



300617  
16  
24

**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

INCORPORADA A LA UNAM

**PROYECTO PARA EL SISTEMA ELECTRICO EN ALTA Y BAJA  
TENSION EN LA PLANTA PRODUCTORA DE TRITURADOS  
BASALTICOS PROPIEDAD DE LA PLANTA DE ASFALTO DEL D.D.F.**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**PRESENTA**

**JUAN FELIPE ROMERO RAMIREZ**

**ASESOR: ING. MARIA ENNA CARVAJAL CANTILLO**

México, D.F. Diciembre de 1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD LA SALLE

al Excmo. Sr. Sr.:

Juan Felipe Romero Ramírez

En atención a su solicitud relativa, me es grato recomendarle para la continuación el tema que aprobado por esta Universidad, propuso como Asesora de Tesis la Señorita Ing. Enna Carvajal Cantillo, para que lo desarrolle como tesis en el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista con área prioritaria en Ingeniería Electrónica.

"PROYECTO PARA EL SISTEMA ELECTRICO EN ALTA Y BAJA TENSION EN LA PLANTA PRODUCTORA DE TRITURADOS BASALTICOS PROPIEDAD DE LA PLANTA DE ASFALTO DEL D.D.F."

con el siguiente índice:

	INTRODUCCION
CAPITULO I	ANTECEDENTES HISTORICOS
CAPITULO II	BASES DEL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA DE TRITURACION
CAPITULO III	DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO
CAPITULO IV	DISPOSICION FISICA DE LOS ELEMENTOS
CAPITULO V	MEMORIA DE CALCULO Y CEDULAS ANALITICAS
CAPITULO VI	CALCULO ANALITICO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA BAJO CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO
CAPITULO VII	SISTEMA DE TIERRAS, PROGRAMA CALENDARIZADO Y CONSIDERACIONES A PROYECTO
	CONCLUSIONES
	BIBLIOGRAFIA
	APENDICE

Ruego a Ud., tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado en la ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social como requisito indispensable para susentar el título Profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A T E N T A M E N T E

"INDIVISA MAMONT"

