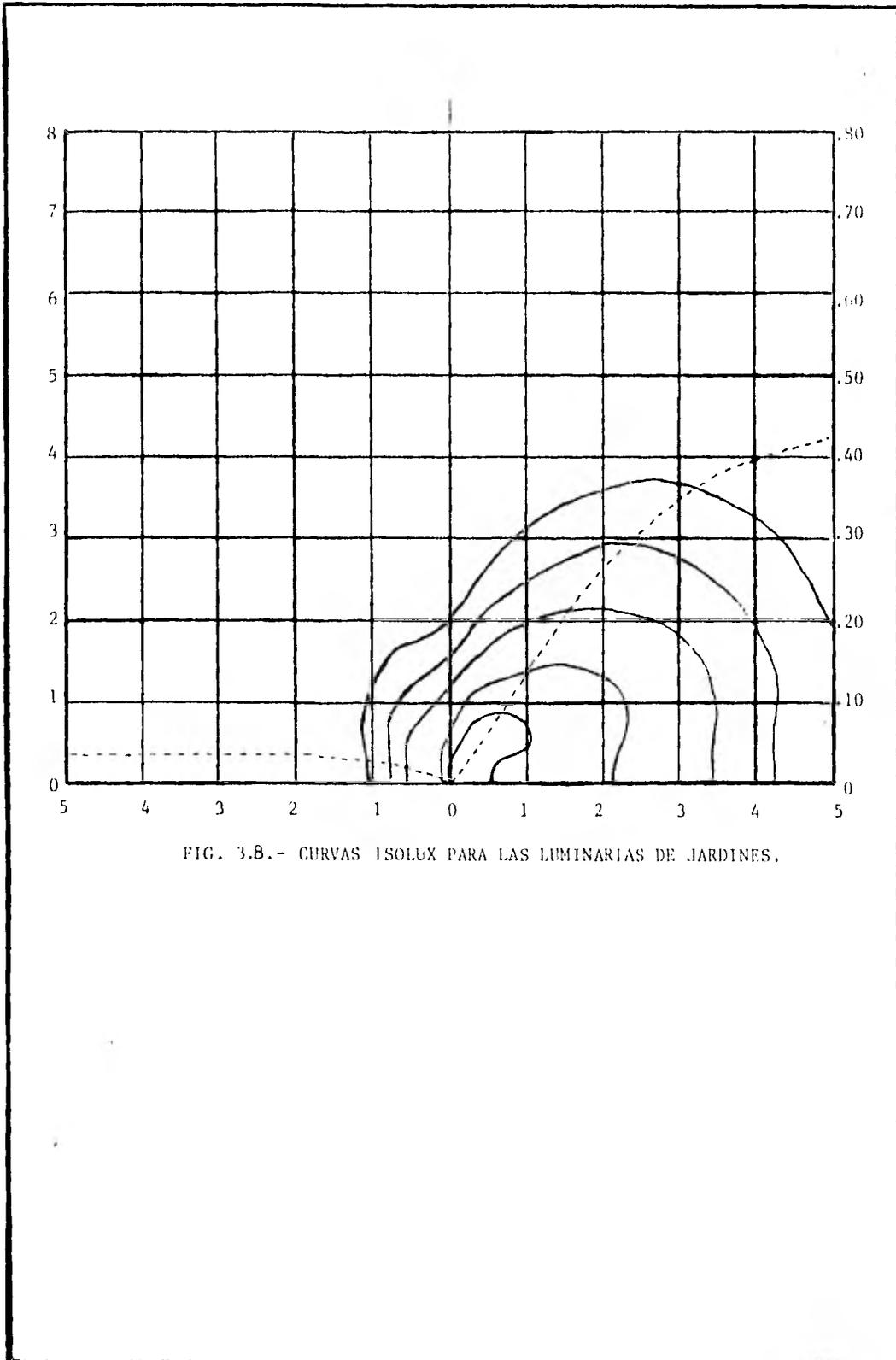


FIG. 3.8.- CURVAS ISOLUX PARA LAS LUMINARIAS DE JARDINES.

CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control típico para los circuitos de alumbrado público es el que se muestre en la Fig. No. 3.10. Dicho circuito de control funciona por medio de una fotocelda que al bajar el nivel luminoso, la bobina de la fotocelda se activa, cerrándose con ello los contactores provocando el encendido de las lámparas del circuito que estén controlando.

- Cada una de las fotoceldas controla un máximo de 8 lámparas de 400W.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO PUBLICO EN BAJA TENSION

Para el cálculo del calibre de los alimentadores, se utilizó la metodología ya descrita anteriormente, como es: El método por caída de voltaje.

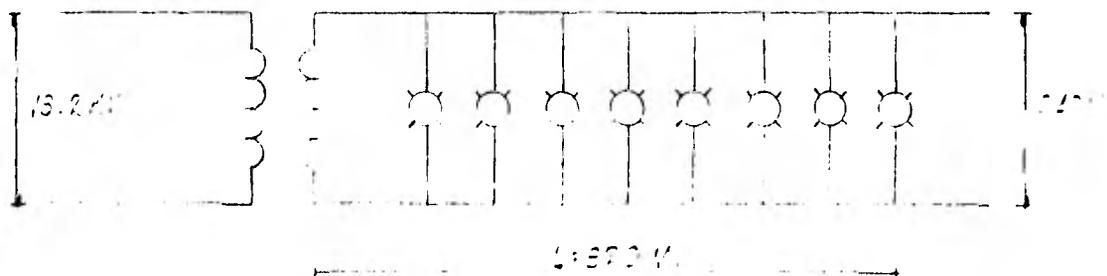
El método por capacidad de conducción

El método de las impedancias.

El calibre se determinó en base al método de la impedancia, como vemos a continuación:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Se tiene un transformador de 15 KVA, dicho transformador alimenta 3 circuitos de alumbrado de 8 lámparas de 400 W c/u, uno de los cuales es el siguiente:



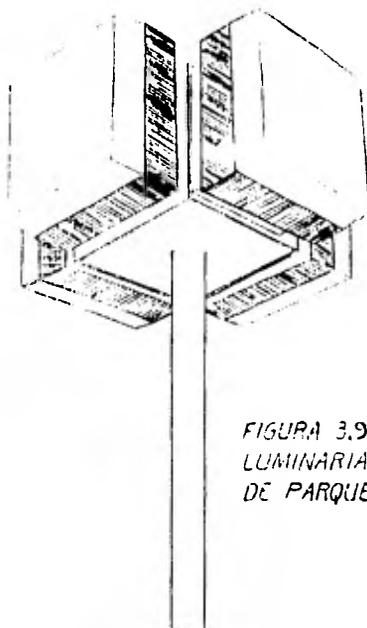
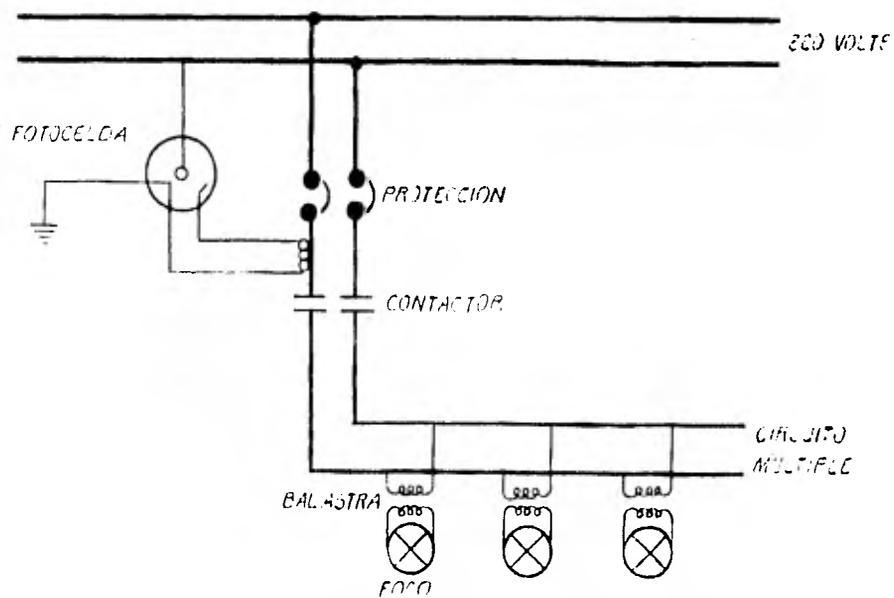
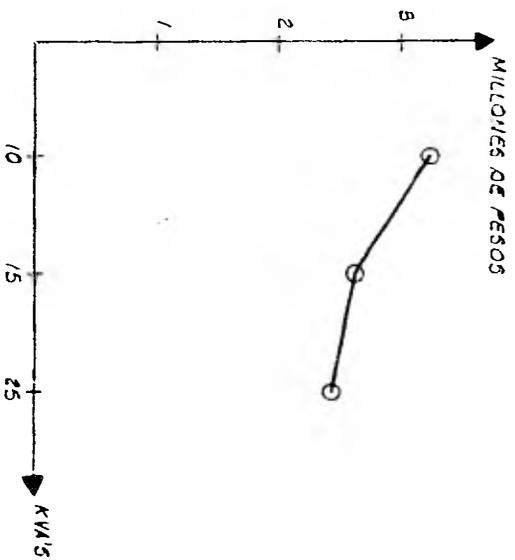


FIGURA 3.9
LUMINARIA TIPICA PARA ALUMBRADO
DE PARQUES Y JARDINES

FIGURA 3.10 - CIRCUITO PARA ALUMBRADO DE CALLES





TRANSFORMADORES				ACCESORIOS				CABLE DISTRIBUCION SEC. ALUMBRADO				COSTO TOTAL SUMA DE COSTOS ALTERNATIV.	
CAP KVA	CANT. PZA.	P/U \$	TOTAL \$	CANT. PZA.	P/U \$	TOTAL \$	CAL AVG	P/100 \$	CANT. MTS.	TOTAL \$	TOTALES	ALTERNATIV.	
10	54	48,600	2,636,400	108	1,462	157,896	2	3,400	21,600	784,400	3,246,	296,000	
15	86	46,800	1,756,800	72	1,462	105,264	2	3,400	21,600	784,400	2,596,	464,000	
25	27	60,400	1,680,800	54	1,462	78,948	2	3,400	21,600	784,400	2,444,	180,000	

FIGURA 3.11 - ESTUDIO COMPARATIVO DE PRECIOS PARA LOS TRANSFORMADORES DE ALUMBRADO

Tenemos que:

Watts P/Lamp = 400 W + 25% = 500 W. (25% = Factor de carga del balastro)

P= 588.23 VA = 0.588 KVA.

CORRIENTE POR LAMPARA:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{0.588 \text{ KVA}}{0.240 \text{ KV}} = 2.45 \text{ AMP.}$$

CORRIENTE TOTAL: $I_{\text{total}} = 8 (2.45) \text{ AMPS.}$

$$I_{\text{total}} = 19.60 \text{ AMPS}$$

Caída máxima permitida por circuito: 3% (Según reglamentos y normas)

$$ZI = 7.2 \text{ V}$$

$$V_g = V_r + ZI \quad (1)$$

$$V_g = 240$$

$$V_r = 240 - 7.6 = 232.4$$

$$I = 19.6 \text{ AMPS}$$

Sustituyendo valores en (1)

$$240 = 232.4 + Z (19.6)$$

$$Z = \frac{240 - 232.4}{19.6} = 0.38$$

Seleccionamos un calibre #4 AWG (Tablas de Condumex, cable Vucanel

XLP-DRS 600 V. PUB. H.T. 925.3 Mayo 1975).

ESPECIFICACION DE LUMINARIO PARA CALLES Y AVENIDAS

El luminario deberá ser marca Cromalite y debe consistir de un cuerpo de aluminio fundido a presión, un marco porta-reflector, un módulo de potencia, sin control fotoeléctrico automático, el adaptador - deslizante deberá de tener dos tornillos, que podrán apretarse interna y externamente, y deberá de ser capaz de adaptarse a un brazo tubular - de 31 a 50 mm. (1-1/4 a 2") sin requerir el reajuste de las partes de - montaje y deberá poderse ajustar a $\pm 5^\circ$ de la horizontal.

El conjunto óptico consistirá de un reflector de aluminio, recu - bierto por una capa de Vitriflex (vidrio flexible transparente), un - portalámparas ajustable a 12 posiciones (3 verticales y 4 horizontales) colocado en un recipiente fundido a presión, ajustable desde el inte - rior del conjunto óptico, un filtro de carbón activado para filtrar - tanto partículas como gases, un empaque de etileno propileno termopolí - mero que servirá como sello entre el reflector y el refractor , un re - fractor prismático de acrílico. La distribución luminosa deberá de - ser tipo IES, el MODULO de potencia deberá contener un balastro avan - ce integrado y deberá ser fácil de remover y reemplazar mediante el - uso de clavijas de desconexión rápida. El balastro deberá estar prea - lambrado al porta-lámpara y a la tablilla de conexiones.

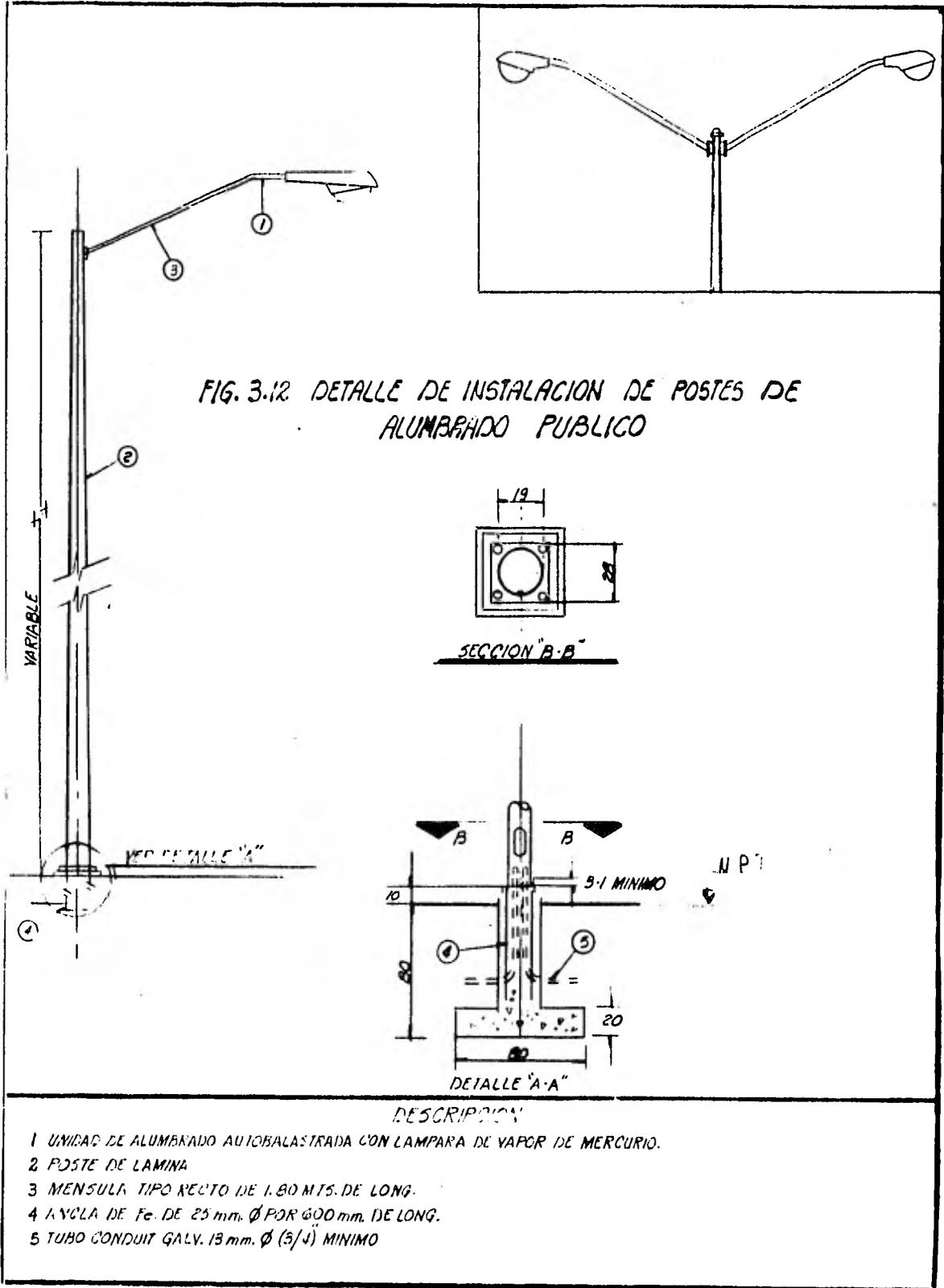
El balastro deberá operar una lámpara de 400 Watts Vapor de Sodio Alta Presión desde una red de alimentación nominal de 240 Volts, 1 - fase, 60 Hz. y ser capaz de encender y operar la lámpara dentro de los límites especificados por sus fabricantes.

El montaje típico de las luminarias se puede observar en la Fig. 3.12

ESPECIFICACION DE LUMINARIO PARA PARQUES Y JARDINES

El luminario deberá ser marca HOLOPHANE MODULE 600 y debe consistir de un cuerpo de aluminio anodizado negro mate, donde se encuentran ocultos los elementos de soporte y alambrado, así como su reactor integral. En caja de aluminio fundido con sellado efectivo y bisagra para fácil mantenimiento. Con control foto-eléctrico por circuito.

Estará diseñado con el refractor HOLOPHANE "ENDURAL" resistente a la vibración y a los cambios bruscos de temperatura, con un sistema óptico diseñado para entregar una iluminación máxima con mínima brillantez para un rango en capacidad de lámpara hasta de 400 W. Vapor de mercurio, vapor de sodio alta presión ó metalarc; y con un reflector de aluminio pulido que redirija los rayos luminosos de la lámpara sobre la superficie del refractor de cristal prismático (Ver fig. 3.9).



LISTA DE ACCESORIOS PARA LA RED DE ALUMBRADO PUBLICO

No.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	60	Pza.	Poste tipo jardín o punta de poste de 7 mts. de alt.	21,000	1'260.000
2	216	Pza.	Poste tipo látigo cónico de 9mts. - de altura.	23,800	5'140.800
3	408	Pza.	Luminaria auto-balastrada marca CROMALITE, VSAP.	10,500	4'284.000
4	240	Pza.	Luminaria auto-balastrada marca HOLOPHANE, tipo-module 600 VM.	10,000	2'400.000
5	408	Pza.	Lámpara de valor de Sodio Alta - Presión de 400 W.	2,800	1'142.000
6	240	Pza.	Lámpara de Vapor de Mercurio de 400 W.	2,520	604,800
7	81	Pza.	Contactador-Interrup tor para 240 V., - 30 A, monofásico, 60 Hz.	5,390	436,590
8	81	Pza.	Fotocelda de 1000 Watts, 1800 VA, - 240 V.	800	64,800
9	37, 420	Mts.	Cable monopolar XLP para 600 V. calibre #4AWG.	3,500 \$/100 Mts.	1'309,700
10	552	Pza.	Conectores	225	124,200
11	162	Pza.	Abrazaderas para el contactor	80	12,960
12	1104	Pza.	Monitor	10	11,040
13	162	Rollos	Elementos varios: cintas aislantes.	150	24,300
14	27	Pza.	Varilla Copper Weld. de 3 Mts. de longitud	1'237.92 Kg. (30 Kg.)	<u>61,890</u> \$16'877,080

III.4 - RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA

a) ZONA HABITACIONAL

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:

- Alta confiabilidad de servicio
- Una buena regulación de voltaje
- Costos de operación y mantenimiento razonables.

SELECCION DEL TIPO DE ALIMENTACION

Entre los sistemas propuestos para este fin. mencionamos a continuación, algunos de ellos:

- a) ALIMENTADOR RADIAL (ver fig. 3 . 13), provee una trayectoria única entre la fuente de alimentación y el área de carga, este tipo de - distribución ha sido tratado y desarrollado ampliamente en el tema de red de distribución secundaria.
- b) ANILLO ABIERTO (ver Fig. 3 . 14), consiste de dos o más alimentadores radiales a través de rutas separadas alimentadas desde una subestación o varias y se unen por medio de seccionadores normalmente abiertos en un punto de unión previamente determinado por el proyectista.
- c) ALIMENTACION SELECTIVA (ver fig. 3.15), consiste en dos alimentadores radiales que pueden partir de la misma subestación de distribución o de diferentes. Este sistema se usa típicamente en cargas - críticas, tales como hospitales y plantas de proceso de manufactura donde no son necesariamente grandes, pero si significativamente importantes.
- d) MALLA SECUNDARIA La malla secundaria de distribución consiste en varios transformadores localizados en una área urbana y conectados a un sistema formando una extensa malla de distribución de energía que alimentará a los usuarios según lo requieran sus necesidades.

SISTEMA RADIAL

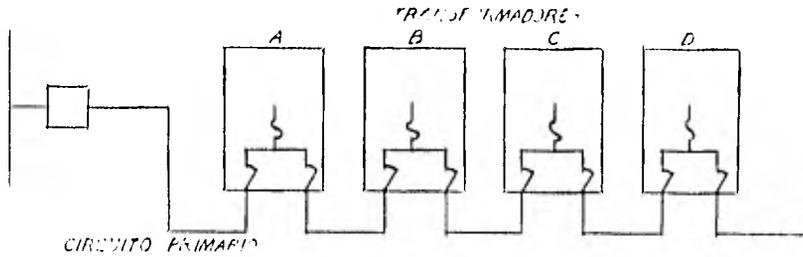


FIGURA 3-13

SISTEMA EN ANILLO CON OPERACION RADIAL

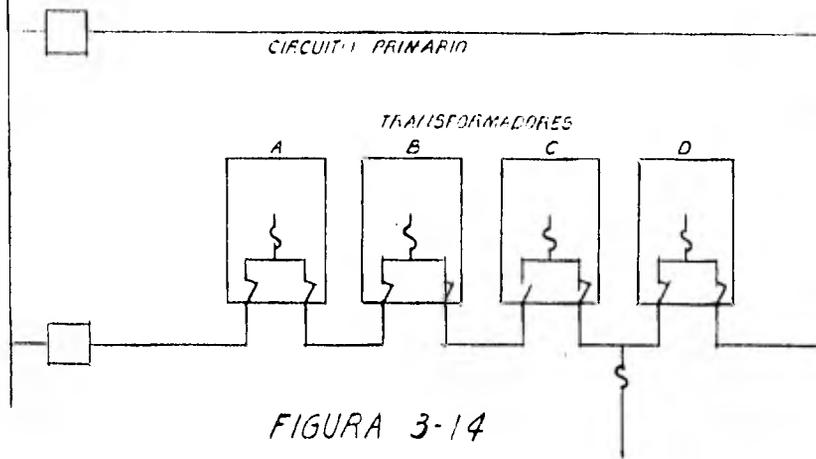


FIGURA 3-14

ALIMENTACION SELECTIVA

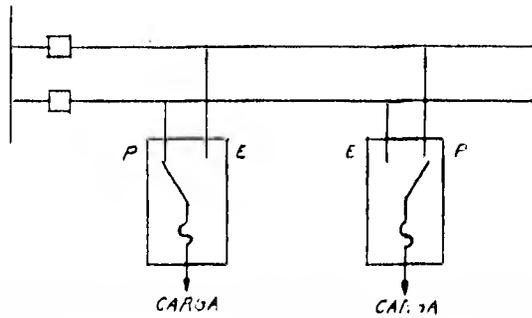


FIGURA 3-15

Se utilizan un cierto número de circuitos primarios independientes usualmente 4 o más para alimentar los transformadores.

Este tipo de sistema proporciona la mas alta confiabilidad en la - continuidad del servicio, ya que una falla en un alimentador o en un transformador no provoca interrupciones.

Este tipo de sistema es adecuado para alimentar áreas urbanas con una alta densidad de carga, pero generalmente no es adecuada para alimentar a baja tensión zonas con grandes cargas concentradas.

e).- SERVICIO EN MALLA SECUNDARIA (mancha de red).- El servicio secundario en malla consiste en por lo menos dos y hasta 6 transformadores tipo malla localizados en la misma bóveda, cada transformador esta normalmente alimentado por un circuito primario independiente. Este tipo de servicio es adecuado para alimentar grandes cargas concentradas.

Para llevar a cabo la selección del tipo de alimentación más adecuada en los sistemas primarios de distribución, se hicieron las consideraciones siguientes:

a).- ECONOMICO.- El costo comparativo de los sistemas mencionados - del mas económico al más caro, incluyendo la línea aérea:

- Aéreo
- Radial
- Anillo abierto
- Alimentación selectiva
- Malla Secundaria.

Es evidente que el costo del sistema se incrementa en función de la complejidad del diseño. Por ejemplo un sistema radial con operación en anillo - con equipo sofisticado de seccionalización y capacidad de carga suficiente

puede llegar a costar mas caro que un sistema de alimentación selectiva con seccionadores manuales.

Las consideraciones económicas incluyen costos de materiales y equipo, - costos de instalación, pérdidas de energía en cables y transformadores, capacidad de reserva en previsión del incremento de carga, costos de - operación y mantenimiento, cargos contables etc. El aspecto económico es sólo uno de los factores para seleccionar un sistema y existen otros factores de mayor importancia que deben tomarse en cuenta.

b).- INSTALACION DEL CABLE.- Puede ser en ductos o directamente ente - rados, actualmente los sistemas subterráneos son predominantemente enterrados. La economía que se obtiene con este tipo de instala - ciones es muy significativa.

c).- CONFIABILIDAD - La confiabilidad se refiere a la calidad del ser - vicio en base a la prescencia o auscencia de tensión en el servicio del consumidor. Una selección comparativa de los sistemas menciona dos del menos confiable al más confiable será:

- Radial
- Anillo abierto
- Alimentación Selectiva
- Malla secundaria.

Desde el punto de vista del consumidor, el número y la duración de las - interrupciones es lo más importante. Las fallas en los circuitos prima - rios son las causas predominantes de las interrupciones.

El control de la confiabilidad de servicio incluye el diseño, construcción y operación de los sistemas de distribución.

d).- CORROSION.- Los dos problemas mas frecuentemente encontrados son la degradación por corrosión de los alambres de cobre estañado de los ca - bles con neutro concéntrico directamente enterrados y la corrosión en los tanques de los transformadores.

Se puede reducir la corrosión al instalar una protección catódica a base de anodos de zinc o magnesio conectados a los alambres concéntricos.

Ahora bien, una vez hecho las consideraciones necesarias, para la selección más adecuada del tipo de sistema a ser utilizado en los sistemas primarios de distribución, la Comisión Federal de Electricidad, ha normalizado que para los nuevos diseños de fraccionamientos con distribución subterránea, los circuitos primarios principales tendrán una configuración en anillo con operación radial, en condiciones de operación normal el anillo estará abierto aproximadamente en su centro de carga.

A continuación se presenta una descripción más detallada de los que es un sistema en anillo con operación radial. Como ya se dijo anteriormente, el sistema consiste de dos o más alimentadores radiales a través de rutas separadas alimentados desde una subestación o varias que se unen por medio de seccionadores normalmente abiertos en el punto de unión.

Los alimentadores y los componentes del anillo deben tener la capacidad y regulación adecuada para alimentar en un momento dado todo el anillo por uno de sus extremos.

La falla de una sección de uno de los alimentadores normalmente no provoca una interrupción prolongada del servicio. Se tiene interrupciones prolongadas en cargas individuales si se interrumpe el servicio en todas las fuentes de alimentación en el área o si la carga mencionada está conectada a una sección con falla y no puede ser transferida a otra sección sin falla.

Se utilizan normalmente seccionadores manuales para aislar la sección fallada de línea y alimentar el resto del sistema por medio de las secciones no falladas. De tal forma que el servicio se pueda restablecer rápidamente.

Este es probablemente el tipo de alimentador mas utilizado. Es aplicable a cargas residenciales y comerciales, las cuales aunque importantes, generalmente no son críticas.

El sistema de anillo abierto es el más práctico para lograr una confiabilidad razonable con la utilización de seccionadores automáticos o por medio de control supervisorio de más adecuada capacidad en los alimentadores se puede obtener un sistema altamente confiable y flexible en el que las fallas en las líneas crean unicamente interrupciones de corta duración a los usuarios.

El esquema más utilizado es con el uso de seccionadores manuales - que traen como consecuencia interrupciones más prolongadas, pero se prefiere su utilización por razones económicas.

Al diseñarse el sistema debe considerarse que tanto la carga completa del anillo como la carga futura prevista debe de poder ser alimentada por cualquiera de los extremos del anillo.

Los inicios del anillo pueden estar conectados de alimentadores iguales o diferentes pero deben estar conectados a la misma fase o fases. Se deberá tener cuidado al paralelar alimentadores durante operaciones de seccionalización.

En ramales radiales con operación en anillo, cada ramal debe tener seccionalización del alimentador principal.

En el caso de tenerse derivaciones, deberá instalarse en ese punto un equipo de protección contra subrecorrientes para evitar que fallas en la derivación interrumpan media sección del anillo.

Se requiere el uso de seccionadores de operación con carga en varios o todos los transformadores del anillo, estos seccionadores pueden estar instalados en el interior de los transformadores o se pueden utilizar conectores de operación con carga para hacer operaciones de seccionalización y transferencia de carga o para conectar o desconectar un transformador del sistema sin interrumpir la continuidad del anillo.

por razones económicas, se prefiere el uso de conectores de operación con carga en lugar de seccionadores internos en sistemas que utilizan transformadores monofásicos.

Las libranzas programadas en los circuitos primarios pueden ser acompañadas de maniobras de seccionalización y transferencia de carga para no causar interrupciones prolongadas a los servicios.