ESCUELA DE INGENIERIA

México, D.F., a 25 de Enero de 1976

ING. ENNA CARVAJAL CANTILLO  
ASESORA DE TESIS

ING. EDMUNDO BARRERA MONSIVIS  
D I R E C T O R

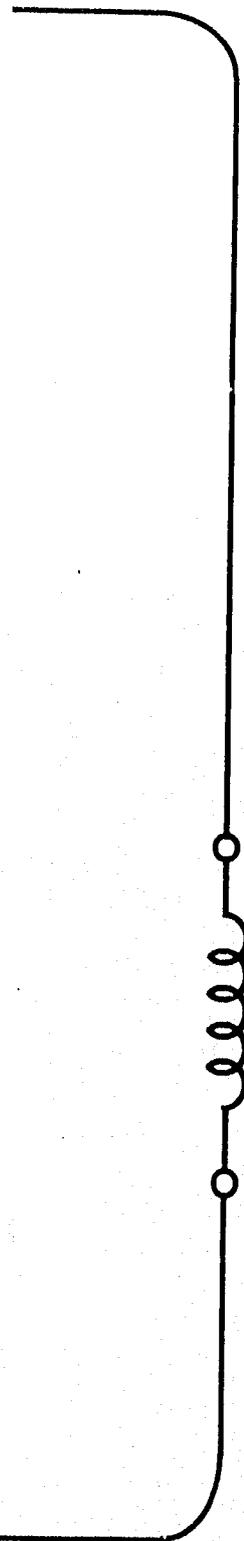
A MI JEFE Y A LULY

A TERE Y A PAOLA

A LUPITA, MARTHA, ROBERTO, CARLOS Y PATY

A MIS AMIGOS, EN ESPECIAL A ENNA

# *INDICE*

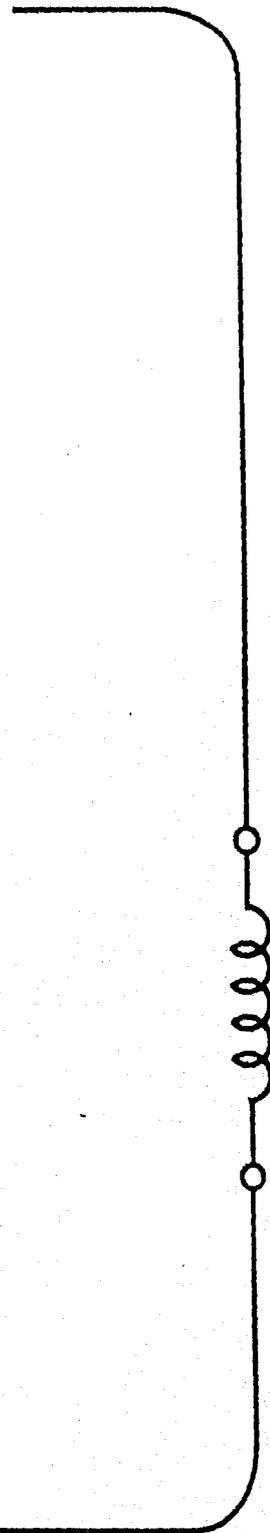


## INDICE

TITULO	Página
INTRODUCCION	1
Capítulo 1: ANTECEDENTES HISTORICOS.	4
1.1 Cronología.	
1.2 Problemática.	
1.3 Soluciones.	
Capítulo 2: BASES DEL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA DE TRITURACION	19
2.1 Determinación de la demanda.	
Capítulo 3: DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO	32
3.1 Definición del Voltaje primario.	
3.2 Definición de las áreas.	
3.3 Selección de componentes para subestaciones.	
3.4 Arreglo eléctrico de subestaciones.	
3.5 Coordinación de juntas de trabajo con CLF.	
Capítulo 4: DISPOSICION FISICA DE LOS ELEMENTOS	44
4.1 Definición de recintos para subestaciones.	
4.2 Detalles de obra civil.	
4.3 Líneas aéreas.	
Capítulo 5: MEMORIA DE CALCULO Y CEDULAS ANALITICAS	87
5.1 Sistema de alta tensión.	
5.2 Sistema de baja tensión.	
5.3 Sistema de alumbrado perimetral.	

Capítulo 6: CALCULO ANALITICO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA BAJO CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO.	122
6.1 Consideraciones generales para el diagrama de impedancias.	
6.2 Datos generales.	
6.3 Valores base.	
6.4 Valores en por unidad.	
6.5 Valores de impedancias equivalentes.	
6.6 Valores de corto circuito trifásico simétrico.	
6.7 Consideraciones generales.	
Capítulo 7: SISTEMA DE TIERRAS, PROGRAMA CALENDARIZADO Y CONSIDERACIONES A PROYECTO	141
7.1 Sistema de tierras.	
7.2 Programa calendarizado.	
7.3 Consideraciones al proyecto.	
CONCLUSIONES	155
BIBLIOGRAFIA	161
APENDICE	162

# ***INTRODUCCION***



## **INTRODUCCION.-**

El Departamento del Distrito Federal en cumplimiento de proporcionar los servicios públicos cuya demanda se incrementa en proporción directa al aumento de población, requiere programar y ejecutar la aplicación de cada uno de estos servicios de una manera tal que cambie la fisonomía y el paisaje urbano de la Ciudad de México.

Uno de los más importantes y más extensos servicios urbanos que el DDF debe cumplir es el de pavimentación y bacheo de sus Calles, Avenidas, Boulevares, Paseos, Ejes Viales, Vías Rápidas, Puentes y Areas especiales, brindando a cada uno de los habitantes la necesaria fluidez de tráfico y al mismo tiempo un alto índice de confort durante su trayecto de traslado cualquiera que sea su origen y destino en uso de transporte particular o colectivo.

Para cumplir lo anterior, ha sido necesario establecer especificaciones sobre tipos de pavimento y normas para su preparación, elaboración, aplicación y conservación de manera que su permanencia sea efectiva y cumpla como complemento del equipamiento urbano y señalización que proporcionan al usuario de esta enorme red urbana, peatón o manejador, la seguridad y comodidad que le sirvan para ayudar a la solución de sus problemas cotidianos.

De lo anterior se deriva la importancia que tiene contar con el suministro de la grava controlada asfaltada y que dicho suministro no se vea interrumpido por la falta de materia prima, como en su caso podría ser el material basáltico.

Una de las problemáticas con la que la Planta de Asfalto debe operar todos los días que es la obsolescencia de los equipos de la Planta con más de 20 años de servicio y el desgaste de los dispositivos de control y protección del sistema eléctrico.

La solución a este problema se ha planteado en dos etapas la primera es construir una nueva planta de triturados basálticos y la segunda es modernizar la planta de asfaltos en Ave. de la Iman.

El trabajo que a continuación se presenta, está dirigido a resolver la primera fase de la solución que consiste en instalar una nueva planta de triturados basálticos fuera del terreno actual y detallar el diseño y construcción de sus instalaciones eléctricas y el equipamiento necesario para el buen funcionamiento de los conjuntos de trituración.

En el primer capítulo se hace una cronología de los hechos más importantes para la Planta de Asfalto, desde su creación hasta la fecha actual, además se hace un planteamiento para implementar las soluciones a la problemática principal de la Planta, en el capítulo siguiente se hace un análisis de cada uno de los componentes que generarán las directrices del proyecto ejecutivo de una nueva planta de trituración.

En el tercer y cuarto capítulos se plantean los puntos principales para el desarrollo del proyecto que definirá las especificaciones de equipo, la configuración del sistema eléctrico y el esquema de protecciones y se definirá el sistema de alimentación en alta tensión de las subestaciones, su instalación y control.

En el capítulo quinto y sexto se hará el cálculo analítico de los elementos faltantes de especificar, para los sistemas de alta y baja tensión y alumbrado perimetral y se establecen los puntos de falla más importantes a considerar, analizándose el comportamiento de corto circuito en cada uno de estos puntos obteniéndose la corriente de corto circuito para cada uno, lo que se comparara con las capacidades interruptivas de los equipos y definirá las selecciones de curvas de los dispositivos de protección.

Por último en el capítulo séptimo se analizará el sistemas de tierras. Se presenta un programa calendarizado de las actividades a realizar, y se darán a conocer algunas consideraciones de proyecto y las causas por las cuales no fueron ejecutadas.

Se concluirá que el proyecto cumple con todos los requerimientos técnicos y económicos por parte de la Planta de Asfalto brindando así un servicio confiable y rentable.

# ***CAPITULO I***

## **ANTECEDENTES HISTORICOS**

- 1.1 Cronología**
- 1.2 Problemática**
- 1.3 Soluciones**



## **CAPITULO PRIMERO**

### **ANTECEDENTES HISTORICOS.-**

El Departamento del Distrito Federal ha hecho un gran esfuerzo para instalar, operar y mantener en condiciones su propia Planta Productora de Mezclas Asfálticas a la cual se le dan los siguientes:

#### **1.1 CRONOLOGIA.**

**1955**

Ante el rápido crecimiento de la mancha urbana en el D.F., el Departamento resolvió ser productor directo de las gravas asfaltadas para dar abasto a la creciente demanda de pavimentación y bacheo, por lo tanto fue en este año cuando inicia los estudios e investigación de mercado para implementar la forma en que se podría resolver el problema que ya tenía visos de salirse de control por no tener capacidad de abastecer el material a la velocidad requerida.

La decisión final fue buscar los elementos necesarios para iniciar producción propia y así fue como en un terreno ubicado en Mixcoac por el rumbo de las instalaciones que entonces tenía la Cementera Tolteca, se instaló una planta experimental que mezclaba en caliente grava basáltica controlada con emulsión asfáltica y de esta emulsión, se hicieron varias pruebas con diferentes tipos de asfalto que en aquel entonces Petróleos Mexicanos producía.

Las pruebas se realizaron mezclando diferentes agregados pétreos con los diferentes tipos de asfalto y con ayuda de laboratorios especializados y a base de experiencia en resultados, se fue obteniendo la mezcla más adecuada a la calidad requerida por el DDF y su análisis de costo también estaba dentro del rango considerado como aceptable.

El resultado final fue adoptar y detallar el proyecto de proceso que contemplaba como primera etapa la de producir el basalto triturado como materia prima ya que la cercanía y el potencial de explotación del banco en el Pedregal San Angel representaba una fuente de abastecimiento barato y duradero.

Como segunda etapa, contemplaba agregar el aglutinante seleccionado que en principio podía ser el cemento asfáltico N°6, que obtenía Petróleos Mexicanos como residuo de la destilación primaria del petróleo crudo, explotado en los yacimientos de Tampico, Tam., pero este proyecto empezó a tomar forma hasta el siguiente año.