Por lo tanto un sistema en anillo con operación radial presenta las siguientes ventajas:

- a) Gran flexibilidad
- b) Continuidad máxima
- c) Confiabilidad máxima
- d) Facilidades para ampliaciones
- e) Facilidades para mantenimiento
- f) Facilidad para operación.

También presenta las siguientes desventajas:

- a) Costo muy elevado por la capacidad de reserva que deben tener los transformadores, alimentadores, conductores de enlace, protecciones para la red, etc.
- b) Complicación de la instalación.
- c) Complicación de las conexiones.

SELECCION DEL TIPO DE SISTEMA A EMPLEAR

Para determinar la configuración de la red primaria se hizo un análisis comparativo entre los sistemas monofásicos y trifásicos, y así elegir el mas adecuado. Se llegó a la conclusión de que se deberá de utilizar un sistema monofásico de distribución en red primaria por las siguientes consideraciones:

1. Principalmente por recomendaciones de C.F.E.
2. Por economía.

FORMACION Y CAPACIDAD DE LOS ANILLOS

El número de anillos necesarios para alimentar un fraccionamiento determinado estará en función de:

- a) Del número de lotes por alimentar
- b) La geometría del fraccionamiento
- c) Densidad de carga

Se debe procurar siempre balancear la carga del alimentador o alimentadores aéreos de tal manera que se tengan 3 anillos (uno por fase A,B,C) o multiples de 3 (3,6,9, etc), tomando en cuenta siempre el aspecto económico que esto representa.

Por norma, tomando en cuenta el régimen de operación normal y de emergencia en redes de este tipo, se recomienda que un anillo no exceda de -- una capacidad de 3,000 KVA, tomando en cuenta que la demanda máxima de la zona residencial es de 1790 KVA aproximadamente y que el alumbrado público se alimentará directamente de la subestación principal con transformadores monofásicos de 15 KVA. se optó por incluir la carga de alumbrado público - (324 KW) en los anillos de distribución residencial.

Ahora bien, en base a las consideraciones que se deben hacer para el número y capacidad de los anillos, se ha determinado que para la zona habitacional, (que incluye casas residenciales de lujo, casas de tipo medio, - escuelas e iglesia) y alumbrado público (que incluye calles, parques y zonas verdes) se utilizarán 3 anillos monofásicos, (uno por fase), con una - capacidad instalada total en transformadores de 2542.5 KVA para alimentar una carga (demanda máxima) de 2 299.54 KVA.

Ver configuración de cada uno de los anillos en plano Núm. 81-EL-03.

ANILLOS I, II y III	DEMANDA MAXIMA
Casas residenciales de lujo	1 723.19 KVA
Casas residenciales tipo medio	66.74 KVA
Kinder	7.84 KVA
Primaria	19.67 KVA
Secundaria	70.00 KVA
Alumbrado Público	<u>381.20 KVA</u>
T O T A L :	2 299.54 KVA

Se cuenta en total con 57 transformadores monofásicos de 37.5 KVA y 27 transformadores monofásicos de 15 KVA, por lo tanto cada uno de los anillos monofásicos alimentará a 19 transformadores de 37.5 KVA y 9 transformadores de 15 KVA..

Por lo tanto la capacidad total de cada uno de los anillos es de 847.5 KVA.

SELECCION DE LOS NIVELES DE VOLTAJE

Sabiendo que, por un lado la Comisión Federal de Electricidad en los últimos años ha normalizado los voltajes de distribución en alta tensión a 13.2KV, 23 KV y 34.5KV; y por el otro Compañía de Luz tiene como voltajes de distribución a 6 KV y 20 KV.

Se hizo un breve análisis comparativo entre las diferentes tensiones de distribución en alta, que proporciona C.F.E. ya que el fraccionamiento esta localizado dentro de la zona de influencia de la misma. En el análisis comparativo que se hizo entre las tensiones normalizadas (13.2KV, 23KV, 34.5KV) se incluyó lo siguiente:

- 1.- La capacidad seleccionada de los transformadores de distribución secundaria.
- 2.- Se calcularon corrientes en el primario y secundario de los transformadores y se tomaron en cuenta principalmente las longitudes de alimentadores para determinar la sección transversal en función de la caída máxima de tensión permitida.
- 3.- Finalmente, se determinó el costo del equipo a ser utilizado en cada una de las diferentes tensiones, como son transformadores, cables y accesorios.

Una vez hecho el análisis, se sacaron las siguientes conclusiones:

- 1.- La tensión de 34.5 KV para una gran densidad de carga y para ampliaciones futuras es la que mayores ventajas tiene, pero no es recomendable debido al gran costo económico que representa la instalación del equipo a esta tensión.

2.- De entre las tensiones de 13.2 KV y 23KV la diferencia en costo equipo y accesorios, relativamente es mínima pero la tensión de 23KV tiene la ventaja de que permite mayores ampliaciones futuras y tiene una mayor capacidad de carga.

En consecuencia por las ventajas que representa, la tensión de distribución en alta tensión de 23 KV es la más recomendable y fué la seleccionada como tensión de distribución en red primaria.

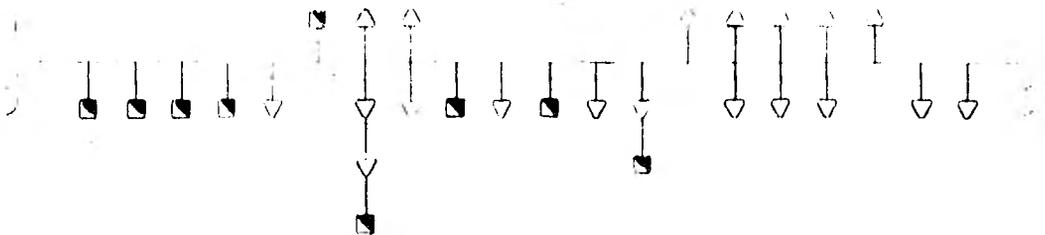
Como el lado secundario de los transformadores de la subestación principal estan conectados en estrella con neutro solidamente a tierra, se tiene un bus con 23 KV entre fases y 13.2 KV de fase a neutro y para tener un buen balanceo entre las fases de alimentación, los transformadores monofásicos que comprenden los diferentes anillos fueron conectados en estrella al bus de distribución primario.

CALCULO Y SELECCION DE LOS ALIMENTADORES

Método empleado.- Anteriormente se mencionaron los diferentes métodos que se utilizaron para determinar el calibre de los alimentadores secundarios, ahora bien por razones de caracter técnico en red primaria, se utilizó el método llamado de momentos eléctricos, esto es para asegurarse de que hasta el último de los transformadores a alimentar por el anillo se asegure una buena regulación, ya que por norma la máxima permitida es del 1%.

A continuación, a manera de ejemplo se desarrolla el método para calcular el calibre del alimentador del anillo número 1, conectado a la fase A.

1.- SECUENCIA DE LA RED



donde:



Transformador monofásico de 15 KVA.



Transformador monofásico de 37.5 KVA

De la siguiente expresión:

$$D_m = \frac{M's (KVA \cdot m)}{KVA \text{ totales}}$$

donde:

D_m = Distancia media del anillo

$M's$ = Momentos eléctricos

$KVA \text{ totales}$ = Suma de la capacidad total instalada de los transformadores en el anillo.

se tiene que:

a) Determinación de la suma total de los momentos eléctricos:

$$M's = 15 (470+600+715+875) + 37.5 (955) + 15 (1140) + 37.5 (1245+1225 +1245) + 15(1265) + 37.5 (1425+1450) + 15(1620) + 37.5 (1650) + 15(1750) + 37.5 (1775+1865) + 15(1870) + 37.5(2075+2095+2315+2335+2530+2550+2770+2750+2755).$$

$$M's = 1\,467\,450 \text{ (KVA} \cdot \text{m)}$$

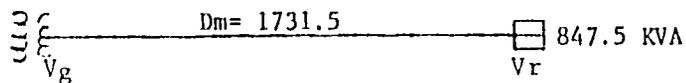
b) Capacidad total instalada por transformadores:

$$KVA \text{ totales} = 37.5 \times 19 + 15 \times 9 = 712.5 + 135 = 847.5$$

c) Sustituyendo valores en la expresión anterior, para determinar la distancia media, tenemos:

$$D_m = \frac{1\,467\,450}{847.5} = 1\,731.5 \text{ mts.}$$

Con los resultados anteriores se concluye que todas las cargas distribuidas en el anillo, se pueden considerar concentradas en un mismo punto y alejadas del centro de carga, a una distancia promedio; por lo tanto el circuito de la fase A, queda reducido de la siguiente manera:



2.- El siguiente paso es determinar la tensión que se debe tener en la fuente de alimentación para que en la carga se tenga el voltaje requerido y determinar la regulación que se obtiene con el calibre seleccionado.

a).- Cálculo de la corriente.

de $P(\text{KVA}) = VL$ Donde:

P = La carga total instalada por transformadores en el anillo = 847.5 KVA.

V = Voltaje de alimentación primaria de fase a - neutro $23\ 000 / \sqrt{3} = 13.2$ KV.

$$I = \frac{P(\text{KVA})}{V(\text{KV})} = \frac{847.5 \text{ KVA}}{13.2 \text{ KV}} = 64.20 \text{ Amps.}$$

b).- Cálculo del voltaje de generación. de la formula:

$$V_g = V_r - IZ \text{ donde:}$$

V_g = Voltaje de generación

V_r = Voltaje de recepción.

se tiene que:

$$V_r = 13\ 200 \text{ KV}$$

utilizando un factor de potencia de 0.85

$$I_n = 64.20 \angle -31.78^\circ \text{ Amps.}$$

determinación de Z;

$$Z^2 = R^2 + X^2$$

Después de hacer varios ensayos, se escogio una calibre de 1/0 awg. con este calibre y en tablas de normas de CFE, para determinar la resistencia y la reactancia del conductor se tiene que:

$$R = 0.691 \Omega/\text{Km}$$

$$R_c = 0.691(1.7315) = 1.196$$

$$X = 0.347 \Omega/\text{Km}$$

$$X_c = 0.347(1.7315) = 0.600$$

así que:

$$Z = R + jX_L = 1.196 + j0.6 = 1.338 \angle 26.64^\circ$$

por lo tanto el voltaje de generación será:

$$V_g = V_r - IZ$$

$$V_g = 13\ 200 - (64.2 \angle -31.78^\circ)(1.338 \angle 26.64^\circ)$$

$$V_g = 13\ 200 - 85.89 \angle -5.16$$

$$V_g = 13\ 200 + 85.541 - j7.72$$

$$V_g = 13\ 285.541 - j7.72$$

$$V_g = 13\ 285.541 \angle -0.033$$

3.- Y finalmente se determina la regulación de voltaje de la siguiente manera:

$$\%R = \frac{V_g - V_r}{V_g} \times 100$$

y sustituyendo los valores obtenidos, en la expresión anterior.

$$\%R = \frac{13\ 285.541 - 13\ 200}{13\ 200} \times 100 = 0.6480\%$$

Es decir un calibre de 1/0 AWG cumple satisfactoriamente con las características de las normas establecidas por CFE, en las cuales la regulación de voltaje no debe de sobrepasar al 1% o sea que la caída de voltaje no debe ser mayor a 132 V.

Además este calibre es el mínimo permitido por CFE para ser utilizado a una tensión de 15 KV; pero por condiciones de seguridad, esfuerzos mecánicos, capacidad de corto circuito, etc. se seleccionó para el anillo I (fase A), de distribución primaria, un conductor de calibre 2/0 awg.

Para el cálculo de los alimentadores de los otros anillos conectados a las fases B y C respectivamente, se siguió el mismo procedimiento que se utilizó para el anillo número I en consecuencia y bajo las mismas consideraciones el cable alimentador para los anillos II y III es de calibre 2/0 awg.

LISTA DE ACCESORIOS DE LA RED PRIMARIA

A continuación se presenta el número de piezas necesarias de cada uno de los componentes de la red primaria desde la salida de la subestación hasta los transformadores en su lado de alta.

Núm.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	57	Pza.	Transformador monofásico, montaje pedestal, tipo de aislamiento aceite convencional, de 37.5 KVA, de 13 200/240/120 V. 60 Hz, para operar a una altura SNM de 50Mts. lado de alta conexión trifilar (Edison) con cuatro derivaciones dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de 2.5% cada una.	87 220	4'971,540

Núm.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
2	27	Pza.	Transformador monofásico, montaje pedestral, tipo de aislamiento aceite convencional, de 15.00 KVA de 13 200/ 240/120V. 60 Hz, para operar a una altura S.N.M. de 50 Mts. lado de alta conexión fase a neutro lado de baja conexión trifilar, - (Edición) con cuatro derivaciones dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de - 2.5% cada una.	55,020	1'485,540
3	14 000	Mts.	Cable de aluminio 2/0 AWG, cableado compacto grado EC, monopolar tipo de aislamiento etileno propileno (EP-DRS), con un nivel de aislamiento del 100%.	10,198/100Mts	1'427,720
4	168	Pza.	Terminal tipo pozo de 15.2 KV, de 200 amps, con un nivel básico de aislamiento de 125 KV con una capacidad de corriente simétrica de 10 000 amps.	3,446	578,928
5	18	Pza.	Apartarrayos, clase - 11 KV, tipo codo.	21,594	388,692
6	84	Pza.	Indicadores de falla, tipo visual, con capacidad de 200 amps.	2,225	<u>186,900</u> 9'039,320

DISTRIBUCION PRIMARIA EN ZONA COMERCIAL E INDUSTRIAL.

Como se mencionó anteriormente, la distribución secundaria tanto en los centros comerciales, como en la zona industrial es trifásica porque representa mayores ventajas que la distribución monofásica, en base al procedimiento anterior la red de distribución primaria debe ser trifásica, las razones principales por las cuales se seleccionó este tipo de distribución son:

- Densidad de carga grande
- Mayor capacidad de los transformadores trifásicos y mas económicos que los transformadores monofásicos.
- Por norma la alimentación primaria debe ser trifásica.

Como los centros comerciales y la industria dentro del fraccionamiento, - están ubicados en una misma zona. Se decidió utilizar un sólo anillo trifásico para su alimentación primaria.

Así el anillo número IV trifásico alimenta las siguientes cargas:

- 1.- Zona comercial
- 2.- Zona industrial
- 3.- Centro deportivo
- 4.- Mercado
- 5.- Cine
- 6.- Gasolinería.

De la selección del número, capacidad y localización de los transformadores de cada una de las cargas señaladas se mencionaron en el tema de distribución secundaria, y son:

- a).-Para la zona comercial que también incluye el mercado, se utilizarón- dos transformadores de 300 Kva, cada uno.
- b).-Para la zona industrial, se seleccionaron dos transformadores de 1 500 KVA cada uno.

c).-Para el centro deportivo se seleccionó un transformador de 50 KVA.

d).-Y finalmente para el cine se utilizó un transformador de 75 KVA, - así como para la gasolinería.

CALCULO DE LOS ALIMENTADORES

Para el cálculo de los alimentadores se sigue el mismo método que el - utilizado en el anillo número I, dando como resultado la selección de un - alimentador de calibre 2/0 awg.

LISTA DE ACCESORIOS EN ZONA COMERCIAL-INDUSTRIAL DE RED PRIMARIA

A continuación se presenta la lista de material necesaria en la red - primaria para la zona comercial e industrial.

NUM.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL.
1	2	Pza.	Transformador trifásico montaje pedestal, tipo de aislamiento aceite - convencional, de 300KVA de 23 000/ 220/ 127v. 60Hz. para operar a una altura sobre N.M. de 50 mts. lado de alta conexión Delta del lado de baja conexión estrella con cuatro derivaciones, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal - de 2.5% cada una.	381 920	763 840
2	2	Pza.	Transformador trifásico montaje pedestal tipo - de aislamiento aceite - convencional, de 1500 KVA, de 23 000/480/277V. 60 Hz. para operar a una altura sobre N.M. de 50 Mts. lado de alta conexión delta lado de baja conexión estrella con 4 derivaciones, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de 2.5% - cada una.	1 176 000	2'352,000

NUM.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	1	Pza.	Transformador trifásico montaje pedestal, tipo de aislamiento aceite convencional, de 50 KVA de 23000/220/127V. 60Hz. para operar a una altura sobre N.M. de 50 Mts. lado de alta conexión delta, lado de baja conexión estrella con 4 derivaciones, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de 2.5% cada una.	135,000	135,000
4	2	Pza.	Transformador trifásico montaje pedestal, tipo de aislamiento, aceite convencional, de 75 KVA de 23000/220/127V. 60Hz. para operar a una altura sobre N.M. de 50 Mts. lado de alta conexión delta lado de baja conexión estrella con 4 derivaciones, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de 2.5% cada una.	171,920	343,840
5	7500	Mts.	Cable de aluminio 2/0 AWG, - cableado compacto grado EC, tripolar tipo de aislamiento Etileno-propileno (EP-DCS), - con un nivel de aislamiento del 100%.	10,198/100Mts	764,850
6	42	Pza.	Terminal tipo pozo de 15.2KV de 200 Amps. con un nivel básico de aislamiento de 125KV, con una capacidad de corriente simétrica de 10,000 Amps.	3,446	144,733
7	2	Pza.	Apartarrayos clase 21 KV, tipo codo, juegos de tres.	76,216	152,430
8	7	Pza.	Indicadores de falla tipo visual con capacidad de 200Amps.	2,225	<u>15,575</u>
					\$4'672,268

DISTRIBUCION PRIMARIA HOSPITAL - SISTEMA DE BOMBEO

Para terminar el análisis de la distribución primaria, hemos dejado como un solo anillo, ANILLO V, al hospital y al sistema de bombeo.

Estos dos tipos de carga conforman un sólo anillo por las siguientes razones:

- 1) Considerarse cargas importantes y delicadas
- 2) Las grandes distancias que los separan de la S.E.P.
- 3) Para tener el menor número posible de puntos de falla.

Logicamente, la distribución es mediante un sistema trifásico, se toman las mismas consideraciones hechas para la red primaria en zona comercial e industrial.

Para el cálculo de los alimentadores, se utilizó el método de los momentos eléctricos, obteniendo como resultado la selección de un conductor de calibre 2/0 AWG.

LISTA DE ACCESORIOS EN SISTEMA DE BOMBEO-HOSPITAL.

A continuación se presenta la lista de material requerido para la red primaria de distribución en el hospital y sistema de bombeo.

NUM.	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL.
1	3	Pza.	Transformador trifásico montaje pedestal, tipo de aislamiento aceite convencional de 225KVA de 23000/480/277V. 60Hz. para operar a una altura S.N.M. de 50 Mts. lado - de alta conexión, delta lado de baja conexión - estrella con 4 derivaciones, dos arriba y dos abajo de la tensión nominal de 2.5% cada una.	316,120	948,360
2	11 000	Mts.	Cable de aluminio 2/0AWG, cableado compacto grado-EC, tripolar aislamiento Etileno-Propileno (EP-DCS) con un nivel de aislamiento del 100%.	10,198/100Mts.	1'121,780
3	18	Pza.	Terminal tipo pozo de - 15.2KV de 100 Amp. con un nivel básico de aislamiento de 125 KV. con una capacidad de corriente simétrica de 10 000 Amp.	3,446	62,028
4	2	Pza.	Apartarrayos clase 21 KV. tipo codo, juegos de tres.	76,216	152,432
5	3	Pza.	Indicadores de falla, - tipo visual con capacidad de 200 Amps.	2,225	<u>6,675</u> \$2'291,275

CAPITULO IV

ESPECIFICACION DE EQUIPO PARA LAS REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA, SECUNDARIA Y ALUMBRADO PUBLICO

IV.1 CABLES

ESPECIFICACION PARA CABLES TIPO DRS CON AISLAMIENTO DE EP

Esta especificación cubre cables tipo DRS que consisten en dos conductores, uno de ellos el conductor central con aislamiento de Etileno Propileno y el otro que se utilizará como neutro, será aplicado helicoidalmente sobre la pantalla-cubierta, ver fig. N° 4.1

Estos cables se utilizarán en sistemas monofásicos de distribución con 100 por ciento de nivel de aislamiento y deben ser apropiados para ser instalados directamente enterrados.

1. GENERAL

Los cables deben cumplir con la norma para cables de potencia con aislamiento de Etileno-Propileno AEIC N° 6-73 (1a. Edición), así como la norma ASTM B 400-72 en los puntos donde así se especifique.

2. CONDUCTOR CENTRAL

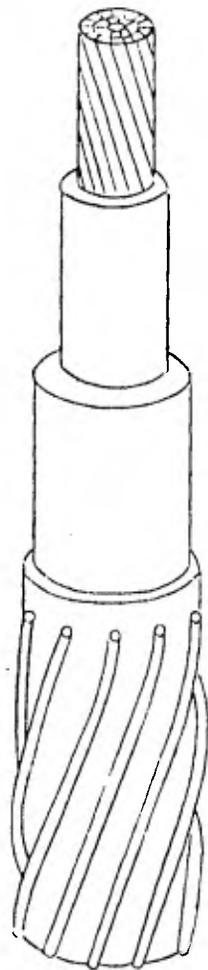
2.1 El conductor debe ser de aluminio cableado compacto de grado - EC y clase B y debe cumplir, en general, con la norma ASTM B 400-72.

2.2 El calibre mínimo del conductor central en relación con el voltaje debe ser el especificado a continuación.

- a) Tensión de operación entre fases 15 001 - 35 000 V
- b) Calibre AWG ó MCM 2/0 AWG

3. PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR

3.1 El conductor central debe llevar una cubierta semiconductor de un material compatible con el aislamiento y el conductor.



CONDUCTOR CENTRAL DE ALUMINIO COMPACTO

PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR

AISLAMIENTO DE EPILENO PROFILADO

PANTALLA CUBIERTA

CONDUCTOR CON LÉN RICO DE
CORRE ESTÁNDAR (NEUTRO)

TIPO DE CABLE TIPO AUMENTO
DE EP PARA 5 kV

3.2.- El compuesto debe ser extruído sobre el conductor, con un espesor promedio de 0.381 mm (0.015 pulg) y un espesor mínimo de - - 0.3048 mm (0.12 pulg.).

4.- AISLAMIENTO.

4.1.- El aislamiento debe ser un compuesto de Etileno-Propileno resistente al Ozono y de una alta calidad.

4.2.- El diseño y construcción de cable debe ser tal, que pueda operar satisfactoriamente, en lugares húmedos ó secos y a una temperatura máxima continua en el conductor de 90°C a 130°C en condiciones de emergencia y a 250°C en condiciones de corto circuito.

4.3.- El espesor promedio del aislamiento debe ser el que se especifica a continuación y el espesor mínimo del aislamiento en cualquier punto, no debe ser menor que el 90 por ciento de los valores - que se indiquen a continuación:

- | | |
|---|---------------------|
| a). Tensión de operación entre fases | 15 001 - 25 000 V |
| b). Calibre del conductor central --
(AWG ó MCM) | 2/0 AWG |
| c). Espesor del aislamiento | 6.60 mm (0.26 pulg) |

4.4.- El aislamiento debe ser de color claro.

4.5.- El diámetro nominal sobre el aislamiento debe cumplir con lo que se determina usando la fórmula que se da a continuación y tendrá una tolerancia de ± 0.762 mm (0.030 pulg) del valor que se obtenga:

- | | |
|---|------------|
| a). Calibre del conductor | 2/0 AWG |
| b). Diámetro nominal sobre el
aislamiento. | C + F + 2T |

Donde:

C = Diámetro del conductor

F = 1.524 mm (0.060 pulg)

T = Espesor del aislamiento dado en el inciso (c) del punto 4.3

5.- PANTALLA - CUBIERTA.

5.1.- Debe ser extruída directamente sobre el aislamiento un -- compuesto semiconductor termoplástico de color negro y compatible -- con el aislamiento, que servirá como pantalla electrostática y cu- -- bierta protectora.

5.2.- El espesor de la pantalla-cubierta es el que se especifica a continuación:

a).- Diámetro mínimo calculado sobre el aislamiento	0-25.4 mm (0-1 pulg)
b).- Espesores	
máximo	1.27 mm (0.05 pulg)
mínimo	0.61 mm (0.024 pulg)
promedio mínimo	0.76 mm (0.030 pulg)

5.3.- La pantalla-cubierta debe ser de color negro.

6.- CONDUCTOR CONCENTRICO.

6.1.- El conductor concéntrico que se utilizará como neutro con sistente en alambres de cobre suave estañados de acuerdo a la Norma CCONNIE 10.1-4 y que serán aplicados helicoidalmente sobre la pantalla cubierta, con un espaciamiento uniforme entre alambres y de tal manera que no sean menor que seis ni mayor que diez veces el diáme-- tro de los alambres.

6.2.- El conductor concéntrico debe tener una conductividad --- equivalente a la del conductor central, el número y calibre de los -

alambres debe ser el que se especifica a continuación:

- | | |
|---|---------------|
| a). Calibre del conductor central | 2/0 AWG |
| b). Conductor concéntrico y número de alambres mínimo | 13 del 12 AWG |

7.- IDENTIFICACION

7.1.- Los cables llevarán en toda su longitud una identificación permanente inscrita en la superficie exterior con el nombre del fabricante, voltaje, tipo de aislamiento (EP), calibre central, aluminio, - indicar que la pantalla-cubierta deberá removerse al elaborar empalmes o terminales, año de fabricación y siglas de la compañía suministradora (CFE).

7.2.- Esta identificación debe repetirse a lo largo del cable en intervalos regulares, donde la superficie que no esté marcada no exceda de 15 cms.

8.- PRUEBAS.

8.1.- Los cables deben ser aprobados de acuerdo a la Norma AEIC - No. 6 - 73.

8.2.- Deben efectuarse las pruebas de calificación, que se indican en la sección "B" de la Norma AEIC No. 6 - 73.

8.3.- Dos copias de los reportes de las pruebas deben ser anexados con el cable y los reportes de las pruebas de calificación, deben enviarse a la Gerencia General de Operación de la CFE.

9.- EMPAQUE.

9.1.- La longitud de los tramos de embarque debe ser de 500 metros y con una tolerancia de 0 + 2%.

9.2.- Cada tramo de cable se debe enrollar en un carrete de made
ra, de las dimensiones apropiadas y con suficiente rigidéz para sopor
tar el manejo durante el transporte.

ESPECIFICACION PARA CABLES PARA 600
VOLTS CON AISLAMIENTO DE XLP.

Esta especificación cubre cables de energía con aislamiento de polietileno de cadena cruzada para 600 volts, para ser instalados directamente enterrados.

La configuración será unipolar para la red de alumbrado, triplex para la red secundaria con alimentación monofásica y cuadruplex para las redes secundarias con alimentación trifásica.

1.- GENERAL

Los cables deben cumplir con la Norma para conductores con aislamiento de Polietileno de Cadena Cruzada, CONNIE 10.2-4 (Dic. 1971), así como las normas IPCEA S-66-254 (May. 1971) y ASTM 231-72, en los aspectos no cubiertos por la primera y en los puntos donde así se especifique.

2.- CONDUCTOR.

2.1.- El conductor debe ser de aluminio cableado de grado EC y clase B y debe cumplir en general con la Norma ASTM B 231-72.

3.- AISLAMIENTO - CUBIERTA.

3.1.- El aislamiento del conductor debe ser un compuesto de polietileno de Cadena Cruzada, pigmentado con negro de humo y aplicado como una parte integral del aislamiento-cubierta.

3.2.- Mismo que 4.2. de la especificación anterior.

3.3.- Mismo que 4.3 de la especificación anterior.

Tenemos el siguiente cuadro:

Calibre del conductor (AWG o MCM)	Espesor del aislamiento	
	mm	pulg
4 - 2	1.58	0.062
1/0 - 4/0	1.98	0.078
250 - 500	2.39	0.094

4.- CONFIGURACION.

4.1.- Unipolares, Un conductor con aislamiento-cubierta, color negro. Ver fig. No. 4 2.

4.2.- Triplex Tres cables unipolares reunidos entre sí, dos de los cables se utilizarán como fases y deben tener un aislamiento-cubierta color negro y el tercer cable se utilizará como neutro de sección reducida de acuerdo a la tabla dada a continuación y el aislamiento-cubierta será de color blanco. Ver fig. No. 4.3.

CALIBRE (AWG o MCM)

FASES	NEUTRO
4	4
2	4
1/0	2
2/0	2
3/0	1/0
4/0	2/0
250	3/0
300	4/0
350	4/0
400	250
500	300

4.3.- Cuadriplex. Cuatro cables unipolares reunidos entre sí, -- tres de los cables se utilizarán como fases y deben tener un aisla--- miento-cubierta color negro y el cuarto cable se utilizará como neutro de sección reducida de acuerdo a la tabla dada en el punto anterior, y el aislamiento-cubierta será de color blanco. Ver fig. No. 4.4.

5.- IDENTIFICACION

5.1.- Misma descripción que el punto 7.1 de la especificación an terior, pero para un aislamiento XLP.

5.2.- Misma descripción que el punto 7.2. de la especificación - anterior.

5.3.- En los cables triplex, una de las fases debe llevar una es tría en la superficie del aislamiento-cubierta y a todo lo largo del cable. En los cables Cuadriplex una de las fases debe llevar una es--- tría y otra fase llevará dos estrías, paralelas en la superficie del aislamiento-cubierta y a todo lo largo del cable.

6.- PRUEBAS.

6.1.- Todos los tramos de cables deben ser aprobados de acuerdo a la Norma CCONNIE 10.2-4 (Dic. 1971)

6.2.- Dos copias de los reportes de las pruebas deben ser anexa- das con el cable.

7.- EMPAQUE

7.1.- La longitud de los cables de embarque debe ser de 500 me-- tros y con una tolerancia de 0 + 2%.

7.2.- Misma descripción que 9.2 de la especificación anterior.

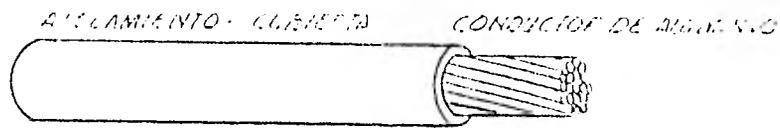


FIG. 4.2 UNIPOLAR

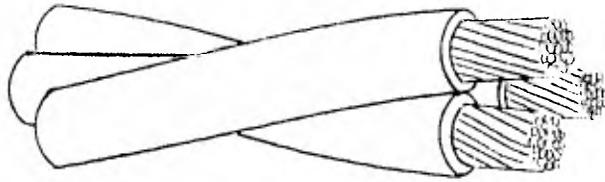


FIG. 4.3 TRIPLEX

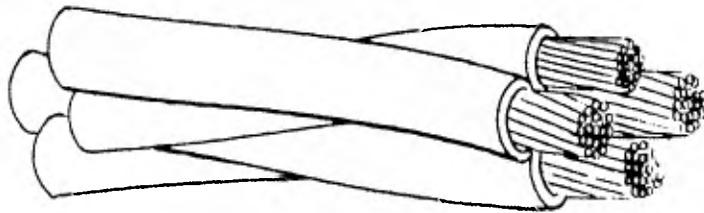


FIG. 4.4 CUADRIplex

CABLE PARA 600 V CON AISLAMIENTO DE XLPE

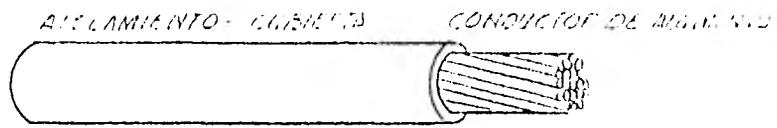


FIG. 4.2 UNIFOLAR

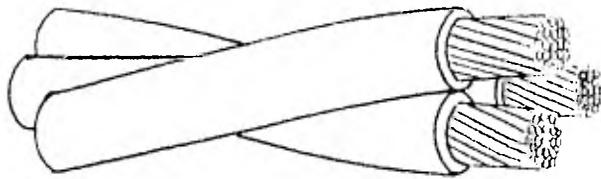


FIG. 4.3 TRIPLEX



FIG. 4.4 CUADRIplex

CABLE PARA 600V CON AISLAMIENTO DE XLPE

ESPECIFICACION PARA CABLES TIPO DS CON
 AISLAMIENTO DE EP

Esta especificación cubre cables tipo DS que consisten en cables unipolares, con aislamiento de Etileno-Propileno, pantalla metálica y cubierta protectora, ver fig. N° 4.5. Estos cables se utilizarán de sistemas trifásicos de distribución, con 100 por ciento de nivel de aislamiento y deben ser apropiados para instalación en ducto o directamente enterrados.

1. GENERAL

Los cables deben cumplir con la norma para cables de potencia con aislamiento de Etileno-Propileno AEIC N° 6-75 (2a. edición), así como las Normas CCONNIE 10.1-13-1974. CCONNIE 10.1-3-1975, IPCEA S-61-402 (3a. edición), en los aspectos no cubiertos por la primera y en los puntos donde así se especifique.

2. CONDUCTOR

2.1 El conductor debe ser de aluminio cableado compacto de grado EC y clase "B" y debe cumplir en general con la Norma para cable redondo compacto de aluminio CCONNIE 10.1-13-1974.

2.2 El calibre es de 500 MCM para una tensión de alimentación de 24 KV entre fases.

3. PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR

Igual al punto 3 de la especificación para cable tipo EP-DRS.

4. AISLAMIENTO

Igual al punto 4 de la especificación antes mencionada. Excepto en que el cable es para un calibre de 500 MCM y la fórmula para hallar el diámetro nominal de:

ESPECIFICACIONES PARA CABLE TIPO D5
CON AISLAMIENTO DE EP

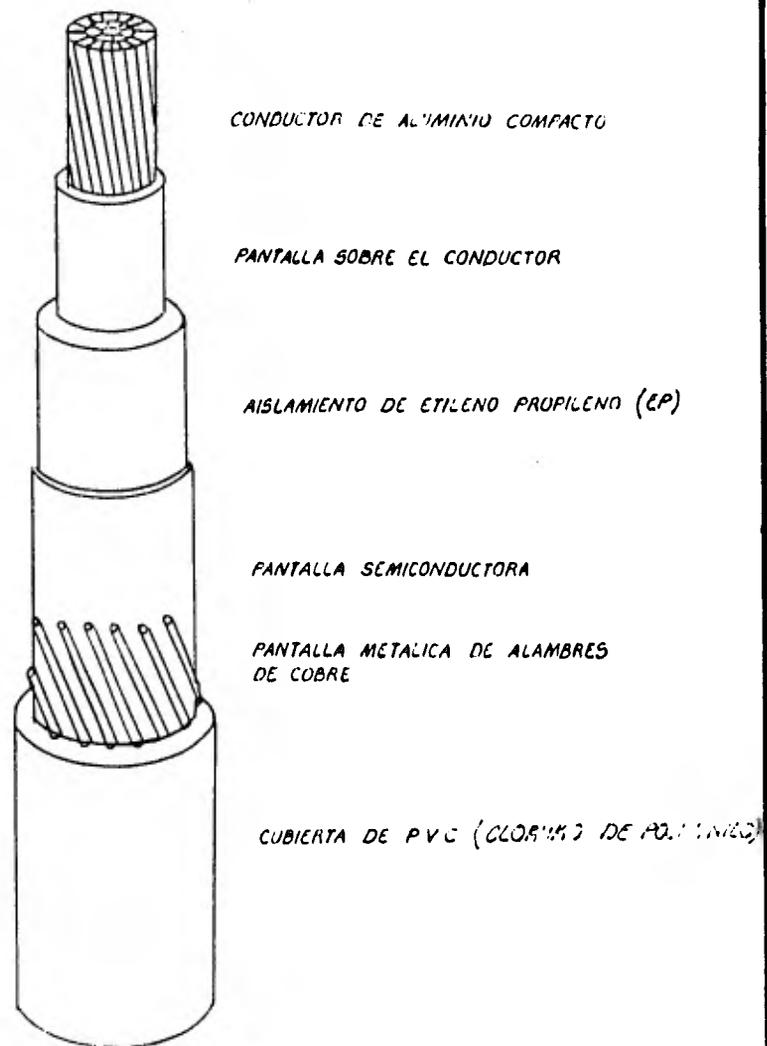


FIGURA 4.5

$$C + 1.78 + A + 2 T$$

en donde la A = 0.25 mm y las demás son iguales a las anteriormente mencionadas.

5.- PANTALLA SEMICONDUCTORA SOBRE EL AISLAMIENTO.

5.1. La pantalla semiconductora se aplicará directamente sobre el aislamiento y debe consistir en una capa de material semiconductor extruído (termoplástico o termofijo) de color negro.

5.2.- El espesor de la pantalla semiconductora extruída es el que se especifica a continuación:

a). Diámetro mínimo calculado sobre el aislamiento	33.93 mm.
b). Espesores	
máximo	1.52 mm
mínimo	0.81 mm
mínimo promedio	1.02 mm

5.3.- Por medio de una cinta marcadora o con un grabado en la pantalla semiconductora, se debe indicar que se trata de un material semiconductor y que debe ser retirado al elaborar empalmes o terminales.

6.- PANTALLA METALICA

6.1.- Esta pantalla consistirá en alambres helicoidalmente aplicados y en contacto directo a lo largo de todo el cable, con la pantalla semiconductora sobre el aislamiento.

6.2.- Los alambres deben ser de cobre suave calibre 22 AWG de acuerdo a la Norma CCONNIE 10.1-3-1975, el número de alambres es de 14 para una tensión de 23 KV y un calibre de 2/0 MCM.

6.3.- El paso de los alambres no debe ser menor de 8 ni mayor de 12 veces el diámetro sobre los alambres concéntricos.

6.4.- Entre la pantalla metálica y la cubierta exterior se aplicará una cinta separadora de un material no metálico, no higroscópico, similar a cinta Mylar o equivalente.

7.- CUBIERTA PROTECTORA

7.1.- La cubierta debe ser un compuesto extruído de Cloruro de Polivinilo (PVC) que debe cumplir con los requisitos que marca la Norma IPCEA S-61-402 (3a. edición) y su aspecto debe ser uniforme sin burbujas, grumos u otros defectos. Debe estar colocada ajustadamente, no obstante lo cual, la separación debe poder realizarse con facilidad.

7.2.- La cubierta debe ser de un color rojo.

7.3.- El espesor será de 2.03 mm y el espesor mínimo en cualquier punto no debe ser menor que el 80% del indicado.

8.- IDENTIFICACION

Igual a punto No. 7 de la especificación para cables EP-DRS.

9.- PRUEBAS

9.1.- Los cables deben ser aprobados de acuerdo a Norma AEIC No. 6-75.

9.2.- Deben efectuarse las pruebas de calificación, que se indican en la sección "B" de la Norma AEIC No. 6-75.

9.3.- Dos copias de los reportes de las pruebas de calificación, deben enviarse a la Gerencia General de Operación.

9.4.- Pruebas en el Campo durante y después de la instalación.

a). En cualquier momento durante la instalación, se puede efectuar una prueba de tensión a C.D. a un valor que no exceda al 75% de la tensión nominal del sistema, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

b). Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una Prueba de tensión a C.D. a un valor que no exceda del 80% de la tensión nominal del sistema, aplicado durante 15 minutos consecutivos.

c). Después de que el cable ha sido puesto en operación normal - se puede efectuar durante cualquier momento una prueba de tensión a C.D. a un valor del 65% del valor nominal aplicado durante 5 minutos consecutivos.

10. EMPAQUE

10.1.- La longitud normal de los tramos de embarque debe ser de 500 metros, con una tolerancia de $-0 + 5\%$.

10.2.- En pedido directos al fabricante, CFE no tiene obligación de adquirir cables de longitud diferente a la especificada, sin embargo en caso de aceptar tramos de embarque de menor longitud, se aplicará la siguiente penalización:

Tramo de embarque de menor longitud en %	Penalización al precio unitario del cable de longitud normal.
99 - 95	10
94.9 - 90	12
89.9 - 80	15

79.9 - 70	20
69.9 - 60	28
59.9 - 50	40

10.3.- Cada tramos de cable se debe enrollar en un carrete de -
madera, entabillado al 100 %, de las dimensiones apropiadas y con su-
ficiente rígidez. mecánica para soportar el manejo durante su transpor-
te.

10.4.- Todos los tramos de cable deben estar provistos en sus --
extremos de un capuchón de neopreno o similar, sujeto al mismo mediante
una abrazadera de acero inoxidable, que impida la entrada de humedad
en el interior del cable.

11.- GARANTIA

Si falla un cable instalado dentro del lapso de dos años a par--
tir de la fecha en que se haya recibido (por el laboratorio de CFE) y
se determina que la falla se originó por material y/o mano de obra de
fectuosos en la fabricación del mismo, el fabricante repondrá el tra-
mo de cable que falló comprendido entre los dos puntos de conexión --
(empalmes o terminales) inmediatos al punto de falla. El cable falla-
do deberá ser examinado por representantes del Fabricante y de CFE.

IV.2 TRANSFORMADORES

ESPECIFICACION PARA TRANSFORMADORES MONOFASICOS TIPO PEDESTAL PARA D.R.S.

(Distribución Residencial Subterránea)

Esta especificación cubre las características eléctricas y mecánicas de transformadores de distribución monofásicos, con enfriamiento natural en aceite mineral, para instalación sobre un pedestal de concreto en un espacio libre.

1.- CARACTERISTICAS

1.1.- Conexión.

- | | |
|-----------------|-------------------|
| a) Alta Tensión | Fase a tierra |
| b) Baja Tensión | Trifilar 240/120V |

1.2.- Frecuencia 60 Hz

1.3.- Líquido aislante Aceite convencional "S"

1.4.- Altura sobre el nivel del mar 50 m.

1.5- Derivaciones en alta tensión

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| a) Arriba | 2 - 2.5% de la tensión nominal |
| b) Abajo | 2 - 2.5% de la tensión nominal |

1.6.- Valores de garantía máximos.

- | | |
|----------------------------|-----------|
| a) Tensión en alta | 23 KV |
| b) Capacidad en KVA | 37.5 |
| c) Impedancia máxima | 2 % |
| d) Impedancia mínima | 1.5 % |
| e) Pérdidas de excitación | 230 watts |
| f) Pérdida totales | 710 watts |
| g) Corriente de excitación | 1.5% |

1.7.- Elevación de temperatura

- a) Media en los devanados y máxima en el aceite 65°C
- b) En el punto más caliente 80°C

1.8.- Temperatura ambiente.

- a) Máxima 40°C
- b) Media en periodo de 24 horas 30°C

1.9.- Temperatura en el aislamiento

- a) Elevación 65°C
- b) Clase 120°C

2.- CONSTRUCCION

2.1.- El transformador tipo pedestal consistirá en un gabinete - que llevará en su interior, el tanque del transformador y un compartimiento para conexiones en alta y baja tensión, con características - de frente muerto.

2.2.- El gabinete debe ser ensamblado como una unidad integral, - en forma tal que se limite la entrada de agua y debe cumplir con las - siguientes características:

- a) Diseño de baja altura y contornos redondeados.
- b) El compartimiento de conexiones deberá tener una tapa con pre-
visión para cerrarse con candado.
- c) Su construcción debe ser tal que no pueda ser abierta por per-
sonas no idóneas, así como a prueba de actos vandálicos.
- d) El compartimiento será de lámina de acero con acabado resisten
te a la corrosión, con un espesor mínimo de 2.78 mm (# 12 U.S.G.) y --

pintada de un color verde oscura, la pintura deberá ser epóxica y tener un tratamiento tropicalizado. Todo el compartimiento y superficies del transformador en contacto con la base serán tratados para evitar la corrosión.

e) Al abrir la tapa el área de alta tensión estará en el lado izquierdo y el de baja tensión en el lado derecho, como se muestra en la figura 4.6.

f) Esta tapa será únicamente removible, cuando se encuentre completamente abierta.

g) Se deberá proveer un anclaje para fijar el transformador a un pedestal de concreto.

h) Un mínimo de un conector a tierra para alta tensión y uno para baja tensión.

1) La abertura mínima en el fondo del compartimiento para la entrada de cables, se muestra en la figura 4.6.

j) La tapa del tanque debe ser soldada.

k) El mecanismo de operación del cambiador de derivaciones debe ser de operación exterior.

3.- SECCIONALIZACION.

La seccionalización para la operación en anillo estará dada por conectores aislados separables tipo codo, de operación con carga para 200 amperes, ver figura 4.7.

4.- PROTECCION.

4.1.- En alta tensión.

a) Fusible tipo limitador de corriente de arena-plata de --

rango parcial, con las siguientes características:

Clase	15 KV
Nivel básico de aislamiento (BIL)	125 KV
Corriente interruptiva amperes simétricos RMS	25,000

b) En serie con el fusible anterior se tendrá un elemento de fusión del tipo expulsión, con las siguientes características:

Nivel Básico de impulso	125 KV
Corriente interruptiva amperes simétricos RMS	1500

El fusible tipo expulsión debe estar coordinado de tal manera que todas las fallas secundarias y las sobrecargas, sean libradas por un interruptor termomagnético (térmico para 25 KV) colocado en el lado de baja tensión, y este fusible debe operar unicamente cuando ocurra una falla de baja corriente, interna en el transformador.

Ambos fusibles deben estar sumergidos en el aceite dentro del tanque.

4.2.- En baja tensión.

a) Se instalará dentro del aceite, para transformadores de 37.5 KVA, y del lado secundario un interruptor termomagnético de baja tensión, - que contará condisparo térmico para proteger el transformador contra sobrecargas y disparo instantáneo para protección de corto circuito.

Su capacidad interruptiva debe ser de 25 000 amps. RMS simétricos. Ambos tipos de interruptores deben cumplir con lo siguiente:

b) Deben tener control de emergencia que permita al transformador llevar temporalmente una sobrecarga de aproximadamente el 10% de su capacidad nominal.

c) La manija de operación debe localizarse en el área de baja tensión y estar construida de tal manera que pueda operarse con pertiga.

5.- TERMINALES EN ALTA TENSION

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 5.1.- Tipo | Pozo |
| 5.2.- Especificación | Num. DSE-054 |
| 5.3.- Número | 2 |
| 5.4.- Localización | Ver fig. Num. 4.6 |
- 5.5.- Las terminales deberán cubrirse con tapones adecuados que las protejan durante el transporte y almacenaje.

6.- TERMINALES DE BAJA TENSION.

- | | |
|----------------------|-------------------|
| 6.1.- Tipo | Espada |
| 6.2.- Especificación | Num. DSE-056 |
| 6.3.- Número | 3 |
| 6.4.- Localización | Ver Fig. Num. 4.6 |

7.- TERMINALES Y CONEXION DE LOS NEUTROS.

7.1.- El neutro de baja tensión saldrá por medio de una terminal aislada y se conectará exteriormente al tanque por medio de un puente removible.

7.2.- El neutro de alta tensión se conectará internamente al tanque.

8.- DIMENSIONES MAXIMAS.

8.1.- Para transformadores de 23 KV y 37.5 KVA de capacidad tendremos las siguientes medidas:

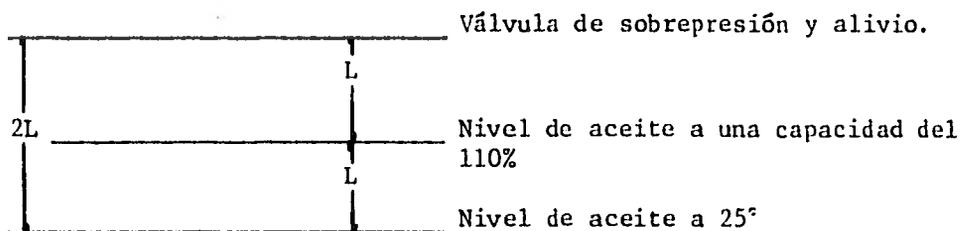
Alto	680 mm
Frente	880 mm
Fondo	1 000 mm

9.- ACCESORIOS

9.1.- Ganchos para levantar el transformador completo.

9.2.- Tapón de llenado y prueba de presión de 25.4 mm de diámetro.

9.3.- Válvula de sobrepresión y alivio, manual y automática para operar entre 0.50 y 0.63 Kg/cm², colocada en el área de baja tensión.- a una distancia desde la marca del nivel de aceite a 25°C, del doble de la distancia entre esta misma marca y el nivel de aceite cuando el transformador este operando a una capacidad de 110% del valor de placa, como se muestra en el siguiente diagrama:



9.4.- Placa de datos de material anticorrosivo

9.5.- Letreros de terminales en placas grabadas colocadas de tal forma que no sean tapadas por cables o accesorios de conexión.

9.6.- Soporte para terminales tipo codo.

ESPECIFICACION PARA TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL PARA
DCS (DISTRIBUCION COMERCIAL SUBTERRANEA)

Esta especificación cubre las características eléctricas y mecánicas de transformadores de distribución, trifásicos con enfriamiento natural - en aceite mineral, para instalación en un local interior o sobre un pedestal de concreto en un espacio libre.

1.- CARACTERISTICAS

1.1. Conexión	Estrella-Estrella-(Y/Y)
1.2 Tensión en baja	220 Y/127 volts
1.3 Frecuencia	60 Hz.
1.4 líquido aislante	Aceite convencional tipo "S"
1.5 Nucleo y devanados	Combinación de cinco piernas.
1.6 Altura sobre el nivel del mar.	50 Mts.
1.7 Derivaciones en alta tensión	
a) Arriba	2 - 2.5% de la tensión nominal
b) Abajo	2 - 2.5% de la tensión nominal

1.8 Valores de garantía máximos:

Tensión en alta	23 KV	
Capacidad en KVA	300	500
a) impedancia máxima	4%	4%
b) impedancia mínima	3%	3%
c) Pérdidas de excitación	1250W.	1450W.
d) Pérdidas totales	4800W.	7800W.
e) Corriente de excitación	2%	2%

1.9 Elevación de temperatura.

a) Media en los devanados y aceite	65°C
b) En el punto más caliente	80°C

1.10 Temperatura ambiente

a) Máxima	40°C
b) Media en período de 24 Hrs.	30°C

1.11 Temperatura en el aislamiento

- | | |
|--------------|-------|
| a) Elevación | 65°C |
| b) Clase | 120°C |

2.- CONSTRUCCION

2.1 El transformador tipo pedestal consiste en el tanque del transformador; un compartimiento para conexiones en alta tensión y uno para conexiones en baja tensión, con características de frente muerto.

2.2 El tanque del transformador y los compartimientos serán ensamblados como una unidad integral, en forma tal que se limite la entrada de agua y su construcción debe ser tal que no pueda ser abiertos los compartimientos por personas no idóneas, así como a prueba de actos vandálicos.

2.3 Las manivelas de operación de seccionadores, cambiador de derivación, etc., así como las bisagras de las puertas del gabinete y la tornillería exterior al tanque del transformador serán de un material inoxidable.

2.4 Los compartimientos de alta y baja tensión deben estar separados por una barrera aislante y tendrán puertas independientes.

2.5 El compartimiento de alta tensión debe estar en el lado izquierdo y el de baja tensión en el lado derecho.

2.6 Los compartimientos serán de lámina de acero, con acabado resistente a la corrosión, con un espesor mínimo de 2.78 mm (# 12 U.S.G.) y pintada de un color verde oscuro.

2.7 El compartimiento de alta tensión no debe estorbar el cambio de fusibles desde el exterior con pertiga.

2.8 La construcción de la unidad debe ser tal que pueda ser levantada, resbalada y/o deslizada en el lugar de montaje, sin dañar los cables de alta y baja tensión.

2.9 Los compartimientos y superficies del transformador en contacto con el piso o pedestal de concreto, deben ser tratados para evitar la -- corrosión.

2.10 La abertura mínima en el fondo de los compartimientos para la - entrada de los cables, se muestra en la figura No. 4.9

2.11 Se deberá proveer un anclaje para fijar el transformador a un - pedestal de concreto.

2.12 El mecanismo de operación del cambiador de derivaciones debe de ser de operación exterior.

2.13 La cubierta del tanque del transformador debe ser soldada.

3.- SECCIONALIZACION

3.1 Seccionador en anillo.

Se suministrará un seccionador interno trifásico para operación - en anillo, con las siguientes características:

a) Características de tensión.

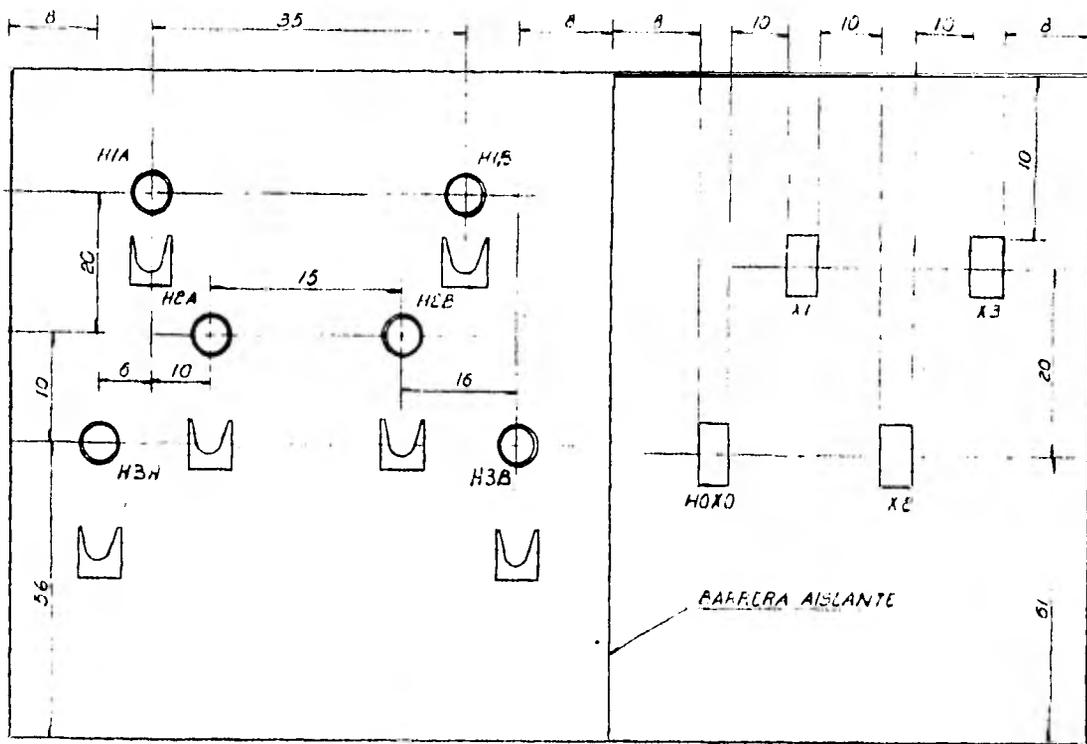
Tensión de diseño (KV)	Tensión Sostenida	
	Impulso (1.2x50 (µS)	C.A. 60 Hz. (KV)
24.9	125	40

b) Características de corriente:

Continua	400 Amps. RMS
Apertura y cierre con carga	400 Amps. RMS
Momentánea simétrica	12 000 Amps. RMS (30 ciclos)
Momentánea asimétrica	18 000 Amps. RMS (30 ciclos)

c) Posiciones 4

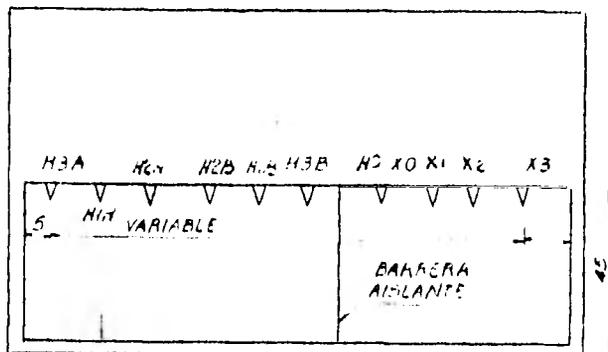
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL PARA DC'S
TR. 15.7.7.2



NIVEL FIJO

PL. FIJACION

NIVEL DESLIZANTE



BORDE

1.1 MINIMO
5.5 MAXIMO

PL. 15.7.7.2

FIG. 15.7.7.2

- d) Manijas de operación 1 ó 2
- e) Diagrama unifilar Ver figura Número 4.8

3.2 Seccionador Radial

Se suministrará un seccionador trifásico radial, cuya función es desconectar el transformador del anillo sin interrumpir su continuidad, - con las siguientes características.

a) Características de tensión

Tensión de diseño (K V)	Tensión sostenida	
	Impulso (KV) (1.2x50 us)	C.A. 60 Hz. (KV)
24.9	125	40

b) Características de Corriente

Continua	El doble de la corriente a plena carga del transformador.
Apertura y cierre con carga.	El doble de la corriente a plena carga del transformador.
Momentánea simétrica	5 000 Amps. RMS (30 ciclos)
Momentánea simétrica	9 000 Amps. RMS (30 ciclos)
2 segundos	4 000 Amps. simétricos

- c) Posiciones 2
- d) Diagrama unifilar Ver Fig. Núm. 4.8

4.- FUSIBLES INTERNOS.

Los fusibles deben ser removibles desde el exterior, sin necesidad de - destapar el transformador y deben tener un aditamento adecuado, para evitar- que sean removidos si no está abierto el seccionador radial; tendrán las si- guientes características:

- 4.1 Tipo Limitador de corriente de arena-plata de rango completo.

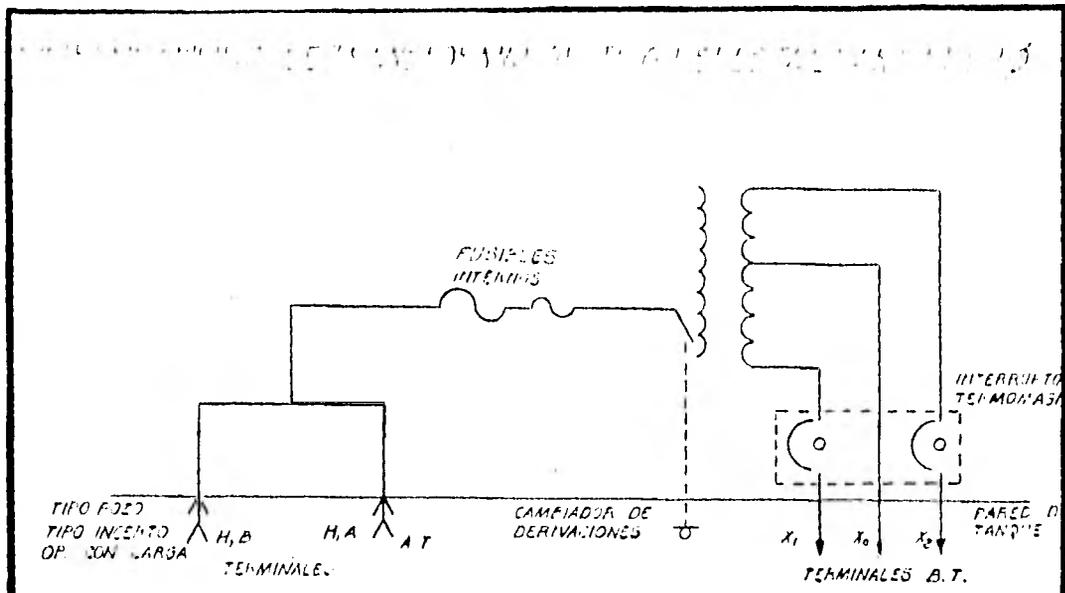


FIGURA 4-7

DIAGRAMA UNIFILAR DE TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL PARA DCS $\neq \emptyset$

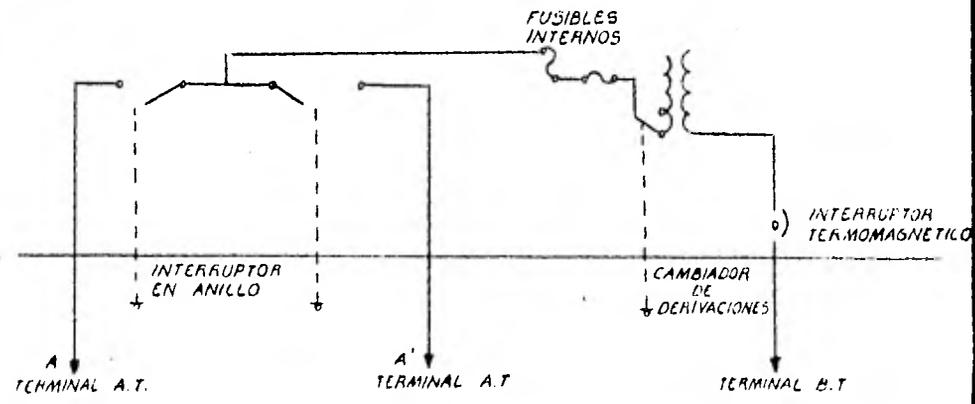


FIGURA 4-8

Clase	15 K V
Nivel básico de aislamiento	125 KV
Corriente interruptiva	25 000 A. simétricos.