## 1956

El Departamento de Distrito Federal adquiere en los Estados Unidos e instala en México en los terrenos de Mixcoac una planta que mezclaba emulsión asfáltica con agregados pétreos y su capacidad nominal de producción era de 60 toneladas por hora equivalentes a 144,000.00 Ton/Año, logrando así cubrir con cierta ventaja la demanda de la red urbana que para entonces era de 140,000.00 Ton/Año y que además se producían a precios razonables para el D.D.F.

Entre los motivos que tuvo el Gobierno del Distrito Federal para instalar y operar esta planta propia, los que se pueden mencionar como principales los siguientes:

- Las Plantas Mezcladoras de administración privada que existían no eran de la capacidad de producción suficiente para cubrir la demanda que se cita para aquel año de 1956, pues además dependían a su vez de otras Plantas Privadas que producían el basalto triturado a las dimensiones controladas para ser mezclado.

- El precio de venta que las Plantas Productoras de mezcla y de basalto triturado requerían al D.D.F., iban más allá de lo que el mismo Departamento tenía analizado como justo.

- El producto terminado carecía de control de calidad por lo cual no era posible establecer una calidad constante con buenos resultados en su duración después de aplicado el material en el terreno, sometido a toda clase de inclemencias, a la intemperie y al desgaste debido al flujo de tráfico.

Derivado de lo anterior y para dar cumplimiento al Acuerdo N°1834 emitido por el Jefe del Departamento del Distrito Federal el 28 de junio de 1956, se crea la "PLANTA PRODUCTORA DE MEZCLAS ASFALTICAS DE MIXCOAC" y se le da el carácter de unidad independiente administrada por el propio D.D.F. a través de su Oficialía Mayor y operando sobre bases comerciales.

Esta nueva planta requería de la materia prima que es el basalto triturado y para obtenerlo dependía del suministro de diferentes Empresas Particulares que lo extraían y trituraban en el pedregal de San Angel y lo entregaban directamente en los almacenes de Mixcoac. En esa fecha, la capacidad nominal de producción de material triturado sumando el esfuerzo de cada Empresa Privada era de 120,000.00 Ton/Año.

La otra parte del ingrediente principal, el cemento Basáltico, era traído de la refinería de Tampico, Tam. en carros-tanque de ferrocarril propiedad de la planta, estos carros tanque eran descargados directamente en las fosas y tanques que se tenían instalados en el terreno de Mixcoac y así poder cumplir con la producción programada.

## 1961

La Cd. de México, en vertiginoso crecimiento, genera la consabida necesidad de pavimentación y bacheo cuya superficie era de 60'000,000.00 de m<sup>2</sup> y la tendencia de crecimiento arrojaba la necesidad de cubrir 4'000,000.00 de m<sup>2</sup> adicionales en promedio anual que equivalen a 400,000.00 m<sup>3</sup>/Año de asfalto

considerando un espesor promedio de carpeta de 7.5 cm y peso de 200 Kg/m<sup>2</sup> y fue en el mes de abril de este mismo año cuando el D.D.F. adquirió de la Empresa Olivier Ortiz, S.A. una pequeña cantera ubicada en la calzada de Tlalpan N° 3475 que tenía autorización para la explotación de un banco de basalto y se compró incluyendo una planta productora de mezcla y un conjunto de trituración con capacidad de explotación de 30 Ton/Hr.

Con la ayuda de este equipo recién adquirido, la capacidad de explotación se incrementó en 30 Ton/Hr y llegó a reforzar la capacidad de producción que ya se tenía, de manera que la capacidad total de producción en este año es de 90 Ton/Hr.

#### **1962**

En este año el D.D.F. inicia las pruebas de la existencia y espesor de bancos de material basáltico en varios terrenos y finalmente compró un terreno de 180,000 m<sup>2</sup> en el N°263 sobre la vialidad denominada liga Tlalpan-Insurgentes, hoy Ave. de la Imán, Del. Coyoacán, con el propósito de explotar esa cantera para producir sus propios agregados pétreos e incrementar en un futuro la producción de mezcla asfáltica.

#### **1963**

Nuevamente el aumento de la demanda de basalto asfaltado obliga la compra de otra planta mezcladora con capacidad de 90 Ton/Hr, que se instaló en terrenos de la existente planta de Mixcoac, con esto se tiene para fines de este año una capacidad nominal instalada y en operación de 150 Ton/Hr.