5.- TERMINALES DE ALTA TENSION

5.1 Tipo	600
5.2 Especificación	DSE-053
5.3 Número	6
5.4 Localización y arreglo	Ver. fig. número 4.9
5.5 Las terminales deberán cubrirse con tapones adecuados que las protejan durante el transporte y almacenaje.	

6.- TERMINALES DE BAJA TENSION

6.1 Tipo	Espada (ver fig. número 4.11)
6.2 Especificación	DSE-056
6.3 Número	4
6.4 Localización y arreglo,	Ver fig. número 4.9

7.- TERMINALES Y CONEXION DE LOS NEUTROS.

7.1 El neutro de baja tensión saldrá por medio de una terminal aislada y se conectará exteriormente al tanque por medio de un puente removible.

7.2 Los neutros de alta y baja tensión se conectarán entre si dentro del tanque con previsión de desconexión a través del registro de mano y saldrá por la terminal del neutro de baja tensión.

8.- DIMENSIONES MAXIMAS.

CAPACIDAD (KVA)	ALTO (mm)	FRENTE (mm)	FONDO (mm)
300	1 500	1 700	1 400
500	1 610	1 800	1 510

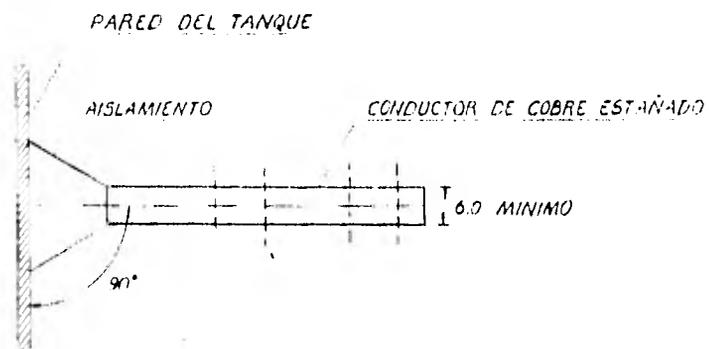
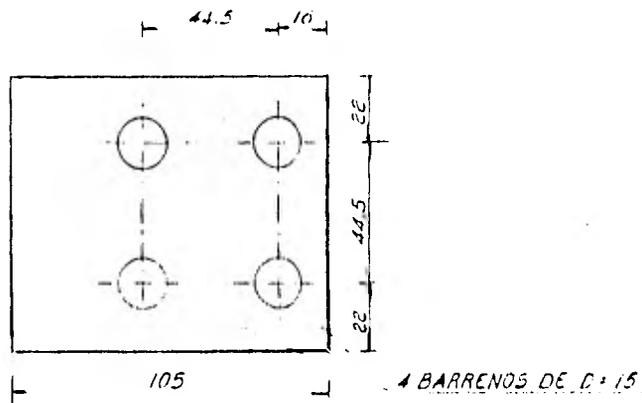


FIGURA 4 - TERMINAL BAJA TENSION TIPO ESPADA

9.- ACCESORIOS

- 9.1 Indicador del nivel de aceite
- 9.2 Válvula de drenaje y muestreo
- 9.3 Indicador de temperatura
- 9.4 Argollas para levantar la tapa del transformador.
- 9.5 Ganchos para levantar el transformador completo
- 9.6 Tapón de llenado y prueba de presión de 25.4 mm. de diámetro.
- 9.7 Válvula de sobre presión y alivio, manual y automática, calibrada para operar entre 0.50 y 0.63 Kg/cm², colocada en el compartimiento de - baja tensión, con suficiente espacio arriba del nivel del aceite para evi-
tar que el aceite caliente pueda ser expulsado por esta válvula cuando el transformador esté operando con una sobrecarga del 200% del valor de placa.

- 9.8 Placa de datos de material anticorrosivo.
- 9.9 Letreros de terminales y diagramas de operación, de seccionado-
res en placas grabadas colocadas en tal forma que no sean tapadas por ca-
bles o accesorios de conexión.

- 9.10 Un registro de mano de 17 cms. de diámetro localizado en la tapa.
- 9.11 Soportes para terminales tipo codo.
- 9.12 Placa para conexión del tanque a tierra.
- 9.13 Marca de nivel de aceite dentro del tanque a 25 °C.

IV.3 TERMINALES
ESPECIFICACION PARA TERMINALES DE ALTA TENSION
TIPO POZO

Esta especificación se refiere a terminales de alta tensión tipo Pozo que se utilizarán en los equipos donde así se especifique.

1.- GENERAL.

- 1.1 Su fabricación y pruebas deben cumplir con la norma ANSI C119.2 1974.
- 1.2 Deben aceptar las terminales tipo inserto de operación desenergizada y con carga (DSE-055).
- 1.3 Deben contar con un soporte (Ver fig.4.10) para que por medio de un aditamento se sujeten los conectores aislados separables-tipo codo 200.

2.- CARACTERISTICAS DE OPERACION

- 2.1 Las tensiones de diseño y características, deben estar de acuerdo a la tabla I.

TABLA I

Tensiones Sostenidas

<u>Tensión de</u> <u>Diseño</u> <u>Fase a Tierra</u> <u>KV RMS</u>	<u>Impulso -</u> <u>1.2x50µS</u> <u>Cresta KV</u>	<u>C. A.</u> <u>60 Hz. 1 minuto</u> <u>KV RMS</u>		<u>C. D.</u> <u>15 minutos</u> <u>KV</u>	<u>Nivel míni-</u> <u>mo de Ten-</u> <u>sión corona</u> <u>KV RMS*</u>
8.3	95	34		53	11
15.2	125	40		78	19

* Basado en una sensibilidad de 3 Picocoulombs.

- 2.2 Las corrientes de diseño, deben estar de acuerdo a la tabla II.

TABLA II

<u>Corriente nominal de diseño</u>	<u>Corriente momentáneas de diseño*</u>	
	<u>Amps. RMS Simétricos</u>	<u>Duración Seg.</u>
200	10 000	0.17
	3 500	3.0

* Basado en una relación mínima de $X/R = 6$

(1.3 factor de asimetría)

3.- DIMENSIONES

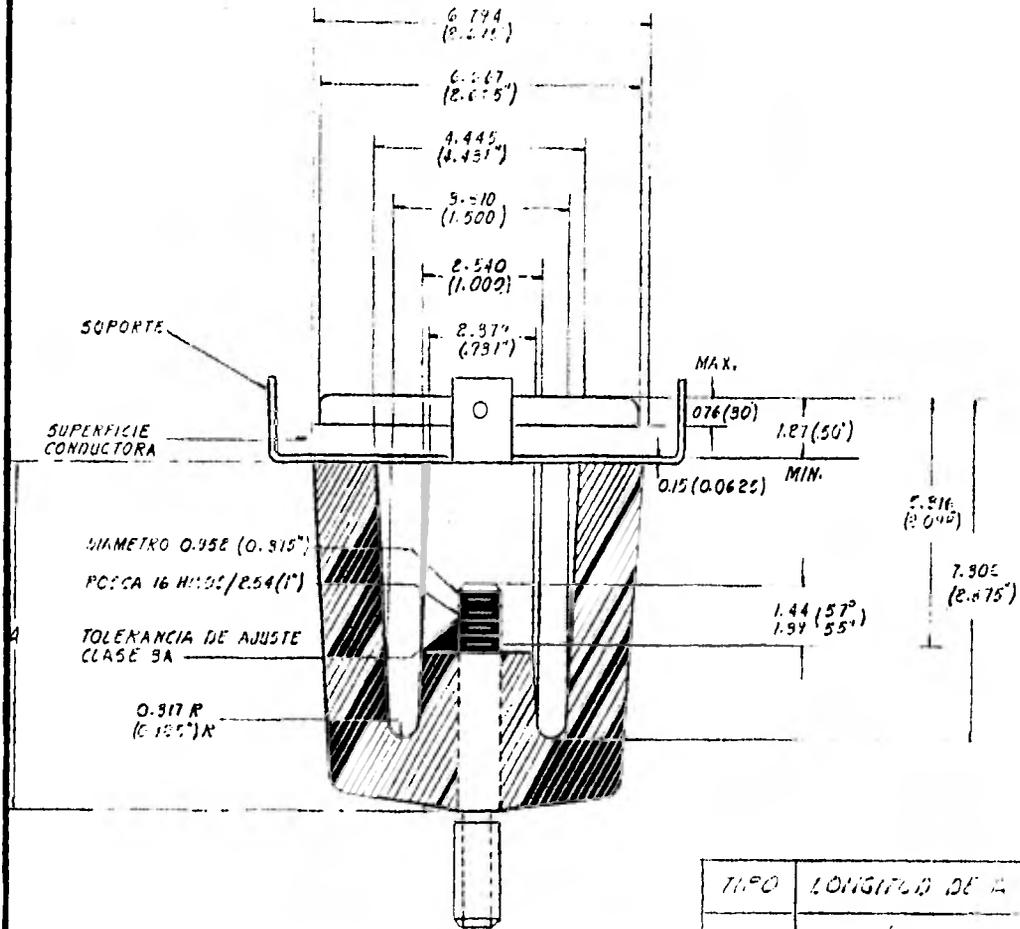
Deben ser las que especifican en la fig. 4.10

4.- UTILIZACION

4.1 Tipo 1 instaladas en posición vertical de tal forma que el aceite del equipo no cubre totalmente la parte interna de la terminal.

4.2 Tipo 2 instaladas en posición horizontal de tal forma que el aceite del equipo cubre totalmente la parte interna de la terminal.

TERMINAL ALTA TENSION TIPO P320



TIPO	LONGITUD DE L
1	25.49 (1.003)
2	2.98 (0.117)

FIG. 4-12

CONECTOR MULTIPLE PARA BAJA TENSION.

Esta especificación es aplicable para conectores múltiples para 600 volts, para instalación en aire, en registros, directamente enterrados o sumergidos en agua.

1.- GENERAL

Estos conectores deben cumplir en general con la Norma ANSI C119.1-1974

2.- CONDUCTOR

El conductor será de aluminio inyectado a presión en una matriz de acero.

3.- AISLAMIENTO

3.1 El aislamiento debe ser un compuesto de Etileno Propileno aislado para 600 Volts.

3.2 El aislamiento debe ser apropiado para operar en lugares húmedos o secos y a una temperatura máxima continua en el conductor de 90 °C; a 130°C en condiciones de emergencia y a 250 °C en condiciones de corto circuito.

4.- CONEXIONES

4.1 Estos conectores pueden ser de 4, 6 u 8 conexiones según se requiera.

4.2 Debe aceptar conexiones de calibres desde el 4 AWG hasta 300 MCM, conductor de aluminio.

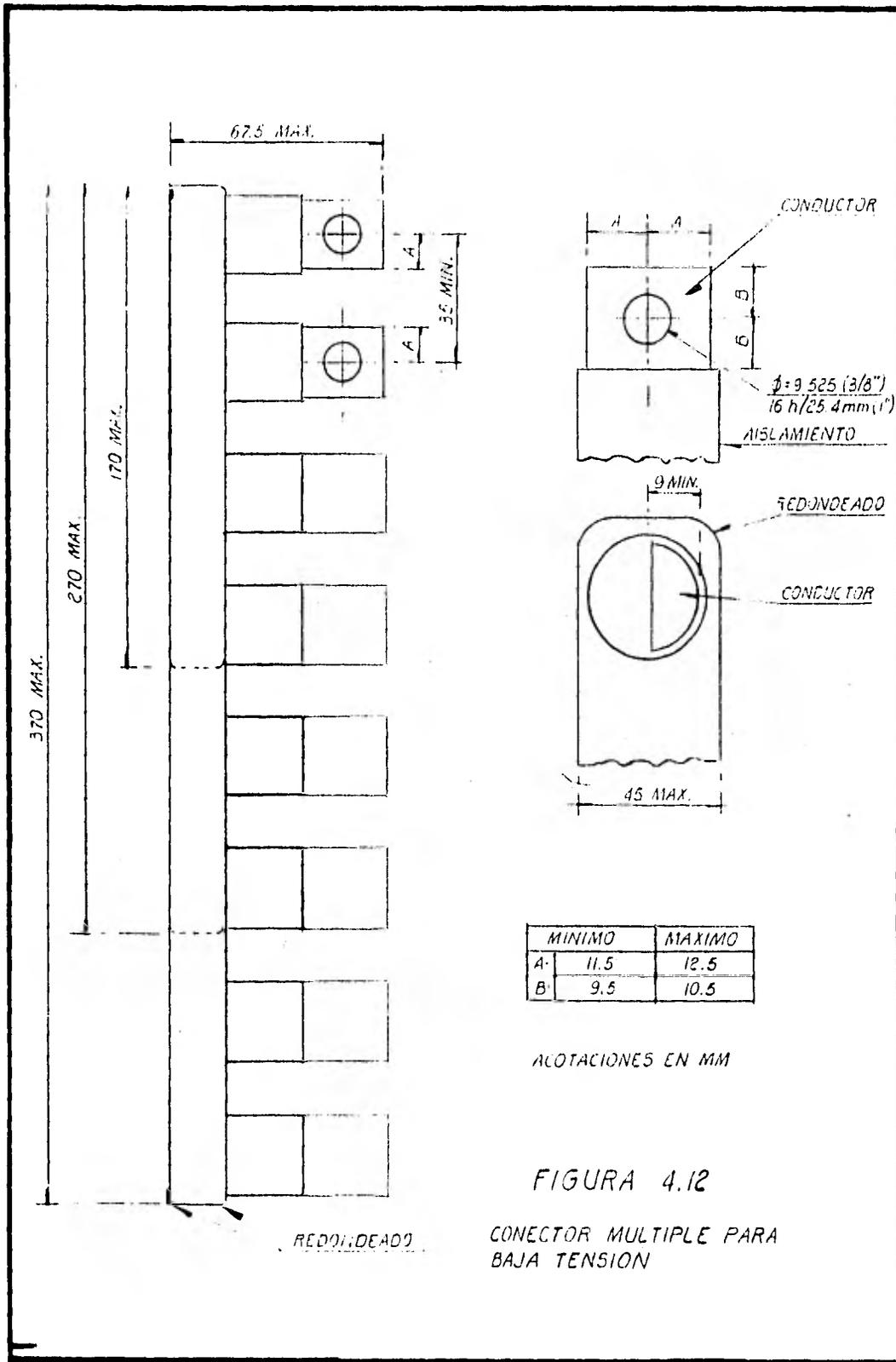
4.3 Los puntos de conexiones deben estar provistos de un capuchon removible, del mismo material del aislamiento y perfectamente sellado. El número de capuchones será de el número de conexiones menos una.

5.- DIMENSIONES

Las dimensiones deben ser las que se indican en la Figura. 4.12

6.- PRUEBAS

Estos conectores deben ser probados de acuerdo a la Norma ANSI C119.1-1974.



CAPITULO V

SUBESTACION PRINCIPAL EN 115 KV.

V.1 1.- ALCANCE

Este capítulo se incluye con el fin de dar una idea de las transformaciones que se toman en cuenta en el diseño de una subestación de transformación de un voltaje alto (115 Kv) a uno más normalizado en la distribución de energía (23 Kv.) De ninguna manera se profundizará en el diseño sino que se dará lo más notable en las instalaciones de éste tipo.

Los puntos a tratar son los siguientes:

- V. 2.- Capacidad de la subestación
- V. 3.- Tensión de alimentación
- V. 4.- Diagrama unifilar subestación 115 KV
- V. 5.- Cálculo de corto circuito
- V. 6.- Especificaciones del equipo eléctrico
- V. 7.- Sistema de protección por relevadores
- V. 8.- Diseño de la subestación principal
- V. 9.- Sistema de tierras de la subestación principal
- V. 10.- Costo de equipo e instalación de la subestación principal.

CAPITULO V

SUBESTACION PRINCIPAL EN 115 KV.

V.1 1.- ALCANCE

Este capítulo se incluye con el fin de dar una idea de los factores que se toman en cuenta en el diseño de una subestación de transformación de un voltaje alto (115 Kv) a uno más normalizado en la distribución de energía (23 Kv.) De ninguna manera se profundizará en el diseño sino que se dará lo más notable en las instalaciones de éste tipo.

Los puntos a tratar son los siguientes:

- V. 2.- Capacidad de la subestación
- V. 3.- Tensión de alimentación
- V. 4.- Diagrama unifilar subestación 115 KV
- V. 5.- Cálculo de corto circuito
- V. 6.- Especificaciones del equipo eléctrico
- V. 7.- Sistema de protección por relevadores
- V. 8.- Diseño de la subestación principal
- V. 9.- Sistema de tierras de la subestación principal
- V. 10.- Costo de equipo e instalación de la subestación principal.

V. 2. CAPACIDAD DE LA SUBESTACION

La capacidad de la subestación se seleccionó en función de la demanda máxima, de la carga total instalada, de cargas futuras y de la capacidad que pueda proporcionar la compañía suministradora.

La carga total instalada en el fraccionamiento es, según se desprende del análisis de cargas, de 10,737.94 KVA; la demanda máxima de carga es de 5,973.896 KVA; de donde se concluye que la capacidad de la subestación sea de 10 MVA con dos transformadores de 5 MVA cada uno, trabajando con enfriamiento natural y pudiendo llegar a 14 MVA cuando trabajen con enfriamiento forzado con aire por medio de ventiladores.

V. 3. TENSION DE ALIMENTACION

La tensión de alimentación se escoge de una lista de voltajes de transmisión normalizados por la C.F.E. como son: 115, 230 y 400 KV. De acuerdo a la ubicación del fraccionamiento la alimentación a la subestación se hace en 115 KV, a través de líneas de transmisión proporcionadas por la compañía suministradora. Además, el voltaje de alimentación tiene la capacidad suficiente para satisfacer la demanda máxima que pueda solicitar la subestación en lo futuro.

4. DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTACION 115 KV.

El diagrama unifilar de la subestación principal se muestra en el Plano N° 81-EL-05. El arreglo de la subestación recibe el nombre de secundario selectivo y se desarrollo pensando que el sistema estuviera provisto de la máxima seguridad, flexibilidad y continuidad de servicios; a la par que los costos del equipo fueran lo suficientemente económicos, sin que por ello se dejen de satisfacer los requerimientos del sistema que puedan afectar la calidad del servicio.

El esquema propuesto también se conoce como de bus único, debido a que únicamente se tiene un solo bus para distribuir la energía a todos los circuitos de la red primaria de distribución. Este arreglo no es el mejor pero se ajusta a las necesidades del sistema.

La subestación en 115 KV debe contener como mínimo los siguientes elementos:

a) Equipo eléctrico:

- Transformadores de potencia
- Interruptores de potencia
- Cuchillas desconectadoras
- Apartarrayos
- Buses de distribución

b) Equipo de medición:

- Volmetros
- Ampermetros
- Watthorímetros
- Selectores
- Fasorímetros

c) Equipo de protección:

- Transformadores de potencial
- Transformadores de corriente
- Relevadores de sobre y bajo voltaje
- Relevadores de sobrecorriente instantánea
- Relevadores detectores de fases desbalanceadas
- Relevadores bloqueadores
- Relevadores de protección diferencial
- Etc.

En el diagrama unifilar se aprecian todos los elementos antes mencionados. La especificación de los equipos principales se da más adelante.

El arreglo del equipo principal de la subestación, vista de planta se muestra en el Plano No. 81-EL-06 y las elevaciones correspondientes se muestran en los Planos N° 81-EL-07 y 81-EL-08.

V. 5.- CALCULO DE CORTO CIRCUITO EN EL BUS DE 23 KV.
EN LA SUBESTACION PRINCIPAL.

El cálculo de corto circuito se llevó a cabo aplicando el concepto de las componentes simétricas para una falla de fase a tierra, que es la - que se considera más crítica de todas las fallas que se conocen y estudian normalmente.

Se consideró además la condición de falla más crítica, dada - cuando uno de los transformadores esta fuera de servicio y el otro es el que tiene que soportar toda la carga demandada por el fraccionamiento en un momento determinado.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores en la figura No. - 5.1 tenemos el siguiente diagrama unifilar simplificado, en el cual se señala el punto de falla que se consideró en los cálculos llevados a cabo.

Para el desarrollo del cálculo de la corriente de corto circuito en el punto de falla, el diagrama unifilar equivalente lo transformamos a un diagrama de impedancias equivalente, el cual se muestra en la figura 5.2.

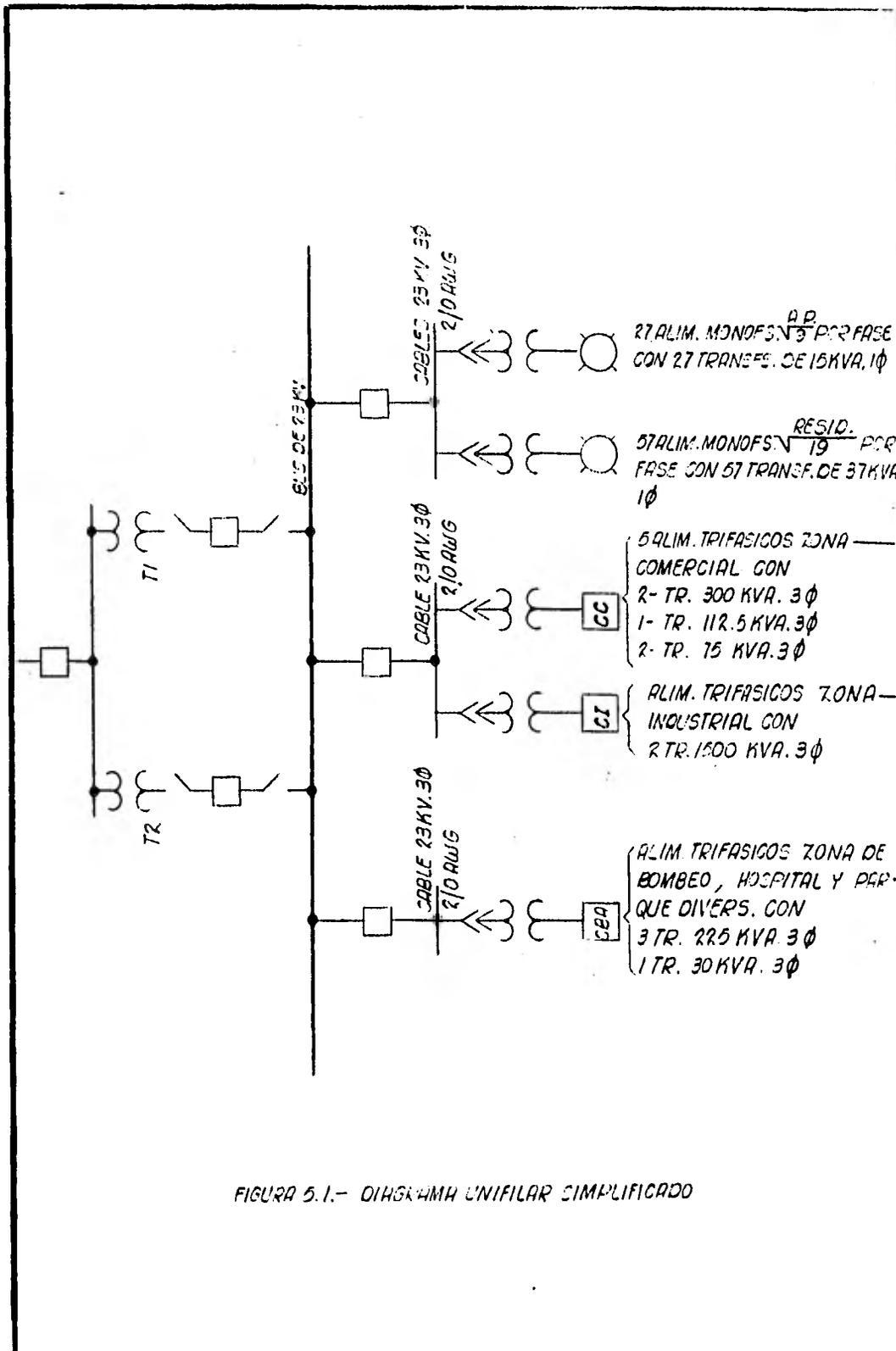


FIGURA 5.1.- DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

DESARROLLO DEL CALCULO

BASES:

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad base} &= 10 \text{ MVA}_B \\
 \text{Voltaje base} &= 23 \text{ KV}_B \\
 \text{Corriente base} &= \frac{10000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} (23)} = 251 \text{ Amps.} \\
 \text{Impedancia base} &= \frac{(23)^2}{10} = 52.9 \text{ Ohms}
 \end{aligned}$$

TRANSFORMACION DE IMPEDANCIAS A LA NUEVA BASE:

Con los transformadores trifásicos tenemos los valores listados a continuación:

Capacidad (KVA)	%Z (OHMS)	Z _{nueva} (OHMS)
30	2	6.666
75	2	2.666
112.5	4	3.555
225	4	1.777
300	4	1.333
1,500	5.75	0.3833
+ 112.5	2	1.777
+ 45	2	4.444

La relación que se utilizó para obtener los valores de la tabla anterior es la siguiente:

$$Z_{pu} = \frac{\%Z (KVA_{BASE})}{KVA (100)}$$

(+ Estos valores se obtuvieron al unir tres transformadores monofásicos en un banco trifásico)

Para el cálculo de corto circuito se tomó en cuenta el valor de la impedancia del conductor del anillo de distribución primaria tanto trifásico como monofásico.

La alimentación trifásica utiliza un cable tipo DS y el valor de su impedancia es de:

$$Z_{DS} = 0.6335 \text{ OHMS/KM}$$

Los circuitos monofásicos utilizan un cable tipo DRS con un valor de impedancia de:

$$Z_{DRS} = 0.5573 \text{ OHMS/KM}$$

Después de tomar en cuenta todos los valores que son significativos y de no tomar en cuenta las cargas que por sus características de conexión en paralelo están prácticamente en corto circuito, como es el caso de todas las cargas de casas habitación, obtuvimos los valores que se muestran en el circuito de la figura 5.3, para cada una de las secuencias: positiva, negativa y cero:

De tal manera que el circuito equivalente queda, como se muestra en la figura N° 5.4.

Antes de ocurrir la falla el voltaje entre líneas era de 22.8 Kv, por lo tanto:

$$\bar{E}_{a1} = \bar{V}_{ca} = \frac{22.8}{23} = 0.9913 \text{ pu}$$

En base a lo anterior calculamos la corriente:

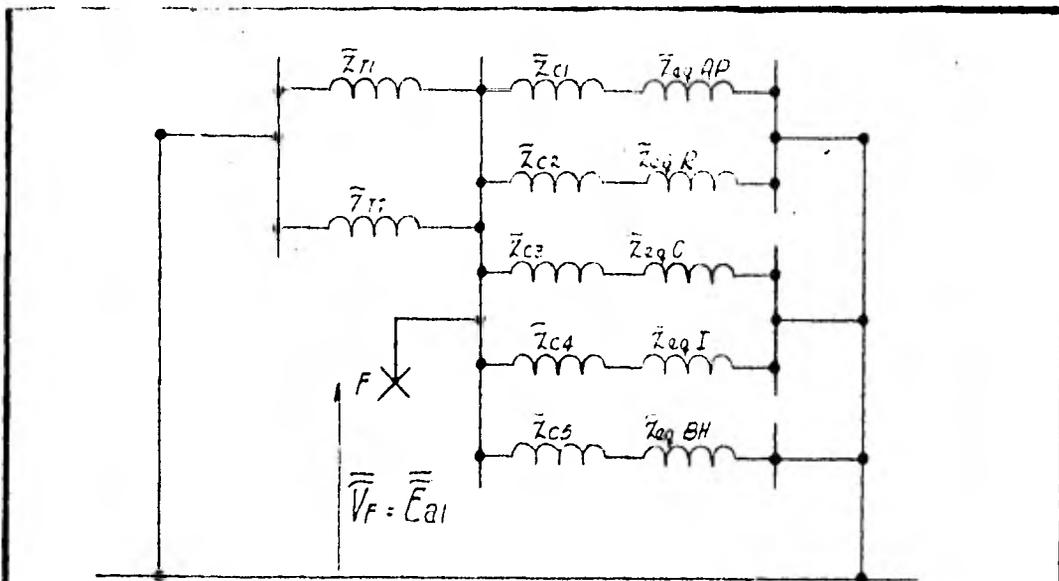


FIGURA 5.2 - DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTE.

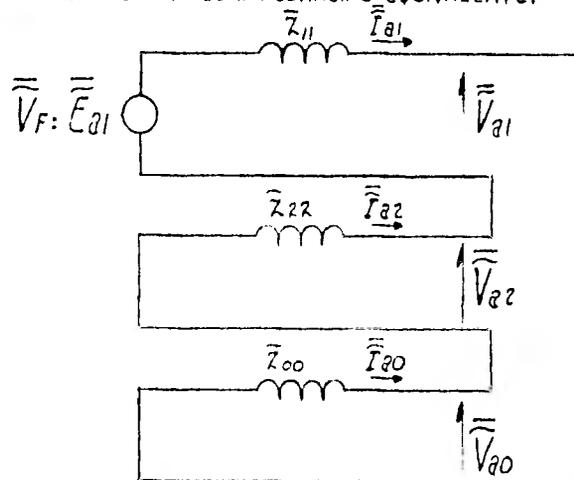


FIGURA 5.3 - CIRCUITO EQUIVALENTE DE LAS SECUENCIAS POSITIVA, NEGATIVA Y CERO.

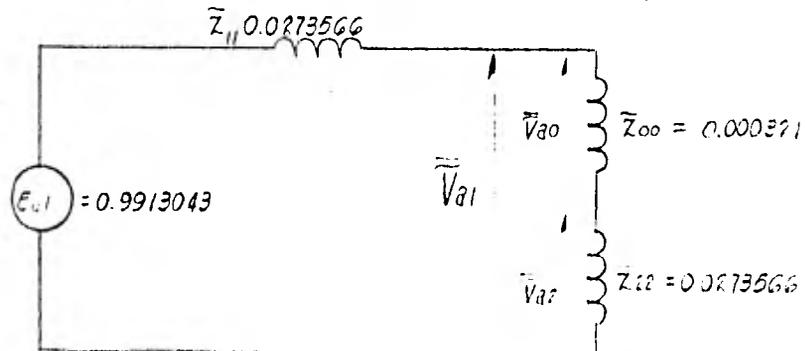


FIGURA 5.4 - EQUIVALENTE DE THEVENIN PARA EL CALCULO DE LA CORRIENTE DE FALLA.

$$\bar{I}_{a1} = \bar{I}_{a2} = \bar{I}_{a0} = \frac{\bar{E}_{a1}}{\bar{Z}_{11} + \bar{Z}_{22} + \bar{Z}_{00}} = \frac{0.9913}{(.02735)^2 + .0000321}$$

$$= 18.1075 \text{ A. pu}$$

La corriente de falla será:

$$\bar{I}_a = 3(\bar{I}_{a1}) = 3(18.1075) = 54.3227 \text{ A. pu}$$

Multiplicando por la corriente base tenemos la corriente de corto circuito simétrica:

$$I_{acc} = \bar{I}_a \times \bar{I} \text{ base} = 54.3227 (251)$$

$$= 13.635 \text{ KA.}$$

Para obtener la corriente asimétrica:

$$I_{accASIM} = 1.6 \times I_{acc_{sim}} = 1.6 (13.635) = 21.816 \text{ KA}$$

y la capacidad de corto circuito asimétrica es:

$$S_{cc} = 3 V_n I_{acc_{asir}} = 3 (13.2)(21.816) = 498.78085 \text{ MVAcc}$$

Por lo tanto, todo el equipo que este localizado en el lado secundario del transformador principal, como son las cuchillas, interruptores, - - apartarrayos, etc., tendrá una capacidad de 500 MVA de corto circuito, como se especifica para cada uno de ellos en el capítulo correspondiente.

En el lado primario del transformador la compañía suministradora da una capacidad de corto circuito de 5000 MVA'S y el equipo eléctrico deberá de estar diseñado para soportar una descarga de tal magnitud en caso de que llegara a ocurrir. Para determinar la corriente de corto circuito hacemos - lo siguiente:

$$\bar{I}_{a1} = \bar{I}_{a2} = \bar{I}_{a0} = \frac{\bar{E}_{a1}}{\bar{Z}_{11} + \bar{Z}_{22} + \bar{Z}_{00}} = \frac{0.9913}{(.02735)^2 + .0000321}$$

$$= 18.1075 \text{ A. pu}$$

La corriente de falla será:

$$\bar{I}_a = 3(\bar{I}_{a1}) = 3(18.1075) = 54.3227 \text{ A. pu}$$

Multiplicando por la corriente base tenemos la corriente de corto circuito simétrica:

$$I_{acc} = \bar{I}_a \times \bar{I} \text{ base} = 54.3227 (251)$$

$$= 13.635 \text{ KA.}$$

Para obtener la corriente asimétrica:

$$I_{accASIM} = 1.6 \times I_{accsim} = 1.6 (13.635) = 21.816 \text{ KA}$$

y la capacidad de corto circuito asimétrica es:

$$S_{cc} = 3 V_N I_{accasim} = 3 (13.2)(21.816) = 498.78085 \text{ MVAcc}$$

Por lo tanto, todo el equipo que este localizado en el lado secundario del transformador principal, como son las cuchillas, interruptores, - - apartarrayos, etc., tendrá una capacidad de 500 MVA de corto circuito, como se especifica para cada uno de ellos en el capítulo correspondiente.

En el lado primario del transformador la compañía suministradora da una capacidad de corto circuito de 5000 MVA'S y el equipo eléctrico deberá de estar diseñado para soportar una descarga de tal magnitud en caso de que llegara a ocurrir. Para determinar la corriente de corto circuito hacemos - lo siguiente:

$$I_{\text{sim.c.c.}} = \frac{5000 \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \cdot 115 \text{ (KV)}}$$

$$I_{\text{sim.c.c.}} = 25.102 \text{ KA.}$$

y la corriente asimétrica es:

$$I_{\text{asim c.c.}} = 1.6 (25.102)$$

$$I_{\text{asimc.c.}} = 40.163 \text{ KA.}$$

De donde se concluye que todos los equipos en el lado de alta del -- transformador deberán de diseñarse para soportar una descarga de 40 KA. de corto circuito. Este dato aparece en las especificaciones de equipo que se verán a continuación como parte importante a la hora de pedir un elemento - eléctrico que deberá proteger el sistema y mantener una continuidad en el suministro de energía eléctrica.

V. 6.- ESPECIFICACION DE EQUIPO

ESPECIFICACION DE APARTARRAYOS EN EL SISTEMA DE 115 KV.

Apartarrayos tipo estación con elementos vlvulares, servicio pesado, montaje vertical, para servicio intemperie, autosoportados, completos - con anillos equipotenciales, con dispositivos de alivio de presión, bases, conectores, etc., de tensión nominal de designación (voltage rating) de 96 KV.

Las principales partes de que constará cada apartarrayos, deberá incluir, pero sin limitarse a lo siguiente: cuerpo de porcelana de una sola pieza, componentes internos como resistencia o elementos vlvulares, unidades con entrehierros de flameo, bobinas electromagnéticas, resistencia y capacitores graduados, porcelanas aislantes, resorte de compresión para mantener hermético el ensamble interno, conectores en las terminales de línea y de tierra, dispositivo de alivio de presión, base para montaje en soportes de concreto, placas de datos, tornillería completa.

Las características eléctricas de diseño incluyen los siguiente factores: clase vlvulares; tipo estación; frecuencia nominal 60 Hz; tensión nominal de designación 96 KV; tensión mínima de flameo, 60 Hz, RMC 140 KV; tensión máxima de flameo al impulso, onda de 1.2x50 microseg, 226 KV; tensión máxima de flameo por sobretensiones de maniobras de interruptor. onda de 4x4000 microseg, 218KV; tensión máxima de descarga, IR de la onda de 8x20 microseg, a 5000 amps. 194 KV, a 10000 amps. 213 KV, a 20000 amps. 247 KV y a 40000 amps. 296 KV; nivel máximo de radio influencia 250 MV; tipo de onda para el voltaje máximo por sobretensiones de maniobras 4x4000 microseg; -- prueba de alta corriente de corta duración, con onda de 4x10 microseg., 100 KA; ciclo de trabajo por 1 min. de descargas sucesivas de ondas de 8x20 microseg. con valor de cresta a 10 KA; altura total del ensamble (1.25 m.); - peso total del ensamble 205 Kg; distancia mínima de fuga de flameo superficial 3m; voltaje de prueba de aislamiento a 60 Hz. en húmedo durante 10 seg.

450 KV; voltaje de prueba del aislamiento a 60 Hz., en seco durante 1 minuto, 225 KV y el voltaje de prueba del aislamiento a la onda completa positiva o negativa de 1.2 x 50 microseg., 450 KV.

Además el apartarrayos deberá de ser totalmente hermético y sellado para evitar la entrada de humedad, así como estar autoprotegido contra alta contaminación (ambiente húmedo y corrosivo debido a la proximidad del mar).

ESPECIFICACIONES PARA CUCHILLAS DESCONECTADORAS EN 115 KV

Cuchillas desconectadoras monofásicas, tipo de apertura vertical, cada una de ellas diseñada para 115 KV, 1250 A. 60 Hz, incluyendo un mecanismo de operación de apertura y cierre a base de motor eléctrico para la operación del grupo y gabinete de control común por cada juego de tres cuchillas.

Temperaturas de diseño y de operación estará de acuerdo con las Normas COONIE.

Las cuchillas desconectadoras deberán suministrarse completas con aisladores verticales del tipo soporte para bus o cuchillas, estos estarán formados de porcelana y partes metálicas de acuerdo a normas, se debe suministrar el mecanismo de control necesario, completo, incluyendo la transmisión, las levas, manivelas de operación, caja metálica para alojar el motor, el propio motor eléctrico, engranes y el equipo auxiliar.

Se deberán proporcionar las partes necesarias para cada una de las cuchillas incluyendo soportes de montaje, tornillería y demás accesorios necesarios para la instalación del equipo de control mencionado anteriormente. Dicho circuito de control deberá ser de operación manual y remota por medio de dispositivos de mando de contacto momentáneo.

Se proporcionará, además todo el alambrado para la correcta operación del mecanismo de cierre y apertura de las cuchillas desconectadoras. También se dará un hilo para la correcta conexión a tierra del equipo.

Las características eléctricas de diseño incluyen los siguientes factores:

Tensión nominal	115 KV
Tensión máxima de diseño	121 KV
Corriente nominal	1 250 A

Corriente momentánea mínima	40 A
Nivel básico de impulso (BIL)	550 KV
Prueba baja frecuencia en seco	
un (1) minuto (a tierra) 60 HERTZ	280 KV (ANSI)
Prueba baja frecuencia en húmedo	
durante 10 seg.	230 KV
Tensión de control	125 V.C.D.
Tensión auxiliar	220/127 V.C.A. (4 hilos)

Elevación de temperatura. La elevación de temperatura de las cuchillas desconectadoras no deberá exceder de 30°C sobre una temperatura ambiente de 40°C de acuerdo con las Normas COONNIE.

Voltaje de radio interferencia. Las cuchillas desconectadoras deberán ser diseñadas en tal forma que la descarga por efecto corona no exceda de 2,500 microvolts para 115 KV a 1 M/Hz. cuando se pruebe a 105% del voltaje de línea a tierra. La prueba debe efectuarse de acuerdo con la publicación NEMA N° 107-1964, "Methods of Measuring Radio Noise"

ESPECIFICACION DE INTERRUPTORES EN
SF6 PARA 115 KV.

Interruptores desconectadores de circuito aislados por gas SF₆, para un voltaje nominal de 115 KV, 3 Ø, 60 Hz, con un BIL de 550 KV, capacidad interruptiva de 40 KA de corriente simétrica, 2000 Amps. de corriente nominal, - tiempo de interrupción de dos (2) ciclos para todas las corrientes entre el 0 y 100 % de la capacidad interruptiva nominal, y deberán de incluirse todos los estándares en el diseño, prueba y fabricación del equipo de acuerdo a las últimas normas internacionales y nacionales (COONNIE, ANSI, NEMA, etc.), deberán de incluirse en el diseño la previsión de la elevación futura de la capacidad interruptiva nominal a 63 KA.

Los interruptores deberán de ser totalmente ensamblados en fábrica, - - ajustados y probados, y deberán ser embarcados como una unidad de tres - polos de tal manera que pueda ser manejada con una grúa, excluyéndolo las agarraderas en caso necesario. Los acoplamientos mecánicos operarán en grupo - las válvulas y contactos de los 3 polos. Cada interruptor incluirá un mecanismo neumático de accionamiento libre tanto mecánicamente como eléctricamente y neumáticamente, y permitirá verificar todos los ajustes y características de operación previos a cargar el interruptor con gas. Cada mecanismo incluirá doble devanado de disparo en construcción electromagnética redundante. El mecanismo será calibrado en fábrica para restablecerse en 20 ciclos.

Las resistencias de restablecimiento serán preinsertadas durante una operación de recierre de aproximadamente 8 m seg. antes del recierre de los - contactos principales. La resistencia tendrá una capacidad térmica de 4 operaciones rápidas de recierre.

Se proporcionará una puerta para hombre para facilidad de mantenimiento e inspección, y deberá de ser lo suficientemente amplia para que todos los - componentes puedan ser retirados si es necesario.

Cada interruptor incluirá un gabinete de control NEMA 3 R, para servicio exterior, para albergar el mecanismo de operación, el sistema de suministro

tro de aire, el sistema de manejo del gas; incluyendo un juego completo de dispositivos, accesorios para controlar la temperatura, presión, limpieza y sequedad de los sistemas de gas de alta y baja presión.

El sistema de alta presión deberá almacenar el gas suficiente para proporcionar 3 operaciones de iniciación CO (CLOSE-OPEN), a la presión nominal sin necesidad que opere el compresor de gas. El sistema de operación y manejo del gas será completamente accesible. Todos los gabinetes de acceso serán embisagrados. Los calentadores para el tanque de almacenamiento de gas de alta presión estarán diseñados para larga vida y estarán conectados en un circuito Delta (Δ), trifásico para mayor confiabilidad. Se instalarán un diagrama en el interior del gabinete, en la parte de atrás de la puerta, en donde se mostrará la relación de las válvulas, medidores y otros componentes para ayuda del personal de operación.

El mecanismo incluirá también un interruptor verificador de cierre, un contador que opere en condiciones de disparo solamente, un indicador de posición que permita indicar la posición de todos los contactos desde un local central, contactos auxiliares ajustables y convertibles NA y NC para uso del cliente, un interruptor "Local-Remoto", un interruptor local de mango de pistola para control, un dispositivo manual de disparo con interruptor para evitar restablecimiento remoto sin reajustar manualmente el dispositivo de disparo manual, un compresor de gas hermeticamente sellado, y los medidores necesarios de temperatura y presión. Todos los medidores, contadores e indicadores de posición deberán de ser visibles a una altura conveniente sin que haya necesidad de abrir las puertas del gabinete de control.

BOQUILLAS. Las boquillas se proporcionarán con las conexiones adecuadas, tanto eléctricas como mecánicas, para los otros componentes del sistema.

En los sistemas aislados por aire, las boquillas serán de porcelana, llenados con gas SF₆ y con los mismos valores nominales del interruptor. El sistema de aislamiento estará coordinado para evitar el sellado interno a

las presiones nominales. A todas las boquillas se les hará una prueba rutinaria de presión a 3.25 veces la máxima presión de operación y una prueba de diseño a 4.25 veces la máxima presión de operación.

ESPECIFICACION PARA TRANSFORMADORES
DE POTENCIA DE 5/7 MVA.

Transformador de potencia, sumergido en aceite, servicio intemperie, - enfriamiento clase OA/FA, diseñado para operar con una elevación de temperatura de 55° C, sobre temperatura media ambiente de 30°C, máxima de 40°C, - con aislamiento para 105°C, altura de operación de 50 m.s.n.m., con una capacidad de 5600/7000 KVA, 3 fases, 60 Hz., devanado de alta tensión de 115 - Kv, conexión delta, con 4 derivaciones de 2.5% c/u, 2 arriba y 2 abajo de la tensión nominal, devanado de baja tensión de 23 KV entre fases, conexión estrella con una impedancia del 4%, con neutro accesible fuera del tanque - y solidamente conectado a tierra.

El transformador irá equipado con los siguientes accesorios: equipo -- para ventilación forzada, termómetros con contactos de alarma y aguja de - máxima, indicador de nivel con contactos de alarma, tanque conservador y re - levador Buchholz, cambiador de derivaciones sin carga operado desde el exte - rior, boquillas del primario con conector para cable ACSR, instalación de - boquillas en el secundario especiales para conectar a cable ACSR, boquilla del neutro secundario accesible para conexión solidamente a tierra, bancos de radiadores desmontables, placa de datos, 3 transformadores de corriente tipo boquilla con relación múltiple 50-5A en el primario alambrados hasta -- tablillas, elementos para izaje (de tapa, transformador completo, núcleos y bobinas), placas especiales para uso de gatos, dos conectores para tierra, válvulas para filtro prensa y para muestreo, registros de mano y/o hombre, - equipo para conservación de aceite tipo "inertaire" completo, pintura de a - cuerdo a normas CONNIE, accesorios no mencionados en esta especificación de - berán de adicionarse de acuerdo a normas nacionales (CONNIE) de fabricación de transformadores.

Parámetros como el desplazamiento angular, clase de aislamiento, nivel básico de impulso, impedancia y tolerancia, regulación, nivel de ruido, bo - quillas, pérdidas en el cobre, hierro y totales, corrientes de excitación, - cantidad de aceite, dimensiones del transformador, eficiencias y pruebas de fabricación e instalación hechas al equipo se hallan en forma detallada en - las normas CONNIE

ESPECIFICACION DE BATERIAS Y CARGADORES

Baterías. Las baterías serán del tipo plomo-ácido las cuales formarán un banco con la cantidad y características eléctricas que se requieran, debiendo cumplir además con los siguientes requisitos: Las baterías plomo-ácido deberán ser del tipo de placas positivas tubulares y placas negativas de rejilla; el aislamiento entre placas deberá ser de material microporoso con retenes adecuados; el recipiente de cada batería deberá ser de plástico o vidrio transparente resistentes al calor y al impacto, debiendo contar con marcas que indiquen los límites de nivel normal de electrolito; los recipientes deben contar con el espacio suficiente entre su base y las placas para recibir los sedimentos y evitar el mantenimiento durante su vida útil; los recipientes deberán tener tapón, para llenado de electrolito, con pequeños agujeros para ventilación; las terminales de las baterías deberán tener capacidad de conducción suficiente de acuerdo a la capacidad del banco de baterías; - las terminales de las baterías deberán ser roscadas contando con los conectores y tuercas necesarias para formar un banco en función de nuestras necesidades; las baterías deberán ser cargadas en seco y selladas en fábrica para su transportación y almacenamiento; el fabricante deberá proporcionar el electrolito suficiente para llenar las baterías en el lugar de su instalación; Para el banco de baterías deberá de suministrarse un bastidor de montaje de fierro estructural con un diseño y un acabado adecuados para resistir el peso de las baterías y corrosión respectivamente.

Cargadores de baterías. Los cargadores de baterías serán diseñados para servicio interior contenidos en gabinetes metálicos autosoportados, y deberán contar y cumplir con los siguientes requisitos: Deberán de ser del tipo de rectificadores controlados de silicio, para carga en flotación; deberá tener la capacidad adecuada para cargar el banco de baterías correspondiente y la carga continua simultáneamente de acuerdo a datos técnicos definidos adecuadamente; deberá contar con una regulación de $\pm 1\%$ en el voltaje de salida cuando se tengan variaciones en el sistema de alimentación de $\pm 10\%$ en el voltaje y $\pm 5\%$ en la frecuencia; el cargador deberá contener, pero sin limitarse, los siguientes elementos: Interruptor termomagnético a la entrada de C.A. con la suficiente capacidad de corto circuito; una lámpara de encen-

dido indicador en C.A.; un relevador de alarma para falla de energía en C.A. con dos contactos de un polo, doble tiro, alambrados a tablillas terminales; un interruptor termomagnético a la salida de C.D. con las características -- adecuadas para un buen funcionamiento; un relevador o contacto auxiliar de - alarmas por disparo del interruptor termomagnético de salida C.D., alambrado a tablillas terminales; un volmetro a la salida de C.D.; un derivador de corriente y un ampermetro a la salida de C.D.; un reloj ajustable de 0 a 72 ho ras para carga de igualación; un potenciómetro para ajuste de voltaje de - - igualación; un potenciómetro para ajuste de voltaje de igualación; un potenciómetro para ajuste de voltaje de flotación; dos lámparas indicadoras para señal de falla a tierra, con interruptores de prueba; relevador de alarma - por falla de voltaje en C.D. con dos contactos de un polo, doble tiro, alambrados a tablillas terminales; un relevador de falla a tierra en C.D. con - dos contactos de un polo doble tiro, alambrados a tablillas terminales; debe rán proveerse con ventilación forzada y todos los aditamentos que ello impli ca y, finalmente, con todos los elementos de control, medición y protección se deberán proporcionar placas de datos indicada claramente su función.

ESPECIFICACIONES PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
Y PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL EN EL SISTEMA
DE 115 KV.

Transformadores de corriente en aceite, tipo devanado, servicio intemperie, para una tensión nominal de 115 Kv, con relación de transformación de 100:5 amperes y frecuencia de 60 Hz.

Transformadores de potencial monofásicos, en aceite, inductivos, tipo devanado, servicio intemperie, de una boquilla de alta tensión, para una conexión del primario de fase a fase, para una tensión nominal de 115 Kv, con devanado secundario de 115 Volts y una relación de transformación de 1000:1 a frecuencia de 60 Hz nominal.

Los transformadores de corriente serán del tipo de boquilla y además contarán con los siguientes accesorios, sin ser ello una limitante: una sola caja para terminales secundaria, diseñada para servicio intemperie y con provisiones para entrada con tubo conduit de 25.4 mm de diámetro nominal mínimo; placa de datos, conteniendo todos los datos indicados en las normas: ANSI C57.13, inciso 5.6.1 para transformadores de potencial y ANSI C57.13, inciso 4.8.1 para transformadores de corriente; las terminales deberán llevar marcas de polaridad permanentes y resistentes a la intemperie; placa de conexión a tierra, adecuada para recibir un conector plano para cable de 4/0 a 250 MCM.

Los transformadores de potencial serán del tipo boquilla de una sola porcelana de tipo niebla para alta contaminación y además de los accesorios mencionados en el párrafo anterior contarán con los siguientes: fusibles para protección de los devanados secundarios; base con perforaciones para montaje en estructura de soporte; deberán venir equipados con los conectores terminales para conexión a cables aéreos, los conectores deberán recibir en forma adecuada conductores de cable tipo; deberán contar con devanado secundario de 115 Volts. para medición y protección.

Las características eléctricas de diseño de los transformadores de corriente son las siguientes:

a) Tensión nominal del sistema (entre fases)	115 KV.
b) Tensión máxima de diseño	121 KV.
c) Frecuencia nominal	60 Hz.
d) Tipo	Devanado
e) Servicio	Intemperie, sumergido en aceite
f) Corriente nominal primaria	100 Amps
g) Corriente nominal secundaria	5 Amps
h) Tensión secundaria	400 Volts.
i) Número de devanados secundarios	Uno (1)
j) Corriente momentánea de resistencia mecánica 100 Amps	10 Ka.
k) Capacidad térmica durante 1 seg. en valor eficaz de la corriente a 100 Amps.	7 Ka.
l) Elevación máxima de la temperatura ambiente de 30°C medida por resistencia, con corriente nominal en forma continua y a 100 M.S.N.M.	55 °C
m) Factor de capacidad térmica (In= corriente nominal)	1.5 In
n) Clase de de aislamiento	115 KV
o) Nivel de aislamiento	
0.1) De baja frecuencia	230 KV
0.2) De impulso, onda completa (1.2 x 50 microseg.) BIL	550 KV.
0.3) De impulso, onda cortada	630 KV
0.4) Tiempo mínimo de flameo	3 Microseg.
p) Precisión	
p.1) Para protección (clasificación ANSI, Norma C57,12 A-62). TC de baja impedancia	T 400

- | | |
|--|------------------------------|
| q) Distancia mínima de fuga | 4.5 cm/KV al neutro |
| r) Boquillas (Bushing) tipo:
Norma ANSI C-57.13, Sec. 4-7 | Niebla (anti-fog)
Clase 2 |

Las características eléctricas de diseño de los transformadores de potencial son las siguientes:

- | | |
|--|---------------------------------|
| a) Tensión nominal del sistema | 115 KV |
| b) Tensión máxima de diseño | 121 KV |
| c) Frecuencia | 60 Hz |
| d) Tipo | Inductivo |
| e) Servicio | Intemperie, sumergido en aceite |
| f) Número de aisladores (Bushing) | Uno (1) |
| g) Conexión del primario | De fase a neutro |
| h) Voltaje de los devanados: | |
| h.1) Voltaje primario | 115 000 Volts |
| h.2) Voltajes secundarios | 115 Volts |
| i) Relación de transformación | 1 000: 1 |
| j) Clase de aislamiento | 115 KV |
| k) Nivel de aislamiento | |
| k.1) De baja frecuencia | 230 KV |
| k.2) De impulso onda completa
(1.2 x 50 Microseg) BIL | 550 KV |
| k.3) De impulso onda corta | 630 KV |
| k.4) Tiempo mínimo de flameo | 3 Microseg. |
| l) Clase de precisión
(Normas ANSI C57.13) | 1.2 Y |
| m) Capacidad térmica mínima en V.A. | 200 V. A. |
| n) Número de devanados secundarios | Uno (1) |
| o) Tensión de prueba de 1 min. 60 Hz. en el secundario contra tierra | 4 KV |
| p) Distancia de fuga mínima | 4.5 cm/KV al neutro |
| q) Boquillas (bushings) tipo | Niebla (anti-fog) |

Cada uno de los transformadores de corriente y de potencial deberá embarcarse con el aceite aislante necesario.

ESPECIFICACION DE APARTARRAYOS EN 23 KV.

Apartarrayos de distribución tipo rolado, con elementos válvulares, servicio pesado, montaje vertical, para servicio intemperie, - - autosoportados, con dispositivos de alivio de presión, bases conectores, etc. de tensión nominal de designación de 21 Kv.

Las principales partes de que constará cada apartarrayos, deberán incluir, pero no limitarse a, lo siguiente.

Cuerpo de porcelana de una sola pieza, componentes internos como resistencia o elementos autoválvulares, unidades con entrehierro - flameo, bobinas electromagnéticas, resistencia y capacitores graduados, porcelanas aislantes, conectores en las terminales de línea y tierra, dispositivo de alivio de presión, base para montaje, en soportes de concreto, placa de datos, tornillería completa.

Las características electricas de diseño que se incluyen son:

Clase valvulares, tipo rolado, frecuencia mínima de flameo 31.5 KV, tensión máxima de impulso de flameo de onda de 1.2 x 50, 63 KV, tensión máxima de descarga IR, de la onda de 8 x 20 microseg, para - - 1,500 Amp. 63 Kv, para 5,000 Amp. 77.5 Kv, para 10,000 Amp. 87 Kv. a 20,000 Amp. 97KV, altura total de ensamble (64.8 cm) peso total de ensamble 5.67 Kg., distancia mínima de fuga superior 63.8 cm, inferior 16.9 cm. Voltaje de prueba de aislamiento en húmedo durante 10 seg. 95/115 Kv., voltaje de prueba del aislamiento a la onda completa positiva ó negativa de 1.5 x 40 microseg. 157/179 Kv.

El apartarrayos deberá ser totalmente hermético y sellado para evitar la entrada de humedad, así como estar protegido contra alta -- contaminación (ambiente húmedo y corrosivo por la proximidad del mar)

ESPECIFICACION PARA CUCHILLAS DESCONECTORAS EN 23 KV.

Cuchillas desconectoras operadas en grupo, tipo de apertura - vertical, diseñados para 23 Kv., 1200 AMP., 60 Hz, incluyendo un mecanismo de operación de apertura y cierre a base de motor eléctrico para la operación del grupo y gabinete de control.

Temperaturas de diseño y de operación estarán de acuerdo con las normas CONNIE.

Las cuchillas desconectoras deberán suministrarse completas con aisladores verticales del tipo soporte para bus o cuchillas, estos es tarán forrados de porcelana y partes metálicas de acuerdo a normas, - se debe suministrar el equipo de control necesario.

Se deberán proporcionar las partes necesarias para la operación - del grupo incluye soportes de montaje, tornillería y demás accesorios necesarios para la instalación del equipo de control.

El circuito de control deberá ser de operación manual y remota -- por medio de dispositivos de mando de contacto momentáneo.

Se proporcionará, todo el alambrado para la correcta operación del mecanismo de cierre y apertura de las cuchillas y se dará un hilo para la correcta conexión a tierra del equipo.

A continuación se muestran las características eléctricas de dise ño:

Tensión Nominal	:	23 KV
Tensión máxima de diseño	:	25.8 KV
Corriente Nominal	:	1,200 KV.
Corriente momentánea mínima	:	61,000 AMP.

Nivel Básico de impulso (BIL) : 150 Kv.
Tensión aguantable de prueba a 60 Hz.
- En seco un (1) minuto : 70 Kv.
- En húmedo durante 10 seg. : 60 Kv.
Tensión de control : 125 V.C.D.
Tensión auxiliar : 220/127 V.C.A.