#### **1965**

En este año se inicia la explotación de la cantera que el D.D.F. tiene en el terreno adquirido en la Ave. de la Imán y para ello se desmantela y desmonta el equipo instalado en el terreno de la Czda. Tlalpan N° 3475 y se traslada e instala en Ave. de la Imán y refuerza el equipo relocalizado con un nuevo conjunto de trituración cuya capacidad de producción es de 100 Ton/hr.

En este mismo año, se autoriza y da comienzo la construcción de las oficinas administrativas y de control y quedan instaladas la Gerencia General, la Jefatura Administrativa, Contabilidad, Compras y Laboratorio de control de calidad para el producto terminado.

En los años siguientes, la producción de mezclas de emulsión asfáltica con material basáltico sigue en plena producción tratando de dar alcance a la demanda de la red urbana.

#### **1969**

La velocidad de explotación de la cantera existente en el terreno de la Ave. de la Imán lo está agotando rápidamente y se calcula en no más de un año la extracción del material basáltico que se le pueda explotar a este terreno.

Previendo lo anterior, las Autoridades del Distrito Federal inician pláticas con la U.N.A.M. para solicitar se le conceda a la Planta Productora de Mezclas Asfálticas la concesión de explotación de un terreno rico en material basáltico, propiedad de la Universidad, con superficie de 250,000 m<sup>2</sup> y un espesor de 18 m promedio.

Las pláticas se han iniciado y la respuesta está en espera.

#### **1970**

En marzo de este año el D.D.F. obtuvo la concesión de la UNAM para la explotación del terreno de su propiedad, ubicado justo en colindancia al norte con el terreno de la Ave. de la Imán donde están ubicadas las oficinas administrativas de la Planta Productora de Mezclas Asfálticas.

La facilidad de la colindancia tiene como resultado muy positivo cancelar el gasto en el renglón de transporte del material basáltico desde los puntos de trituración hasta el domicilio de la Planta Productora de Mezclas Asfálticas y para dar acceso directo al equipo de acarreo se construyen dos túneles a través de la piedra y es obra que se termina hasta marzo de 1972.

Se estima que la duración de esta cantera por sus dimensiones y por la calidad del basalto y en función de la demanda, es de aproximadamente 30 años.

#### **1973**

El día 15 de enero de este año, por acuerdo N° 45 se otorga el carácter de Unidad Industrial y se adhiere a la Secretaría de Obras y Servicios y se le da la denominación de "Planta de Asfalto del D.D.F.", para la producción de mezclas asfálticas y para la trituración de materiales pétreos, destinados a la construcción y conservación del pavimento de las Vías Públicas del Distrito Federal y de conformidad con lo dispuesto en el Art. 50 Bis del Reglamento Interior del Departamento del Distrito Federal, a la Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal se le otorgan las siguientes

#### **ATRIBUCIONES**

I.- Instalar, operar y mantener el equipo técnico necesario para la producción de agregados pétreos y mezclas asfálticas, que se requieran para la construcción y mantenimiento de los pavimentos del Distrito Federal y zonas aledañas;

II.- Destinar la producción de mezclas asfálticas primordialmente a las unidades administrativas y órganos desconcentrados del Departamento del Distrito Federal así como a las entidades paraestatales coordinadas por el propio Departamento;

III.- Distribuir el excedente de su producción a dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, entidades federativas y particulares;

IV.- Llevar a cabo permanentemente el control de calidad de sus productos;

V.- Desarrollar permanentemente programas de investigación tecnológica tendiente al mejoramiento de su producción y

VI.- Las demás que le sean atribuidas por el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

Para el adecuado cumplimiento de las funciones atribuidas, el Jefe del Departamento del Distrito Federal expedirá el manual de Organización correspondiente, en que se señalará la estructura administrativa de la Planta de Asfalto del Departamento del Distrito Federal.

**1974**

El Distrito Federal seguía con su crecimiento desmesurado y obliga a comprar otros 2 conjuntos de trituración con capacidad de 150 toneladas por hora, complementado con equipo de barrenación, carga y acarreo y se logra tener una capacidad de trituración de de 360 Ton/Hr.

**1975**

El 8 de enero de este año, por acuerdo del Jefe del Departamento del Distrito Federal, se ratifica para la Planta de Asfalto del D.D.F. el carácter de Unidad Industrial haciéndola depender de la jefatura del Departamento a través de la Secretaría de Obras y Servicios.