La elevación de temperatura no deberá exceder de 30°C sobre una -
temperatura ambiente de 40°C, de acuerdo a las normas CONNIE.

ESPECIFICACION DE INTERRUPTORES EN 23 KV.

Interruptores desconectadores de circuito, en aire para un voltaje nominal de 23 Kv, 3Ø, 60 Hz, con un bil de 150 Kv, capacidad interruptiva de corto circuito momentánea 40 Ka. y para 3 segundos 25 Ka., de -- 1200 de corriente nominal tiempo de interrupción de 3 ciclos para todas las corrientes entre el 0 y el 100% de la capacidad interruptiva nominal deberán incluirse todos los estandares en el diseño, prueba y fabricación del equipo de acuerdo a las últimas normas internacionales y nacionales (CONNIE, ANSI, NEMA, Etc.).

Los interruptores serán tripolares un tiro operación manual en grupo con carga, la extinción del arco deberá efectuarse dentro de una cámara totalmente cerrada y la acción interruptiva no deberá liberar cantidades apreciables de gas ionizado. Los seccionadores deberán contar con mecanismo de energía almacenada de corte y acción de restablecer rápido, construido para asegurar alta velocidad de cierre ó apertura independiente de la velocidad del operador.

Los interruptores deberán ser totalmente ensamblados en fábrica, - ajustados y probados, deberán contar con un seguro mecánico de tal manera que el cubículo no pueda abrirse mientras se encuentre cerrado y no se pueda operar mientras la puerta esté abierta, contará además con terminales tipo presión para cables de potencia.

V. 7.- SISTEMA DE PROTECCION POR RELEVADORES.

En diagrama de la subestación principal hemos indicado los relevadores más comunes que se utilizan para la protección del equipo de la subestación, además de la protección del personal que se encontrare en el terreno de la misma.

La protección por relevadores cubren los siguientes conceptos:

- Protección por baja tensión.
- Protección térmica
- Protección instantánea de sobrecorriente de tiempo inverso o - retardado.
- Protección instantánea de sobre corriente residual de tiempo in verso o retardado.
- Protección por sobre corriente a tierra.
- Protección por sobre tensión
- Protección por flujo, nivel ó presión de gases o líquidos
- Protección diferencial.

En el diagrama unifilar tenemos los conceptos anteriores por medio de números, tomados como norma general a nivel mundial, los cuales se detallan en la simbología del mismo diagrama.

De las normas NOM-J-136-1920, 14-1-3, MAY 1968 del CCONNIE tomamos la función específica de cada uno de los relevadores anotados:

- 27- Relevador de baja tensión (27): relevador que funciona cuando la - tensión desciende de un valor determinado.

- 49- Relevador térmico de máquina o transformador: Relevador que funciona cuando la temperatura del inducido de una máquina de corriente alterna o el inducido u otro devanado o elemento bajo carga de una máquina de corriente continua o convertidor, rectificador transformador (incluyendo un transformador para rectificador) excede de un

valor determinado.

- 50- Relevador instantáneo de sobrecorriente o de relación incremento - de la corriente: Relevador que funciona instantáneamente al alcanzar la corriente un valor excesivo o si la corriente aumenta con - demansuada rapidez lo cual es señal de que ha habido una falla en el aparato o en el circuito protegido.
- 51- Relevador de sobrecorriente de tiempo para corriente alterna: Relevador de acción retardada que funciona cuando la corriente alterna de un circuito excede de un valor determinado. El retraso puede ser en función inversa a la intensidad de la corriente o puede ser en función de tiempo definido. Es un relevador con características de tiempo inverso o definido que funciona cuando la corriente en - un circuito de corriente alterna, excede un valor predeterminado.
- 59- Relevador de Sobretensión: Relevador que funciona cuando el valor de la tensión excede de un valor determinado.
- 63- Relevador de flujo, nivel a presión de gases o líquidos: Relevador que funciona a valores dados de la presión, flujo o nivel de un líquido o de un gas, o a un régimen de variación determinado de di-- chas magnitudes.
- 86- Relevador de bloqueo sostenido: Relevador accionado eléctricamente y de reposición eléctrica o manual, o dispositivo que funciona para desconectar y mantener desconectado un equipo cualquiera des--- pués de producirse condiciones anormales.
- 87- Relevador de protección diferencial: Relevador de protección que - funciona bajo un diferencia porcentual o ángulo de fase, o de otra diferencia cuantitativa de dos corrientes o de otras magnitudes - eléctricas.
- 52- Interruptor de potencia para corriente alterna: Dispositivo utilizado para cerrar o abrir un circuito de corriente alterna bajo con

diciones normales o para abrir el circuito bajo condiciones de ---
emergencia, o de falla.

Los relevadores de protección mencionado son los más comunes y lle
nan los requisitos suficientes para tener un buen sistema de protección
en la subestación principal. Se entiende que todo lo mencionado tiene -
toda un teoría que es estudiada y aplicada en la práctica profesional.

V. 8.- DISEÑO DE LA SUBESTACION PRINCIPAL

El diseño de la subestación principal de 115/23 KV. es, debido al nivel de voltaje que maneja, un problema complejo. Complejo por la gran cantidad de factores que implica la construcción, instalación y puesta en funcionamiento de una subestación de esta capacidad. Tan complejo -- que no entra dentro de los propósitos de este capítulo el detallar el calculo de alguno de los multiples factores de diseño para la instalación de la subestación, ya que de hacerlo no terminaríamos de acabar nunca. Aunque en la actualidad el problema se ha simplificado en gran parte debido a la aplicación de las computadoras en la solución de todos los detalles que se necesitan para dimensionar, con gran seguridad una subestación de la presente dimensión y aún mas grandes.

Más aún, el dimensionamiento de las subestaciones se encuentra en algunos casos, como el nuestro, normalizado. Es así como tenemos los siguientes valores:

- Capacidad máxima de corto circuito	5000 MVA.
- Tensión nominal de alimentación	115 Kv.
- Tensión nominal de distribución	23 Kv.
- Distancia nominal entre fases	3 Mts.
- Diámetro nominal de los buses	63.5 mm. Ø
- Separación máxima entre soportes de buses	5 Mts.
- Carga de ruptura en "Cantilever" de los aisladores	816 Kgs.
- Distancia mínima entre tierra y boquillas de equipo eléctrico	4 Mts.
- Altura mínima del bus	6.5 Mts.
- Altura mínima punto de acometida	13.5 Mts.
- Separación entre cuchillas e interruptor	4.5 Mts.

Es así como en base a la experiencia obtenida en subestaciones de este tipo el problema se reduce a aplicar correctamente las normas de -

diseño en función de nuestras necesidades y de las necesidades que nos impongan los equipos eléctricos que se piensan instalar.

Los planos 81-EL-06, 81-EL-07 y 81-EL-08 dan una idea de la instalación del equipo eléctrico en alta tensión y la forma en que se envía tanto en planta como en las elevaciones lateral y frontal.

V.9.- SISTEMA DE TIERRAS DE LA SUBESTACION

El sistema de tierras es extremadamente importante en una subestación en donde se maneje un voltaje como el que se aplica en este caso.

Las funciones que cubre el sistema de tierras son:

- a) Provee la tierra física para conectar el neutro de los transformadores, reactores y capacitores.
- b) Provee el camino de descarga para los pararrayos, apartarrayos, anclas y accesorios similares.
- c) Asegura la seguridad del personal al limitar la diferencia de potencial que pudiera existir en la subestación.
- d) Prevee caminos para descargar y desenergizar los equipos que requieran mantenimiento.

Además la subestación, por seguridad, requiere que todo el equipo y estructuras en la subestación este perfectamente aterrizado para evitar accidentes por corrientes de falla en el sistema.

El sistema de tierras se colocara en la subestación en forma de una red, siempre deberá ir enterrada a una profundidad mínima de 0.50 mts. y estará formada por cable de cobre desnudo calibre 4/0. La red, en la área de la subestación y principalmente donde se localizan los equipos mayores, deberá tener una conformación cuadrada con 5 x 10 metros de lado.

La conexión de los equipos se hará a partir de la red con conectores especiales y con un cable de diferente o igual calibre según sea la importancia y capacidad del equipo.

Para mayor seguridad se colocarán varillas de tierra en sitios estratégicos es decir, en los puntos en donde el voltaje de toque o paso alcance valores peligrosos para la seguridad del personal y del equipo. Los puntos más peligrosos se localizan en la periferia de la subestación y en las esquinas principalmente.

V. 10.COSTO DE EQUIPO E INSTALACION
DE LA SUBESTACION PRINCIPAL

Debido a que se hizo necesaria la instalación de una subestación transformadora en nuestro anteproyecto , debemos de tomar en cuenta este concepto e incluirlo en el costo de la red de alimentación para sacar conclusiones más precisas en cuanto al precio que implica una instalación de este tipo.

En la tabla 5.1 se anota el costo unitario de cada uno de los elementos que forman parte de una subestación, no están incluidos todos aunque sí los más significativos. Costo de equipo y costo de instalación están incluidos en la misma tabla. Se deberá entender por instalación todo lo concerniente a la construcción de las cimentaciones y estructura para la sustentación del equipo eléctrico.

TABLA 5.1.- COSTOS UNITARIOS DE EQUIPO ELECTRICO PARA LA SUBESTACION PRINCIPAL.

Part.	Cant.	Unidad	Concepto	P. U.	P.T.
1	2	Pza.	Transformador de potencia de 5000/7000 KVA, 115-23/13.8 KV, 3F, 60Hz, sumergido en aceite, 55/65°C, 4 pasos de 2.5% (2 arriba y 2 abajo).	5'348,280	10'696,560
2	2	Pza	Interruptores de potencia en 115 Kv. de SF6, 5000 MVA's, C.I, 1200 A., 3F, 60 Hz, operación en grupo.	2'547,650	5'095,300
3	3	Pza.	Interruptores de potencia en 23 Kv de aire comprimido, 500 MVA's C.I., 1200 A, 3F, 60 Hz operación en grupo.	1'230,140	3'690,420
4	6	Pza.	Interruptores de potencia de fusibles con cuchillas operadas en grupo para 23 Kv, 500 MVA. C.I., 1200 A., 3 F, 60Hz	502,310	3'013,860
5	6	Pza.	Transformador de corriente para 25 Kv, 100-200:5A, 60Hz servicio exterior, con clase y potencia de precisión 0.3 B0.1-B4.0 (protección)	300,000	1'800,000
6	6	Pza.	Transformador de corriente para 25 Kv, 200:5 A., 60Hz servicio exterior, con clase y potencia de precisión 0.3 B0.1-B4.0 (medición).	210,000	1'260,000
7	6	Pza.	Transformador de corriente para 115 Kv, 50-100:5A, - 60 Hz., servicio exterior, con clase y potencia de precisión 0.3 B0.1-B4.0 (protección).	300,000	1'800,000
8	18	Pza.	Transformador de corriente para 25 Kv. 100:5A, 60Hz, servicio exterior, con clase y potencia de precisión 0.3 B0.1-B4.0 (protección)	180,000	3'240,000
Total Parcial - - - - -					\$ 30'596,140

Part.	Cant.	Unidad	C o n c e p t o	P.U.	P.T.
9	6	Pza.	Transformador de potencial para 24 Kv:120V, rel.200:1, 60 Hz, servicio exterior, clase y potencia de precisión 0.3 WXYZ, potencia -- máxima de calentamiento - 2000 V.A.	230,000	1'380,000
10	10	Pqte.	Cuchillas trifásicas de operación sin carga, 500 MVA C.I., 25 KV, 1200 A, 60 Hz, servicio exterior .	450,000	4'500,000
11	2	Pqte.	Cuchillas trifásicas de operación sin carga, 5000 MVA. C.I., 115 Kv, 1200 A, 60Hz. servicio exterior.	755,000	1'510,000
12	6	Pza.	Apartarrayos tipo estación clase 97 Kv, 60 Hz.	300,000	1'800,000
13	18	Pza.	Apartarrayos tipo estación clase 21 Kv, 60 Hz.	150,000	2'700,000
14	6	Pza.	Transformador de corriente tipo ventana para 25 Kv, 50: 5 A, 60 Hz, servicio exterior.	210,000	1'260,000
15	4	Pza.	Relevador de bloqueo sostenido de reposición manual (86).	60,000	240,000
16	6	Pza.	Relevador diferencial para protección de transformadores (87)	75,000	450,000
17	24	Pza.	Relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo e instantáneo (50/51)	65,000	1'560,000
18	6	Pza.	Relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo (51)	50,000	300,000
19	2	Pza.	Relevador de sobrecorriente con unidad de tiempo e instantáneo (50N/51N).	60,000	120,000
Total Parcial					\$ 15'820,000

Part.	Cant.	Unidad	Concepto	P.U.	P.T.
20	2	Pza.	Relevador de bajo voltaje (27).	50,000	100,000
21	2	Pza.	Relevador de sobrevoltaje (59).	50,000	100,000
22	6	Pza.	Relevador de sobrecorriente sensor de fallas a tierra con unidad de tiempo (51G).	65,000	390,000
23	2	Pza.	Volmetro.	50,000	100,000
24	2	Pza.	Ampermetro	50,000	100,000
25	2	Pza.	Conmutador de volmetro	40,000	80,000
26	2	Pza.	Conmutador de ampermetro	40,000	80,000
27	2	Pza.	Kilowattthorímetro	70,000	140,000
28	2	Pza.	Kilowattmetro	70,000	140,000
29	2	Pza.	Frecuencímetro	50,000	100,000
30	1	Pza.	Transfer	150,000	150,000
31	90	Mts.	Bus primario (Tubos)	3,000	270,000
32	90	Mts.	Bus secundario (Tubos).	3,000	270,000
33	2800	Mts.	Cable de cobre desnudo, semiduro, trenzado, cal. 4/0 AWG.	300	840,000
			Cimentaciones de equipo		5'000,000
			Estructura, aisladores, herrajes, etc.		5'000,000
			Total parcial	\$	<u>12'860,000</u>
			Total acumulado	\$	59'276,140

CAPITULO VI CONSTRUCCION

VI.1 OBRA CIVIL

Otro de los aspectos que se consideran en una instalación subterránea son las obras de caracter civil. En nuestro caso consideramos como trabajo de ingeniería civil la construcción de los registros en alta y baja tensión, las planitllas de concreto para la instalación de los postes de alumbrado público y la colocación de los transformadores de distribución y de alumbrado, la excavación de cepas, preparación de lecho de las cepas para el tendido del cable y/o la colocación de ductos en todos los cruces de calles y avenidas como lo marcan las normas que para el efecto existen. Todos los conceptos mencionados involucran otro tipo de conocimiento técnico que está fuera del alcance de este trabajo, por lo que únicamente mencionaremos nuestras necesidades y la manera de solucionarlas.

En base a los planos de alumbrado, distribución secundaria y distribución primaria obtuvimos la cantidad de cada uno de los conceptos - arriba mencionados a los que hay que agregarles el trazo y nivelación de la ruta por donde irá el cable y el relleno de las cepas. Todos los conceptos obtenidos, junto con las cantidades y dimensiones físicas de cada uno, están resumidas en la tabla de la Fig. 6.1, en donde además - se incluye el precio unitario y el importe correspondiente de todos los conceptos de la obra de ingeniería civil. Y la suma de todos ellos dá un costo que hay que sumar al costo por concepto de equipo eléctrico para obtener así el costo total de la instalación de un sistema de distribución subterránea de energía eléctrica.

TABLA 6.1 CONCEPTOS DE CONSTRUCCION DE INGENIERIA CIVIL NECESARIOS PARA LA INSTALACION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION SUBTERRANEO.

Cantidad	Unidad	Concepto	P.U.	P.T.
10,500	m ²	Trazo y Nivelación	\$ 20	\$ 210,000.00
11,230	m ³	Excavación de cepas en terreno tipo II (0.80 x 1.20 x 1.00)	120	1' 347,600.00
1,505	m1.	Suministro y colocación de tubería de asbesto - cemento de 4" Ø	150	225,750.00
396	Pza.	Suministro y colocación de registros de concreto prefabricado.	3,200	1' 267,200.00
11,230	m ²	Relleno y compactación de cepas con material producto de la excavación.	60	673,800.00
276	Pza.	Construcción de bases para postes de alumbrado de 9 mts. de altura.	4,335	1' 196,460.00
73	Pza.	Suministro y colocación de bases para transformadores de concreto -- prefabricados.	4,850	354,050.00
T o t a l				<u>5' 274,860.00</u>

VI.2 OBRA ELECTRICA

INSTALACION DE LOS CONDUCTORES

En instalaciones subterráneas los conductores eléctricos se instalan en tres formas que son:

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

- **EN DUCTOS SUBTERRANEO :** Los conductores se encuentran en contacto directo con el aire contenido en el ducto y éste es el que sirve para disipar el calor generado en los conductores y transmitirlo al material del ducto y éste a su vez al subsuelo, en éste caso se instaló un cable por ducto.

La tercer forma de instalación es en TRICHERAS, pero no es aplicable en nuestro caso por lo que unicamente se hace mención .

Se debe tener la precaución de tomar en cuenta que en cada uno de los tipos de instalación existen diferentes puntos donde se debe prestar especial atención al tender los conductores. Resumiendo los problemas que se pueden presentar, las precauciones que debemos considerar son:

En instalaciones directamente enterradas se debe tender el conductor directamente del carrete que lo contiene a la zanja donde se enterrará, cayendo por gravedad y sin ninguna tensión, sobre una cama de arena cernida de 10 cms. de espesor y cubriéndolo con otra capa de 10 cms de espesor, el resto de la excavación se rellena con el material extraído procurando quitar las piedras y posibles desechos de construcción. Cuando se tengan empalmes, éstos deberán ser elaborados perfectamente siguiendo las indicaciones y recomendaciones del fabricante de éstos accesorios, debiéndose tener perfectamente localizados (de preferencia deberán de colocarse en los registros) ya que son puntos débiles en la instalación.

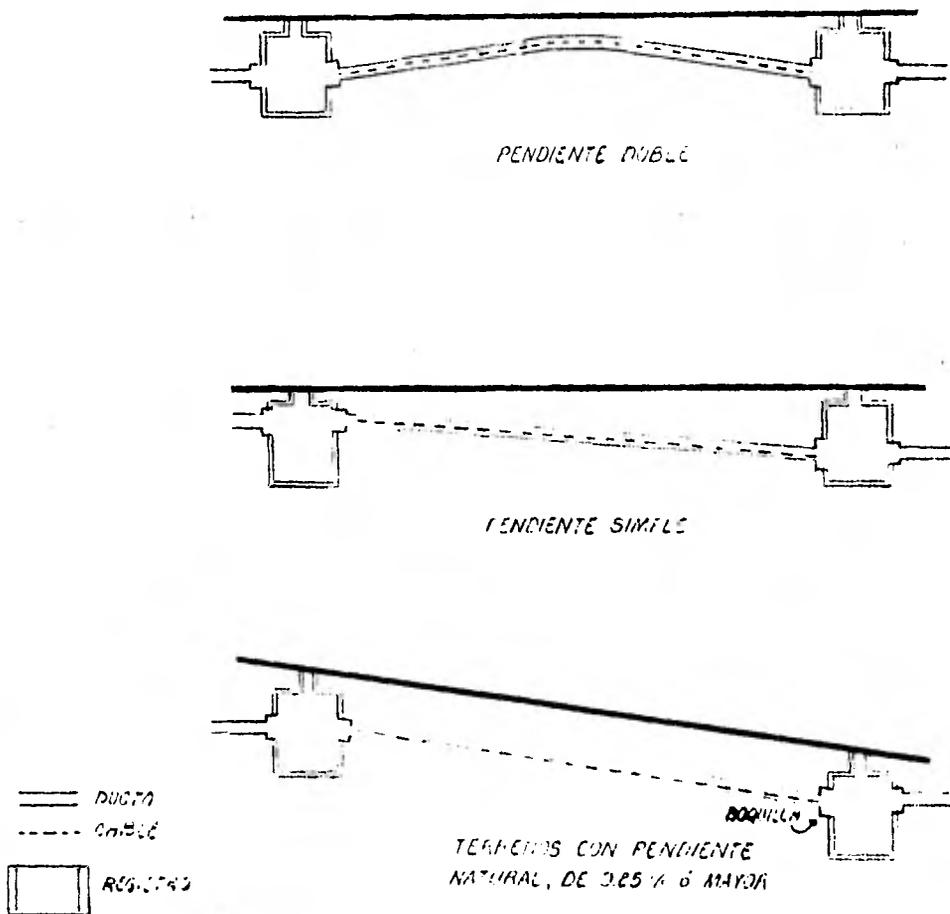
- En las instalaciones en ductos subterráneos, durante la construcción de los mismos es indispensable que se eviten los filos en las terminaciones de los ductos, esto se logra emboquillando la entrada de los mismos; también se debe evitar la introducción de materiales o elementos extraños a la instalación como pudieran ser piedras o trozos de cemento en las uniones. Dar las pendientes adecuadas a los ductos para evitar tener agua estancada dentro de los mismos, además se deben alinear las salidas en los registros evitándose con esto los dobleces pronunciados en los cables. La inclinación mínima recomendada es con una pendiente de 1:100. La pendiente de la calle o del terreno determina el mejor método para el drenaje de los ductos. (ver fig. 6.2).

En los lugares que se tengan curvas se debe considerar durante el tendido los radios de curvatura a los que pueden ser sometidos los conductores según las especificaciones de los fabricantes de éstos productos. El tendido de los conductores en ductos deberá de considerar todas las indicaciones dadas por los fabricantes. Esto es que deberá tenerse en cuenta el cálculo del esfuerzo de tensión, el cual está en función del peso del cable, el coeficiente de fricción del ducto, los ángulos de curvatura y el largo del tramo a cablear. De estos factores unicamente excluimos el de "El ángulo de curvatura" ya que en nuestro caso los ductos solo se utilizarón en el cruce de calles y avenidas.

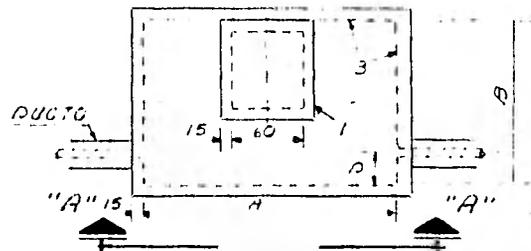
DIMENSIONAMIENTO DE LOS REGISTROS.

El dimensionamiento de los registros se hará en base a las necesidades en cada uno de ellos; esto es, de acuerdo a los conductores que vaya a contener (conductores de la red primaria y conductores de la red secundaria o ambos) y de acuerdo a las características físicas del terreno. - Por lo que no todos los registros tendrán las mismas dimensiones ni el mismo funcionamiento, en la fi.6.3 tenemos las características principales para el diseño de un registro de tipo eléctrico.

FIG. 6.2 PENDIENTES EN BANCO DE DUCTOS



1. LOS BANCO DE DUCTOS, TENDRAN UNA PENDIENTE MINIMA DE 0.25%
 2. TENDRAN UNA PENDIENTE MINIMA EN LA LINEA DEL CABLE DE 0.25%
 3. SI LA PENDIENTE NATURAL DEL TERRENO ES MAYOR A 3.25% SE SELECCIONARA EL TIPO DE PENDIENTE MAS ADECUADA.

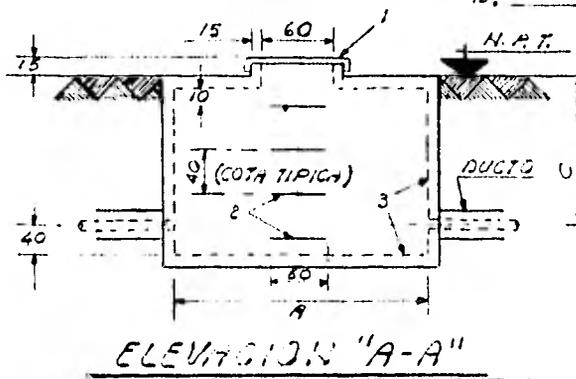


PLANTA

A.-
B.-
C.-
D.-

NOTA :

CUANDO EL REGISTRO SE
LOCALIZA EN BANQUETAS
LA TAPA
IRA AL NIVEL DEL PISO Y
DEBERA MODIFICARSE EL
DISEÑO Y DIMENSIONES
DE LA TAPA. EN ESTE CASO
LA TAPA DEBERA QUEDAR
CONVENIENTEMENTE SELLADA



ELEVACION "A-A"

1: TAPA DE 90 X 90 cm. DE LAMINA DE AC. AL CARBON
CALIBRE N° 10 DE ESPESOR

2: VARILLA DE 13 mm. ϕ . X 70 cms. DE LONG.

3: IMPERMEABILIZANTE

FIG. 6.3 REGISTRO DE PASO DE DUCTO SUBTERRANEO
PARA CABLE DE MEDIA Y A.T.

En nuestro caso consideramos los registros sin fondo, esto porque -- debido a las características del terreno el agua es inmediatamente desalojada por filtración, eliminando con ello el peligro de inundación tan común en este tipo de instalación.

DIMENSIONAMIENTO DE LOS DUCTOS

De manera similar al dimensionamiento de los registros, los ductos se calculan en función del número de conductores que se van a agrupar y del calibre de cada uno de ellos, así como del arreglo que se elija.

Se debe tomar como norma, al diseñar un ducto, no agrupar más de doce tubería juntas por los problemas que implica esto, a saber: menor capacidad de conducción de corriente provocado por el agrupamiento de conductores disminuyendo así la eficiencia de un sistema de manera muy alta.

También debemos de tomar en cuenta el nivel de voltaje que van a --- transmitir los conductores. A mayor voltaje el cable deberá de instalarse a mayor profundidad como se ve en las figuras Nos. 6.4 y 6.5

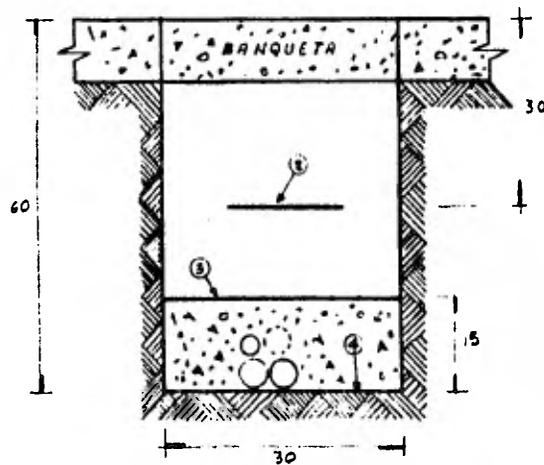
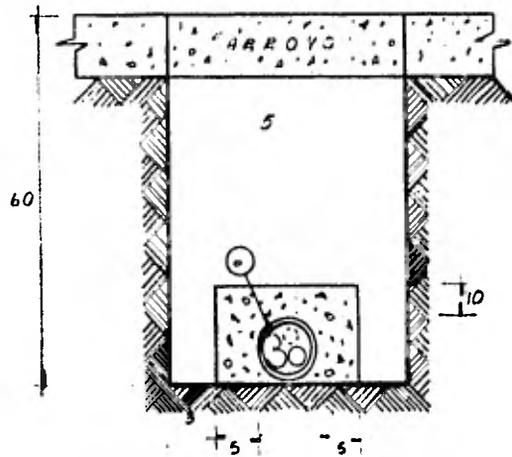
DIMENSIONAMIENTO DE LAS BASES DE LOS TRANSFORMADORES TIPO PEDESTAL

El diseño de las bases para los transformadores tipo pedestal estará en función de las medidas de dichos transformadores dadas por los fabricantes en los planos proporcionados durante la fase del diseño. A manera de ejemplo en la fig.6.6 vemos una base típica para los transformadores mencionados así como las medidas más comunes que se necesitan para una -- correcta instalación.

PRUEBAS DE ACEPTACION EN CAMPO

Además de las pruebas a que son sometidos los conductores para una -- instalación de tipo subterránea durante su fabricación que ya se mencionó en un capítulo anterior, se deberá de someter a las pruebas de aceptación en campo para asegurar el buen funcionamiento de la instalación.

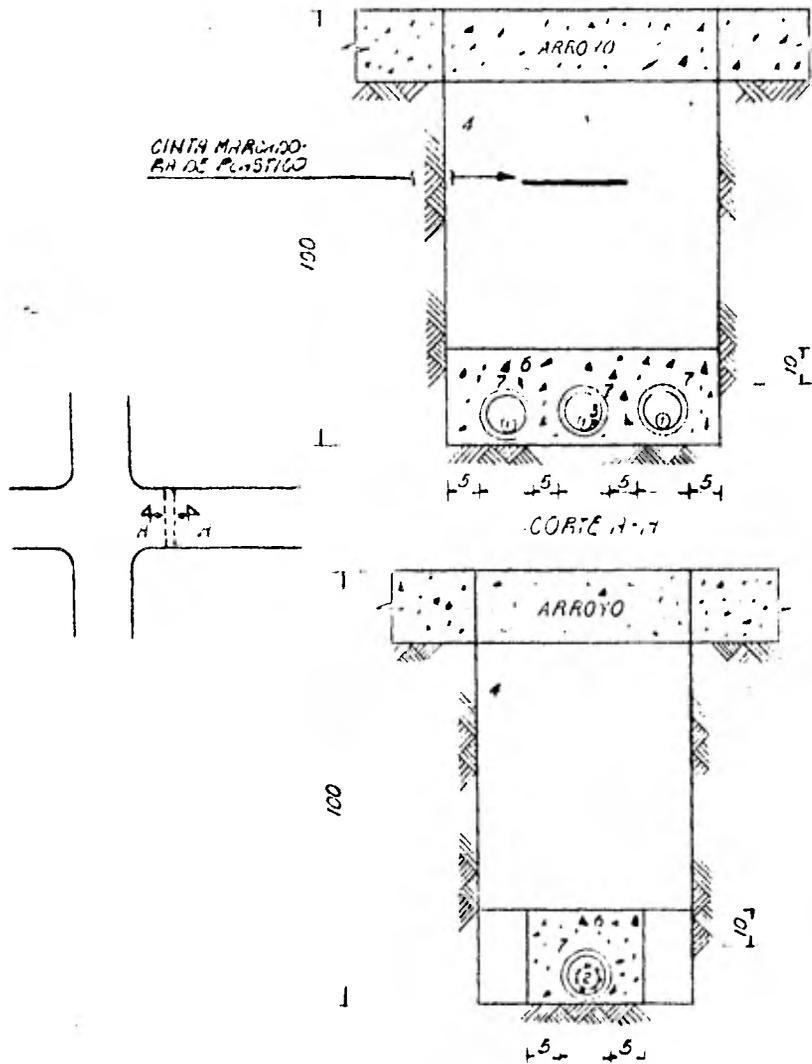
FIG. 6.4 DUCTO EN CRUCE DE CALLES
PARA CABLES EN BAJA TENSION



ACOTACIONES EN CM.

- 1.- CABLE PARA BAJA TENSION TIPO TRIPLEX O CUADRIplex
- 2.- CINTA MARCADORA DE PLASTICO
- 3.- CAMA DE ARENA COMPACTADA (95% MINIMO)
- 4.- PISO COMPACTADO (95% MINIMO)
- 5.- RELLENO DE MATERIAL COMPACTADO (95% MINIMO)
- 6.- DUCTO DE ASBESTO CEMENTO DE 10 CM. DE DIAMETRO

FIG. 6.5 CRUCE DE CALLES PARA CIRCUITOS 3F Y NE
EN ALTA TENSION



ACOT. EN CM

- 1- CABLE PARA ALTA TENSION TIPO DS
- 2- CABLE PARA ALTA TENSION TIPO DR5
- 3- NEUTRO RELENDO DE COBRE
- 4- RELENDO DE MATERIAL COMPACTADO
- 5- PISO COMPACTADO
- 6- CONCRETO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMO
2500 KG/CM² (Especificacion LL-1004 (DE 1957))
- 7- DUCTO DE ASBESTO CEMENTO DE 10 CM DE DIAM.

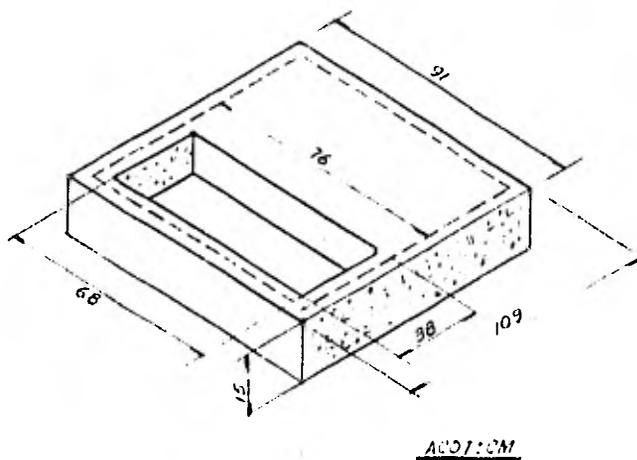
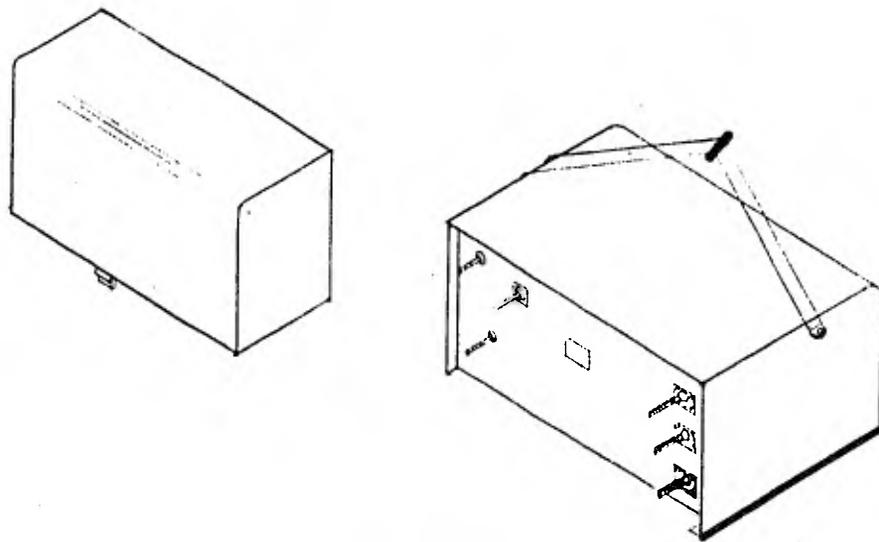


FIG.6.6 DIMENSIONES DE LA BASE DE UN TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL

Estas pruebas se hacen inmediatamente después de la instalación de los conductores y antes de energizarlos para servicio.

Las pruebas de campo se pueden dividir en dos tipos:

- a) Resistencia de aislamiento
- b) Rigidez dieléctrica o prueba de alta tensión.

a) RESISTENCIA DE AISLAMIENTO: Se mide la resistencia de aislamiento por medio de un megohímetro de voltaje constante (Motorizado o electrónico) y se compara con la resistencia de aislamiento calculada con la fórmula siguiente:

$$R_a = K \log_{10} \frac{D}{d} f_t f_l$$

donde:

R_a = Resistencias de aislamiento en Megohms/Km.

K = Constante de resistencia de aislamiento del material.

\log_{10} = Logaritmo decimal

D = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

f_t = Factor de corrección por temperatura

f_l = Factor de corrección por longitud

Esto es que el valor de R_a se corrige tomando en cuenta las variaciones de temperatura y longitud del conductor. Todos los factores mencionados arriba deberá de proporcionarlos el fabricante en sus publicaciones técnicas o por medio de sus servicios técnicos.

b) PRUEBA DE RIGIDEZ DIELECTRICA O DE ALTA TENSION : El objeto de esta prueba no es el de simular las condiciones de operación normal de la instalación, sino asegurarse de que dicha instalación esta en condiciones de prestar un servicio satisfactorio y confiable.

Esta prueba se hace con aparatos de alta tensión de corriente directa principalmente. Se aplica el alto voltaje especificado según el aislamiento y el voltaje de operación que se indique en las tablas proporcionadas por los fabricantes en pasos de 10 KV. y anotando la corriente de fuga después de que se halla estabilizado el microamperímetro, cuando se -

llega al voltaje de prueba indicado este se mantiene y se toman las corrientes de fuga hasta completar los 15 minutos de prueba.

Conociendo el voltaje de prueba y la resistencia de aislamiento - del conductor, se puede determinar analíticamente por medio de la ley de OHM, el valor de la corriente de fuga a través del aislamiento:

$$I_f = \frac{E}{R_a}$$

Donde:

I_f = corriente de fuga

E = voltaje de prueba en volts.

R_a = resistencia de aislamiento en OHMS.

FALLAS, CAUSAS Y RECOMENDACIONES.

El cumplimiento de las normas por los fabricantes hace que podamos esperar de los conductores un servicio-seguro y libre de problemas siempre y cuando sean correctamente seleccionados para el uso que se va a destinar y también instalados observando las técnicas de instalación adecuadas.

Donde condiciones de ciclo ideal SELECCION-INSTALACION-OPERACION, del cable no se cumplen se presentan fallas en las instalaciones con las consecuentes interrupciones del servicio y las quejas de los usuarios.

SELECCION: La selección del cable es necesario hacerla por dos caminos. Uno, considerando las condiciones del medio ambiente que va a rodear la instalación y otro puramente analítico en el cual intervienen las cargas a alimentar, las pérdidas y factores que a dicho cálculo afectarían como serían la resistividad térmica de terreno (RHO), la variación de las temperaturas ambiente, efectos de proximidad, pérdidas en pantallas, consideraciones del porcentaje de cargas etc. Vamos a -- ver que problemas nos puede ocasionar y como podemos minimizarlos dándoles una solución adecuada.

a) SELECCION POR MEDIO AMBIENTE. Cuando la selección del cable es - inadecuada, normalmente se refleja en fallas que nos presentan corro-- siones muy severas tanto en chaquetas como en aislamientos y pantallas e inclusive en algunas ocasiones hasta en los mismos conductores.

Para evitar esto es necesario conocer el lugar donde se proyecta hacer la instalación. Si el terreno es sólido o de relleno, las condi-- ciones químicas del mismo para poder preveer la corrosión de los equi-- pos dándoles la protección adecuada a cada caso como por ejemplo:

Para niveles freáticos muy altos se recomendaría utilizar materia-- les no higroscópicos como el polietileno de cadena cruzada. En terre-- nos ácidos o alcalinos se recomendaría el uso de chaquetas de material químicamente neutro, como el polietileno de alta densidad.

Para lugares donde frecuentemente hidrocarburos se necesitaría una doble protección, una para proteger el aislamiento del conductor - del ataque de los solventes para lo cual se recomendaría el plomo y la otra para proteger al plomo durante la instalación que sería una capa de polietileno o policloruro de vinilo (PVC).

b) SELECCION POR CALCULO: Cuando la selección por cálculo ha sido - correcta es muy raro que se presenten fallas. Pero cuando la selección ha sido incorrecta, la falla no se hace esperar presentándose en forma de grandes trozos de cables quemados y materialmente carbonizados.

Los puntos principales para la selección del conductor por cálculo ya fueron vistos en un capítulo anterior. Como medidas preventivas po-- demos tomar las siguientes: consultar con el fabricante de conducto-- res todos los elementos que intervienen en el cálculo para tener todos los parametros y factores correctos. Ver a un futuro las posibles amplia-- ciones de carga y estipularla claramente en el proyecto.

INSTALACION: Dentro del ciclo SELECCION - INSTALACION - - -
OPERACION, la fase más crítica es la instalación, esto debido a --
que el cable es manipulado en toda su longitud creciendo con esto la -
posibilidad de una falla. Las fallas en la instalación son debidas ge-
neralmente a daños mecánicos que presentan los conductores con
cortaduras, piquetes, destraslape de pantallas, aflojamiento de los e-
lementos del cable, machucos, raspaduras, incrustaciones de pantalla,
etc.

Las medidas preventivas contra estos tipos de daños las podemos -
separar en tres grupos dependiendo del tipo de instalación a efectuar:

1.- FALLAS EN EL MANEJO DEL CONDUCTOR.

a) MACHUCOS . Estos se producen al descargar los carretes en lugares
no apropiados dejándolos caer desde la plataforma del transporte, por
lo que se recomienda que no se dejen caer los carretes durante su mane-
jo.

b) INCRUSTACIONES DL PANTALLA Estas se producen al almacenar los -
carretes inadecuadamente por lo que es necesario alinear los carretes
durante su almacenamiento para evitar que se golpeen unos con otros al
rodar. No palanquee contra el cable cuando rueda los carretes. Evite -
cualquie tipo de impacto o sobrepeso.

c) PIQUETES Estos se producen con objetos puntiagudos al sacar el
cable del carrete, recomendandose quitar astillas, clavos, pernos, etc.
de las superficies interiores del carrete. No rueda el carrete donde -
haya piedras o tablas de cimbra.

d) CORTADURAS . Estas se producen al jalar el cable sobre objetos --
punzocortantes o afilados, siendo necesario no jalar el conductor so--
bre estos objetos retire el fleje de protección de embarque antes de -
rodar el carrete.

e) AFLOJAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL CABLE: Se presenta cuando al -
desembobinar el cable no se utilizan los métodos adecuados debiéndose
jalar desde un carrete giratorio y prevenir la torsión del cable duran
te el jalado.

2.- FALLAS EN INSTALACIONES DIRECTAMENTE ENTERRADAS.

a) MACHUCONES: Estos se producen cuando no se utiliza ninguna protec
ción contra golpes o al efectuar la compactación del terreno. Se debe
utilizar una cama de arena cernida debajo del cable y otra encima del
mismo con un mínimo de 5 cms. cada una ya compactada un 90%.

b) INCRUSTACIONES DE PANTALLA: Se producen al presionarse los cables
entre sí. Recomendándose evitar los cruces de cables y cuando éstos --
existan que quede un relleno de arena cernido 5 cms. de espesor entre
ambos.

c) PIQUETES: . Estos se producen con objetos punzocortantes ya sea du
rante el tendido o al hacer excavaciones. Es necesario dar la profundi
dad correcta a la instalación, poner una capa de material (mortero po
bre en cemento), marcando la ruta del conductor entre este y la super
ficie del terreno. No dejar abierta la zanja después de haber tendido
el cable.

d) AFLOJAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL CABLE: Se presenta cuando al -
instalar el cable en la zanja se le estira quedando tenso antes de ta
par la misma, no dando margen a que el cable pueda absorber movimien--
tos ni vibraciones del subsuelo. Dejar suficiente holgura para que el
cable se acomode con los movimientos del suelo. Proteger al cable en
el cruce de calles con ductos.

- e) RASPADURAS: Estas se originan al desembobinar el carrete y arrastrar el cable a todo lo largo de la trinchera o zanja. Hay que desembobinar directamente sobre la zona donde va a quedar el cable instalado para que este se acomode por gravedad.

3. FALLAS EN INSTALACIONES EN DUCTOS SUBTERRANEOS

- a) CORTADURAS: Estas se producen en los ductos, en las entradas o en el interior con materiales ajenos a la instalación. Vigilar que las secciones del ducto queden alineadas en sus juntas. Evitar que los ductos tengan rebabas utilizando boquillas a la entrada de los mismos ver fig. 6.7 Ratonear los ductos para limpiarlos de materiales extraños y eliminar el exceso de cemento en las unidades de los mismos.
- b) AFLOJAMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL CABLE: Esto se produce por un estiramiento del conductor ó una tensión mal aplicada o excesiva. Calcular y observar la tensión máxima de jalado. Evitar una presión excesiva de las mordazas para jalar el cable, utilizando estas con un área de contacto adecuada. Utilizar ductos y codos de tamaño adecuado.
- c) RASPADURAS: Estas son producidas por excesos de fricción entre el cable y los ductos. Emboquillando la entrada de los ductos. Aplicar lubricante al cable como talco neutro o grasa neutra.
- d) DESTRASLAPE DE PANTALLAS: Las pantallas pierden su configuración cuando el cable es sometido a dobleces muy pronunciados. Observar los radios mínimos de curvatura durante la instalación. Utilizar poleas y guías con diámetros adecuados.

OPERACION

Las fallas de cables ya en operación son debidas en su gran mayoría a abusos durante la instalación. Las fallas que se originan por operación son las debidas a efecto corona, sobrevoltajes, sobrecorrientes, ataque de animales, fallas en empalmes y terminales.

- a) EFECTO CORONA.. Estas fallas se presentan con un deterioramiento del cable en grandes porciones, presentando una apariencia de haber sido trabajado con un abrasivo. Se deberán tomar todas las precauciones para que el efecto corona no se genere instalar conos de alivio apropiadamente construídos; en cables con pantalla se deben evitar dobleces agudos, redondear todos los filos y puntos, - dar distancias adecuadas entre las partes vivas y tierras y ventilar adecuadamente las subestaciones.
- b) SOBREVOLTAJES: Estas fallas se presentan en forma de perforaciones cilíndricas, con bordes vanos y la expulsión del material de la pantalla hacia el exterior en forma de volcán se deberán seleccionar adecuadamente el valor nominal del voltaje, aterrizar correctamente sus apartarrayos, evitar excesivas pruebas de voltaje y minimizar desde el diseño las condiciones resonantes del sistema.
- c) SOBRECORRIENTE: Cuando existe esta condición los cables presentan envejecimiento sobre todo en las puntas terminales y un tostamiento en las cintas mylar y semiconductora, las fallas dejan residuos del conductor en el interior del aislamiento y a todo lo largo de la falla. Hay que calibrar correctamente los relevadores de protección y nunca sustituir fusibles por conductores.

BOQUILLA DUCTO AC 100-7.5

MATERIAL

81

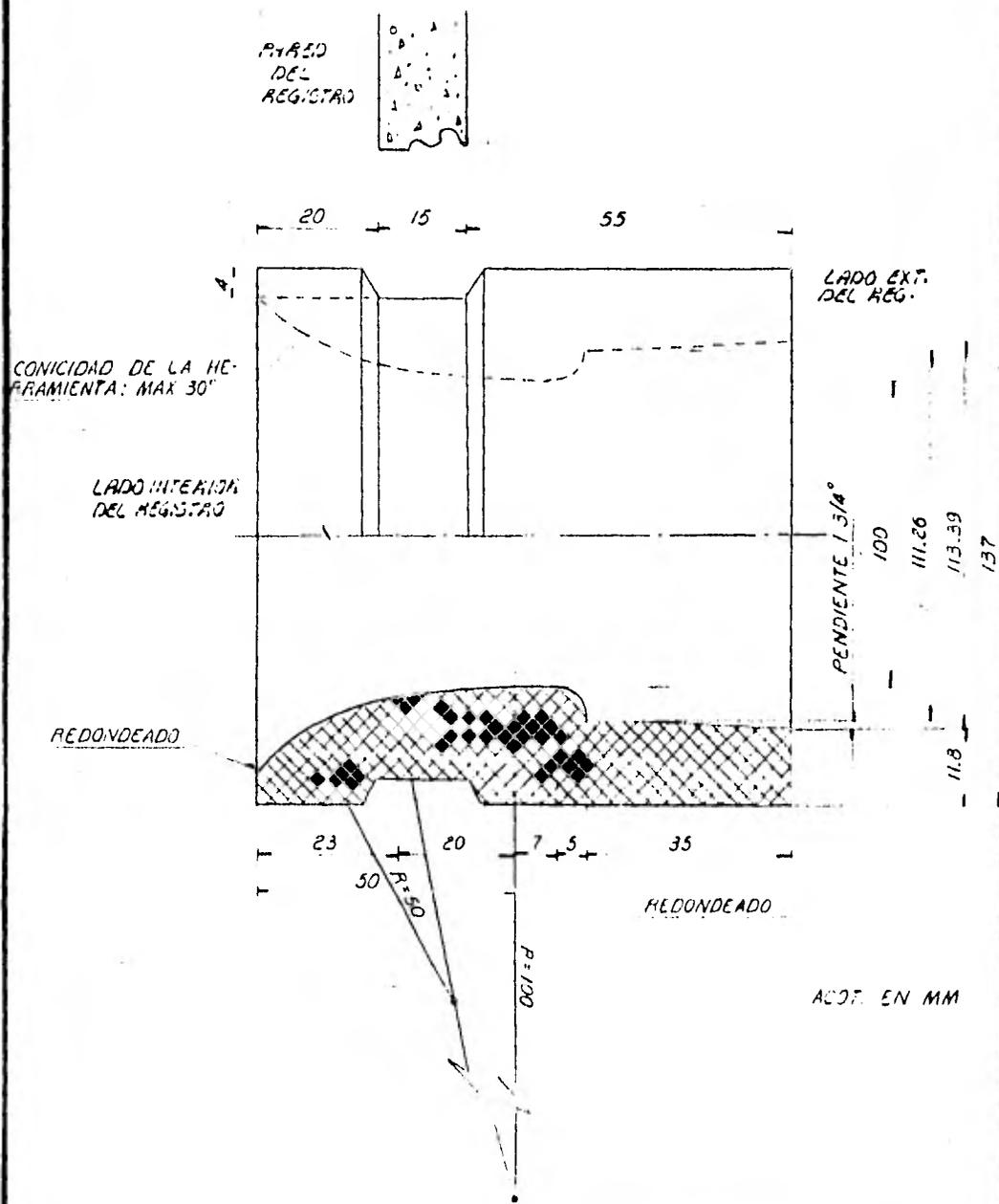


FIG. 6.7 BOQUILLA PARA EVITAR DAÑOS AL CABLE

- d) **ATAQUE DE ANIMALES.** Existen dos tipos de fallas debidos al ataque de animales. Una aplicable a roedores en donde se ven claramente los dientes de estos animales alrededor de la zona de falla y otra que se identifica por pequeñas hendiduras entre el aislamiento y la chaqueta con perforaciones en diferentes puntos de la chaqueta e incisiones de diferentes profundidades en el aislamiento, todos ellos como pequeños túneles y las culpables de este fenómeno son las termitas. Como medida preventiva contra roedores se deben seleccionar cables armados, taponear los ductos, aplicar productos químicos y repelentes. Como medida preventiva contra termitas se deben seleccionar cables con pantalla de cinta de cobre.
- e) **FALLAS EN EMPALME.** Estas son debidas a descuidos o mala elaboración de los mismos, dejando burbujas al encintar. Este defecto se puede corregir tensionando la cinta de acuerdo con las especificaciones y siguiendo paso a paso las recomendaciones del fabricante de este tipo de accesorios. Si el sistema es susceptible de inundarse debe protegerse con una tapa de resina epoxy impregnada en una cinta de vidrio que le recibe como respaldo, al aplicar la resina proporciona un sello hermético evitando con esto la penetración de humedad.
- f) **LAS FALLAS EN LAS TERMINALES.** Son muy similares a la de los empalmes y únicamente como recomendación adicional, el sistema de pantalla electrostática deberá estar siempre sólidamente conectada a tierra.

LOCALIZACION DE FALLAS

Existen varias técnicas para la localización de fallas, las más usuales son del empleo del radar (onda reflejada) y la del rastreo de la falla por medio de un generador de impulsos, un localizador acústico para saber donde se origina el brinco del impulso y poder señalar exactamente el punto donde está la falla. Se dice que se ha tenido éxito en la localización de fallas cuando la excavación se ha reducido a despejar el área específica y poder trabajar con prontitud en la reparación del cable.

CAPITULO VII

RELACIONES DE COSTOS UNITARIOS REPRESENTATIVOS

VII.1 ALCANCE

Determinamos en este capítulo dos conceptos importantes en el proyecto de la instalación subterránea: costo total del proyecto y relaciones de precios mas significativos. Esto con el fin de tener una idea representativa de los gastos que implica el proyecto y la construcción de una obra de este tipo.

VII.2 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto incluye tres conceptos:

1. Costo de equipo eléctrico
 2. Costo por obra civil
 3. Servicios de ingeniería de proyecto
-
1. El equipo eléctrico utilizado en el proyecto incluye materiales - de: subestación principal, redes de distribución primaria, secundaria y alumbrado público.

En la tabla 7.1 se muestran los costos de cada uno de los elementos que componen el SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO.

TABLA 7.1 CONCEPTOS ELECTRICOS

Partida	Concepto	Importe
1	Red secundaria	\$ 2'275,930
2	Red secundaria comercial	363,355
3	Red de alumbrado público	16'877,080
4.	Red primaria residencial	9'039,320
5	Red primaria comercial e industrial	4'672,288
6	Red primaria de hospital y sistema de bombeo	2'291,275
7	Subestación principal	<u>49'276,140</u>
	T o t a l	\$ 78'795,368

2. Costo por obra civil incluye los siguientes conceptos:

a) Registros, cepas, bases de transformadores y luminarias de las redes de distribución primaria, secundaria y alumbrado:

Costo total: \$ 5'274,860.00

b) Cimentaciones, estructuras y herrajes de la subestación principal

Costo total: \$ 10'000,000.00

c) Gastos indirectos, honorarios a empleados, impuestos:

Costo total: \$ 10'374,685.00

La suma de los tres conceptos anteriores nos da como resultado:

\$ 25'649,545.00

3. El costo por los servicios de ingeniería de proyecto es el 10% del costo total de la obra:

Costo equipo eléctrico	\$ 78'795.368.00
Costo por obra civil	<u>25'649,545.00</u>
T o t a l	\$ 104'444,913.00

El costo por ingeniería de proyecto es:

\$ 10'444,491.30

Finalmente el costo total del proyecto es:

\$ 114'839,404.30

VII.2 RELACIONES UNITARIAS

Para tener una idea sobre el costo que por concepto de electrificación se -
deberá pagar en el fraccionamiento enlistamos las siguientes relaciones:

1. Costo por KVA instalado:

Capacidad instalada en KVA'S	14,000,00 (A)
Costo total del proyecto	\$ 114'889,404.30 (B)
El cociente de (B) entre (A) es:	8,206.40 \$/KVA inst. (C)

2. Costo de Servicio por metro cuadrado:

Area aproximada del fraccionamiento:	1'000,000 M ² (D)
El cociente de (B) entre (D) es:	114,889 \$/M ² (E)

3. Costo de energía eléctrica por lote:

- a) Lote residencial de 600 M²
\$ 68,933.40
- b) Lote tipo medio de 300 M²
\$ 34,466.70

CAPITULO

CONCLUSIONES

El desarrollo de un proyecto de instalaciones eléctrica subterráneas, desde el diseño, instalación, pruebas hasta la puesta en servicio, -- exige muchos conocimientos y mucho esfuerzo de parte de la gente involucrada en el desarrollo del mismo.

Al hacer las investigaciones para la conformación de cada uno de los capítulos nos dimos cuenta del campo de acción tan grande, y versátil, que se involucra para que se pueda cristalizar una idea, como la que aquí expusimos, en una realidad en algo concreto y palpable.

Vimos así que para que una idea funcione debe de involucrar muchas especialidades, una de ellas vendría a ser la eléctrica. Pero aún dentro de esta rama existen sub-divisiones: Proyecto y Diseño, Fabricantes de Equipo, Constructores, Etc. Todo lo cual nos debe dar una idea de la capacidad de organización que se requiere para llevar a cabo todo el proyecto en el menor tiempo posible sin menoscabo a la calidad que todo trabajo debe tener.

Aspecto muy importante para la realización de un proyecto es el renglón económico. Es necesario tener una idea lo más real posible del costo que implica la instalación del servicio de energía eléctrica; -- es por ello que en el penúltimo capítulo se incluye el concepto costo. Este capítulo dará alguna idea del costo unitario de algunos conceptos que ahí se señalan y que son muy significativos cuando se trata de hacer un estimado del precio que se debe pagar por la instalación de la energía eléctrica, sea para servicio público o para servicio -- particular.

Todos los temas aquí expuestos son muy importantes, no se puede prescindir de ninguno de ellos so pena de que algo falle y se produzcan -- accidentes indeseables; no se puede, ni se deben de aceptar concesiones de ninguna clase para que algo no sea bien diseñado e instalado --

de acuerdo a lo especificado, en ello se pone en juego la ética de todos los profesionistas involucrados en su diseño y construcción.

Las personas que lean este trabajo se darán cuenta de la aparente facilidad con que se ejecuta un trabajo de esta clase, pero no se engañen que su desarrollo y ejecución requieren de conocimientos bien cimentados en la escuela y en el desarrollo del ejercicio profesional.

Sirva pues el presente trabajo para inquietar a alguna que otra persona y se decida por desarrollarse profesionalmente en alguno de los campos antes expuestos.

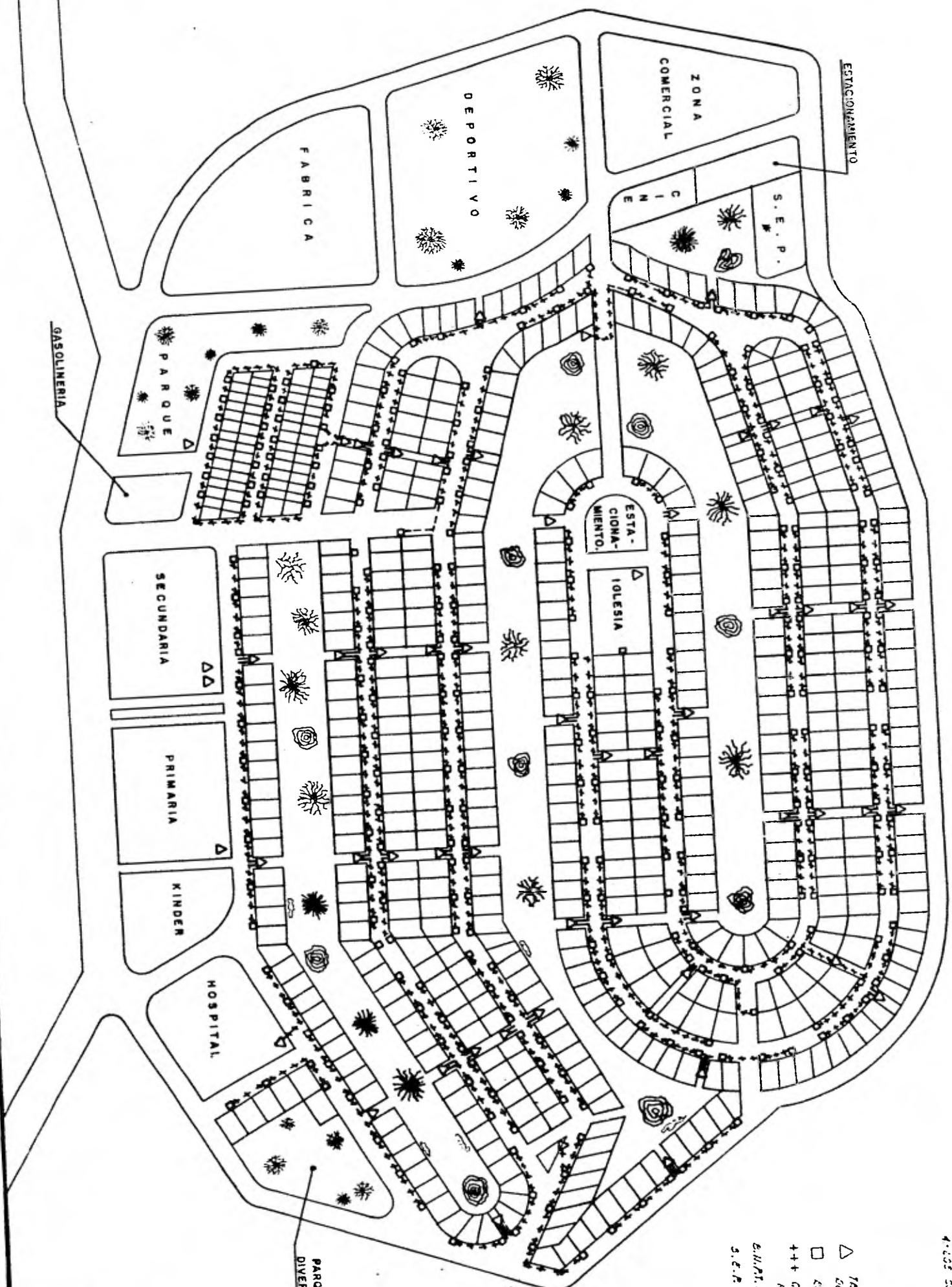
BIBLIOGRAFIA

a) LIBROS

1. "Normas para Sistemas de Distribución Subterráneos", C.F.E., Gerencia General de Operación.
2. "Manual de Diseño de Redes de Distribución", C.L. y F.C., Gerencia de Distribución y Transmisión.
3. "Seminario sobre Diseño de Sistemas Subterráneos de Distribución", C.F.E., Gerencia General de Operación.
4. "Redes Eléctricas", G. Zoppetti, Ed. Gustavo Gill, S. A.
5. "Industrial Power Systems Handbook", Donald Beeman, Ed. Mc. Graw Hill book company.
6. "The Distribution of Electric Power" a Report to the Federal Power Commission
7. "Alumbrado Urbano", Ing. Carranza, Ed. C.H. Domex
8. "Ies Lighting Handbook", Illuminating Engineering Society.
9. "Manual de Alumbrado" Westinghouse, Ed. Dossat, S. A.
10. "Standard Handbook for Electrical Engineers", fink and beaty, Mc. Graw-Hill book company.

b) PUBLICACIONES TECNICAS

1. "Recommended practice for protection and coordination of Industrial and Commercial powe Systems", I.E.E.E.
2. "Recomendaciones Generales para la Instalación de Cables de Energía directamente enterrados, memorias técnicas, Condumex, S. A.
3. "Construcción, Instalación y Pruebas de Cables Subterráneos", Asesoría Técnica, Conelec, S. A.
4. "Gulde for Safety in Alternating - Current Substation Grounding", - - A.I.E.E.
5. "Información Fotométrica de Luminarios de Alumbrado Público", Luminoticias, Lumisistemas, S. A.
6. "Catálogo de Conductores Eléctricos" Condumex, S. A.



SISTEMA DE BOMBEO

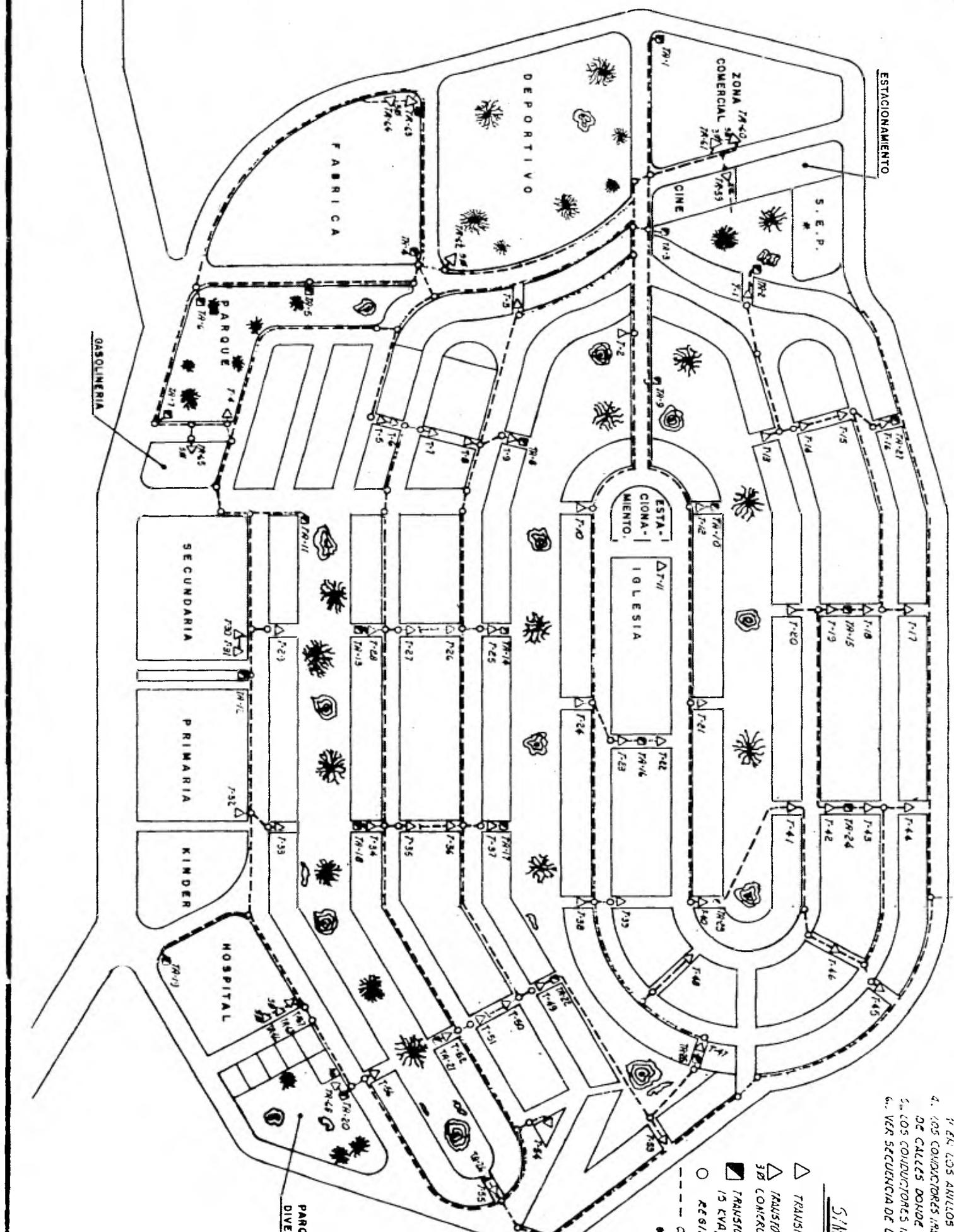
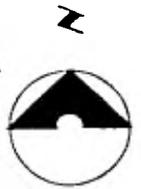
NOTAS

- 1- LOS CONDUCTORES DEBEN SER DE CALIBRE N° 4/0 AWG
- 2- LOS CONDUCTORES DEBEN SER DE CALIBRE N° 4/0 AWG
- 3- LOS CONDUCTORES DEBEN SER DE CALIBRE N° 4/0 AWG EXCEPTO EN CASOS DONDE SE ESTABLEZCAN DIFERENTES CATEGORIAS.
- 4- LOS CONDUCTORES DEBEN SER DE CALIBRE N° 4/0 AWG.

SIMBOLOGIA

- △ TRANSFORMADOR TIPO REGISTRO MONOFASICO DE 31.5 KVA
- RESISTOR PARA DISTRIBUCION SECUNDARIA
- +++ CABLE MONOPOLAR VIGORAL XLP-005 CALIBRE N° 4/0 AWG
- B.M.P. BAJO NIVEL PISO TERMINADO
- S.E.P. SUBESTACION PRINCIPAL

FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA, 240/120 V.	
F U N A M	
ESC: 1:3000	TESIS PROFESIONAL
FECHA: JUN/81	PLANO No. 81 - EL - 02



SISTEMA DE BOMBEO
3B T-69

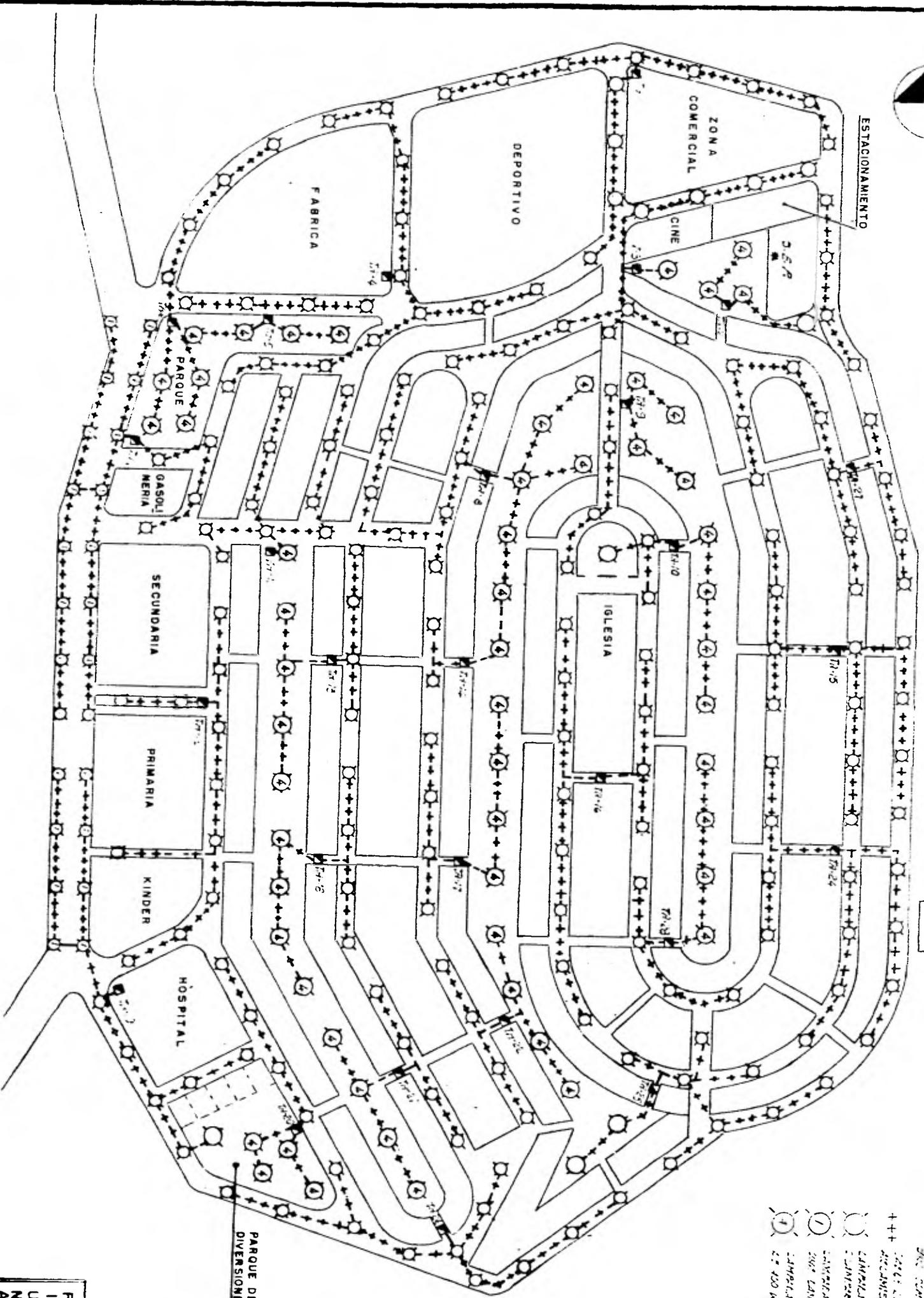
NOTAS

1. TODOS LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION PARA ZONA RESIDENCIAL SERAN DE 37.5 KVA 1Ø 60HZ 14.9 KV/240/120 V
2. LOS TRANSFORMADORES PARA DISTRIBUCION PUBLICA SERAN DE 15 KVA 3Ø 3Ø/Ø SE HABLE CALIBRE Y VARIANTE DE CONDUCTORES EN LOS 65 LOS ANILLOS MONOFASICOS TIENDRONOS 2-Ø/Ø AL DRS -25 KV Y EN LOS ANILLOS TRIFASICOS TIENDRONOS 4-Ø/Ø AL DRS -25 KV
3. LOS CONDUCTORES VAN DIRECTAMENTE ENTERRADOS CROCODILO DE CALLES DONDE SE UTILIZARAN DUCTOS SUBTERRANEOS
4. LOS CONDUCTORES VAN A 1.20 MTS ALTO SINCE PROYECTADO
5. VER SECUENCIA DE LOS ANILLOS EN PAGINA No

SIMBOLOGIA

- △ TRANSFORMADOR TIPO PEDISTAL MONOFASICO PARA ZONA RESIDENCIAL
- △ TRANSFORMADOR TIPO PEDISTAL TRIFASICO PARA ZONA COMERCIAL, INDUSTRIAL, HOSPITAL, SISTEMA DE BOMBEO ETC
- TRANSFORMADORES MONOFASICOS TIPO PEDISTAL 15 KVA, 60 HZ, 14.4 KV/240/120 V
- REGISTRO PERIMETRO
- CABLE MONOPOLAR AL-CR-DES, CALIBRE 1Ø Ø10MMØ
- * SUBESTACION PERIMETRAL

FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA	
ESCALA: 1:3000	TESIS PROFESIONAL
FECHA:	PLANO No. 01 - EL-03



SISTEMA DE BOMBEO

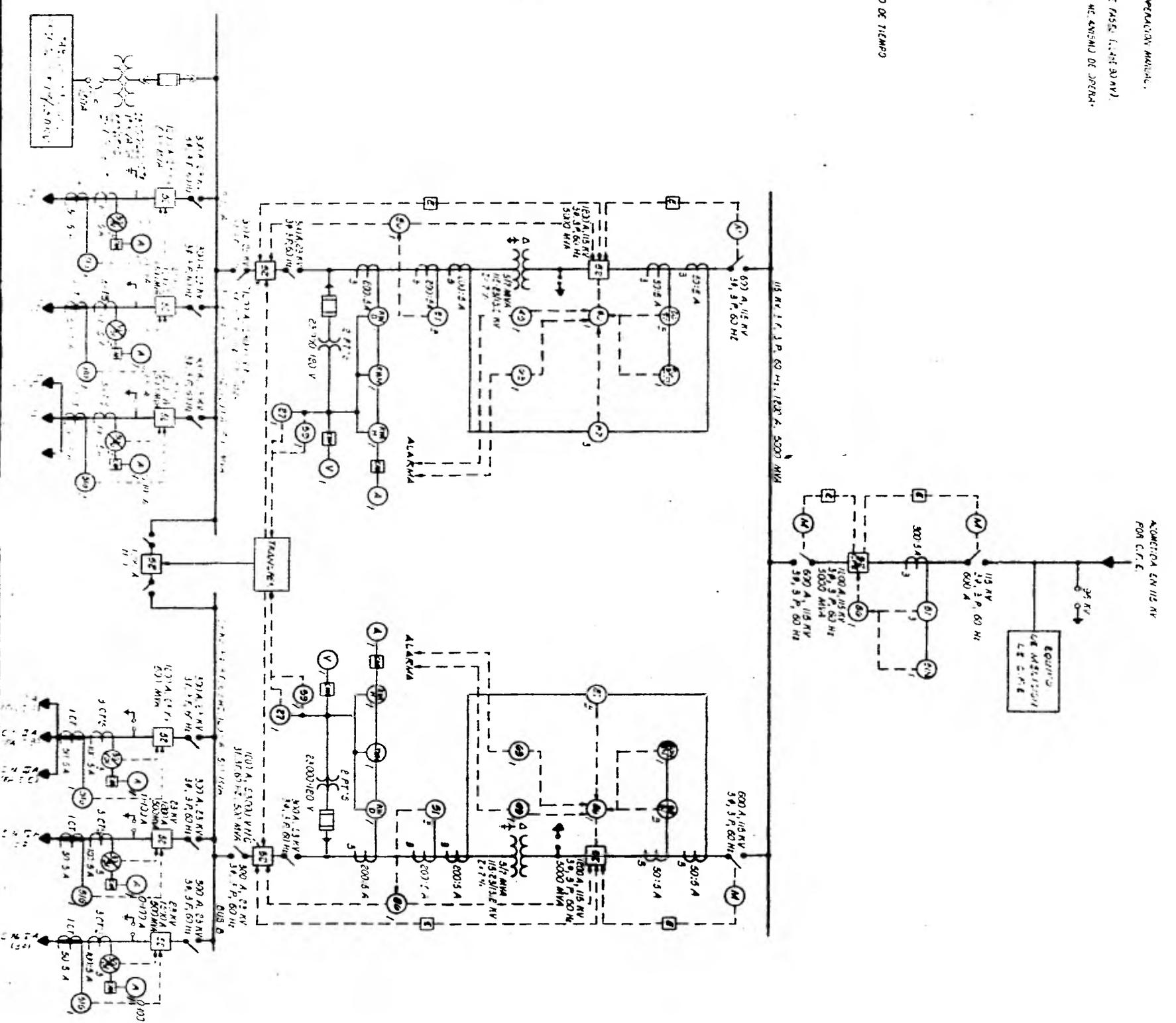
PLAN DE ILUMINACION

- TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 250V/220V/120V
- TRANSFORMADOR BIFASICO DE 250V/220V/120V
- +++ ACUMULADOR DE ENERGIA PARA EMERGENCIAS
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 500W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 100W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 250W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 400W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 600W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 800W
- LAMPARA DE TORRELE COCIE ALTA PRESION DE 1000W

FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
DISTRIBUCION DE ALUMBRADO PUBLICO	
UNAM	TESIS PROFESIONAL
FECHA:	PLANO No. 91-EL-04

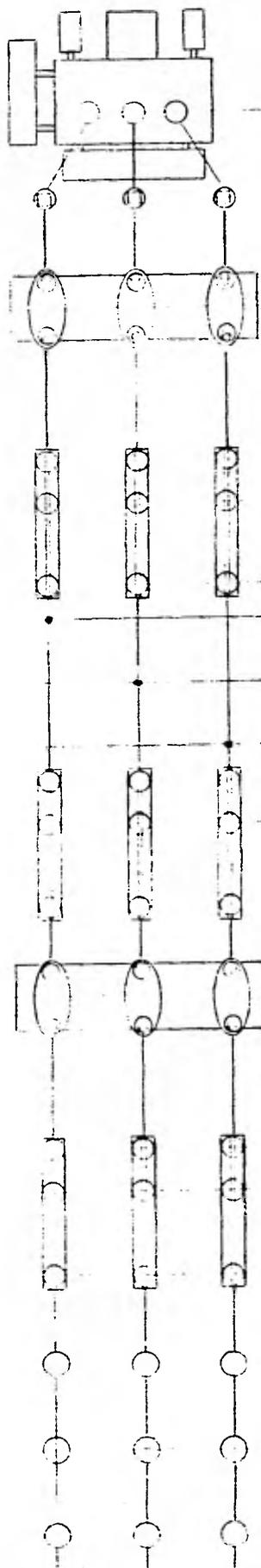
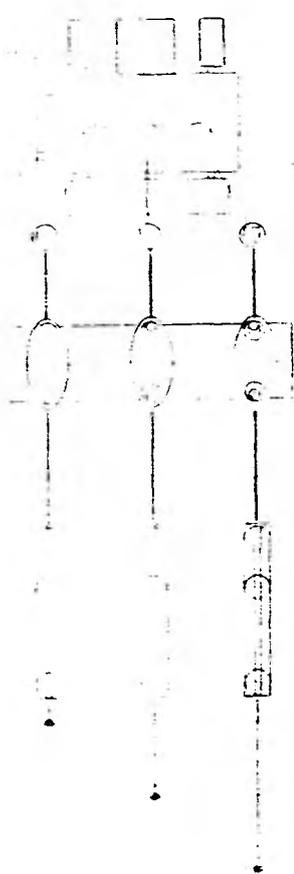
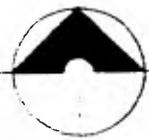
SÍMBOLOS

- TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUJETADO EN ACITE
- CELULAS DESESTRUCTURADAS PARA 15 KV, 600 A, 3 P, 1.7.70, MEDIANTE DE OPERACION MANUAL, SIN CARGA.
- APARATOS AUTOMÁTICOS PARA OPERAR EN UN SISTEMA DE 15 KV ENTRE FASES (L-L-E 30KV).
- INTERRUPTOR DE POTENCIA EN HELICOIDES, TRONCA, OPERACION EN AIRE, MEDIANTE DE OPERACION MANUAL, 15 KV, 60 HI, MANEJABLE FUD, 1200 A, 1 TIPO
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO 03M
- TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO 1017M
- TRANSFORMADOR DE POTENCIAL, MANEJABLE MANUAL, CON SUBCIRCUITOS PRIMARIOS
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE CON UNIDAD DE TIEMPO E INSTANTANEO
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE RESIDUAL, CON UNIDAD DE TIEMPO
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE CON UNIDAD DE TIEMPO
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE PARA TRANSFORMADOR
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE SENSOR DE FALLAS A TIEMPO CON UNIDAD DE TIEMPO
- RELEVADEOR DIFERENCIAL PARA TRANSFORMADOR
- RELEVADEOR DE SOBRECORRIENTE SOSTENIDO DE REPOSICION MANUAL
- RELEVADEOR SUEHOLZ
- RELEVADEOR DETECTOR DE TEMPERATURA DE MASA EN TERMINAL
- RELEVADEOR CON INDICADOR DE MASA DE MASA
- NEUMOHIDROMETRO
- AMPERMETRO
- VOLTIETRO
- COMUNICADOR DE AMPERMETRO
- COMUNICADOR DE VOLTIETRO
- NEUMATIHIDROMETRO
- RELEVADEOR DE BAJA VOLTAJE
- RELEVADEOR DE SOBRECARGA
- MOTON
- INTERLOCK



FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS
SUBESTACION PRINCIPAL
DIAGRAMA UNIFILAR

ESC SIN
 TESIS PROFESIONAL
 PLANO No. 91-EL-08



TRANSFORMADORES DE POTENCIA

TRANSFORMADORES

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

TRANSFORMADORES

SECTORES DE BARRAS

CLAVILLAS

INTERRUPTORES

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

CLAVILLAS

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

APARTADO RA (US)

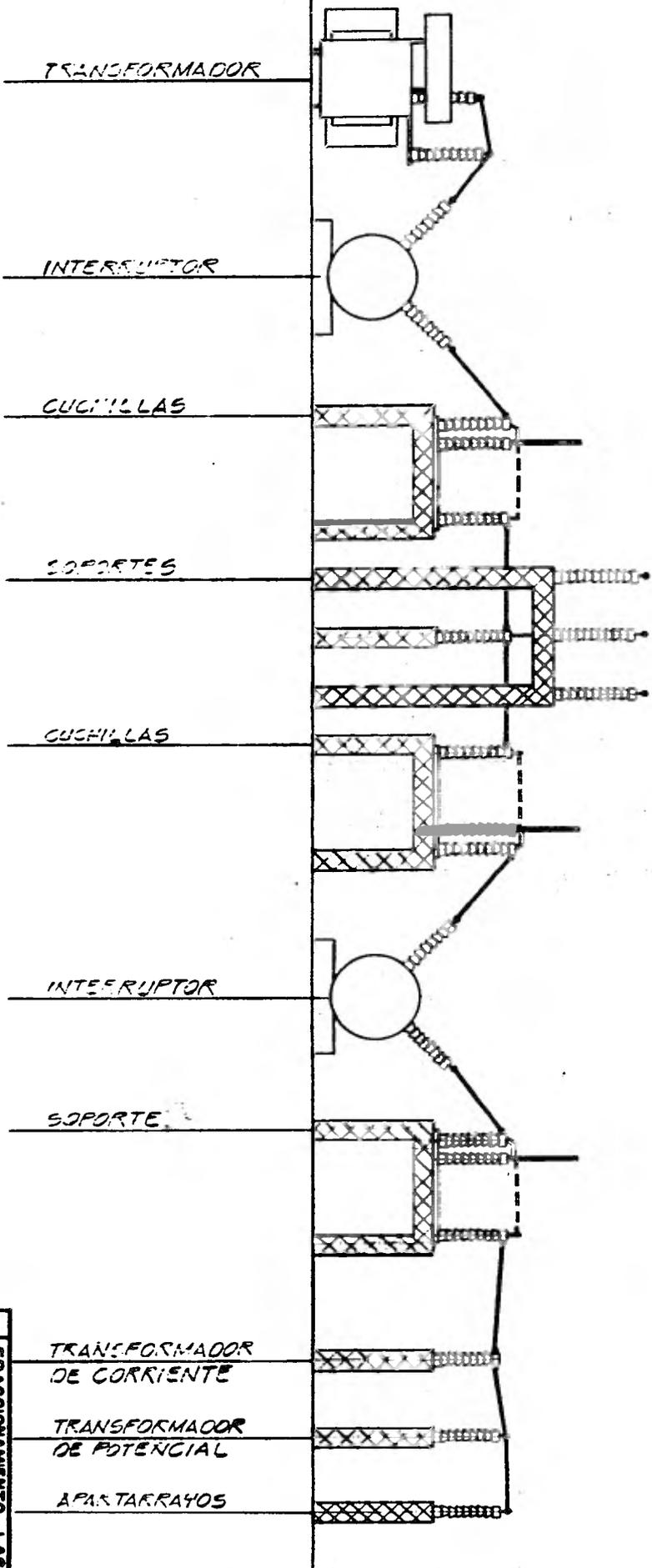
(B)

(A)

(A)

(B)

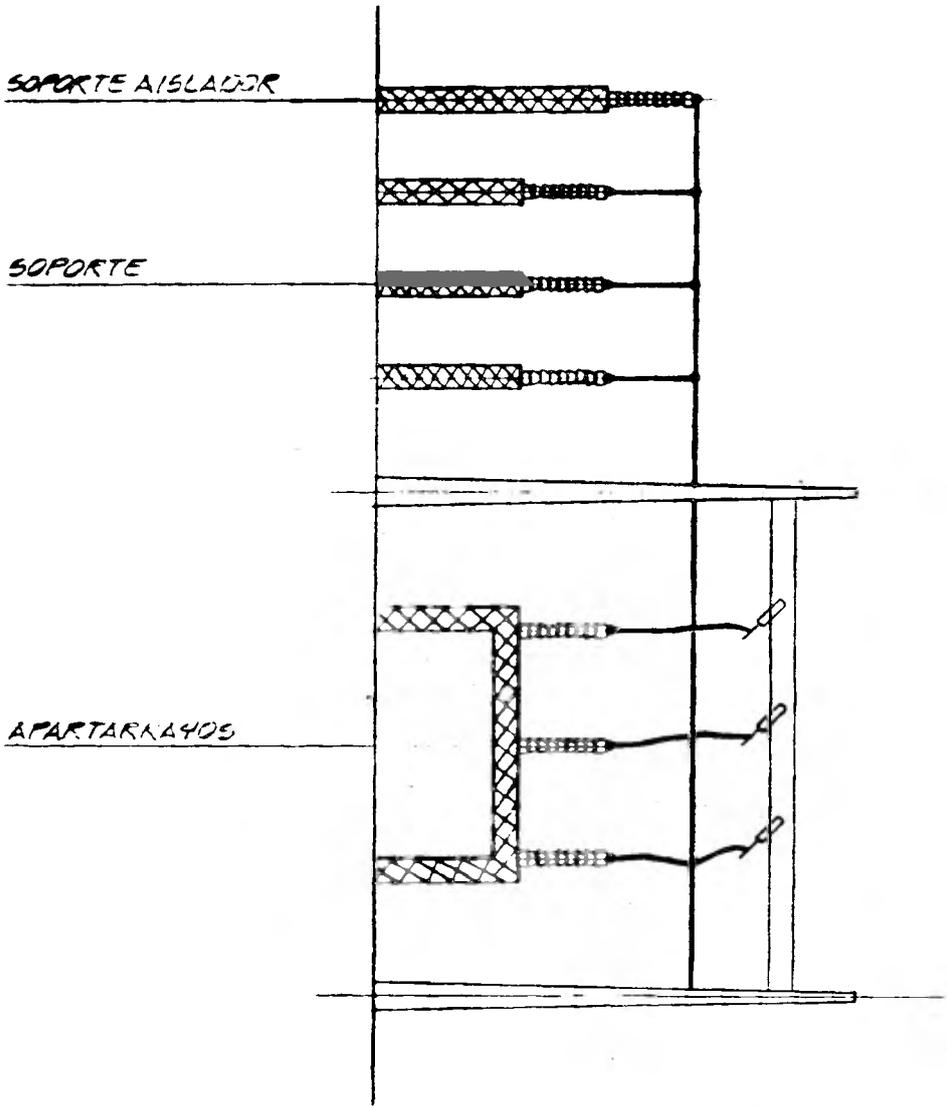
FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
ARREGLO DE EQUIPO	
SUBESTACION PRINCIPAL	
ESCALA:	TESIS PROFESIONAL
FECHA:	PLANONº 81-E-06



CORTE-A

F - U N - A M	
FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
ELEVACION	
SUBSTACION PRINCIPAL	
CORTE A	
ESCALA: SIN	TESIS PROFESIONAL
FECHA:	PLANO No. 01-EL-07

508



CORTE - B

FRACCIONAMIENTO LAS PLAYAS	
SUBESTACION PRINCIPAL	
CORTE B	
ESCALA: SIN	TESS PROFESIONAL
FECHA:	PLANO No. 01-EL-08