En este año el Jefe del Departamento del Distrito Federal ordena que se haga la concentración total de las instalaciones propiedad de la Planta de asfalto en los terrenos de la Ave. de la Imán, por lo cual los conjuntos de trituración y las plantas asfaltadoras quedan instaladas junto con el moderno equipo de barrenación y acarreo.

**1977**

Con todo el equipo concentrado e instalado en el terreno de Ave. de la Imán y en plena operación conjuntos de trituración y plantas asfaltadoras y además explotando la enorme cantera concesionada por la UNAM, la producción de concretos asfálticos fue de 800,000.00 Ton en este año.

**1979**

La producción de concretos asfálticos en este año fue de 1,000,084.00 Ton. sobrepasando la demanda de la red vial urbana y áreas aledañas.

**1981**

La producción de concretos asfálticos en este año fue de 854,000.100 Ton.

**1983**

La producción de concretos asfálticos en este año fue de 758,000.00 Ton.

### 1984

En el principio de este año, la superficie pavimentada en el Distrito Federal era de 100'000,000.00 de m<sup>2</sup> y con ello aumenta el grado de dificultad para la construcción y mantenimiento de las vialidades del D.F.

### 1985

Este es el año del gran sismo en la Cd. de México y a partir del mes de septiembre la demanda de mezclas asfálticas sufrió un incremento muy considerable ya que por construcción, reconstrucción y reposición de pavimentos se solicitaron cantidades como:

Construcción	1,600.00 Ton/Día
Reconstrucción	4,000.00 Ton/Día
Ventas particulares	<u>900.00</u> Ton/Día
Gran Total =	6,500.00 Ton/Día

Estas cantidades eran equivalentes a producir 360 Ton/Día que era la capacidad tope de producción de la Planta de Asfalto de Ave. de la Imán con todo su equipo en operación, pero a plena producción se logró abastecer lo necesario para salir del problema y esto se concluyó en los siguientes dos años.

Para efectos de establecer un criterio comparativo se define lo siguiente:

Con 100,000 Ton/Día de mezclas asfálticas se obtienen 4,600.00 m<sup>3</sup> de pavimento con los cuales se pueden pavimentar 60,000 m<sup>2</sup>, considerando una carpeta constante de 7.5 cm de espesor, lo anterior se cumple porque 200 Kg de asfalto son suficientes para cubrir una superficie de un metro cuadrado, considerando el espesor de 7.5 cm.

En este año la Planta de Asfalto del DDF, tenía en operación el siguiente equipo:

Conjuntos de trituración	4.00
Plantas mezcladoras de asfalto	3.00

### 1988

El 26 de mayo de este año, por decreto presidencial, la Planta de Asfalto del DDF pasa a ser un órgano desconcentrado con las mismas atribuciones que se le otorgaron en el mes de enero de 1973 a las cuales se les adicionan los siguientes incisos:

I.- Instalar y operar el equipo necesario para la producción de mezclas asfálticas que satisfagan las necesidades que en materia de pavimentación existan en el Distrito Federal, observando las disposiciones legales y reglamentarias de desarrollo urbano y protección al ambiente.

II.- Instalar y operar el equipo necesario para la producción de triturados pétreos que satisfagan los requerimientos técnicos para la producción de mezclas asfálticas.

III.- Desarrollar un programa permanente de investigación para el mejoramiento de la producción a su cargo.

El día 11 de julio de este mismo año, el Departamento del Distrito Federal delega en el Gerente General de la Planta de Asfalto del DDF, la facultad de suscribir en representación del propio Departamento los convenios y contratos relativos a las adquisiciones y prestación de servicios.

#### 1990

El equipó de trabajo de la Planta de Asfalto del DDF, para este año es de:

Perforadora sobre orugas	9.00 Pzas
Compresor neumático	14.00 Pzas
Pala Hidro-mecánica	7.00 Pzas
Draga mecánica	2.00 Pzas
Tractor de oruga	5.00 Pzas
Trascavo Hidro-mecánico	1.00 Pza
Cargador frontal	5.00 Pzas
Martillo hidráulico rompedor de roca	5.00 Pzas
Camión fuera de carretera, Yuckle	7.00 Pzas
Conjuntos de trituración	5.00 Equipos
Plantas productoras de mezcla	3.00 equipos
Operadores, obreros y Oficiales	500.00 Elementos
Personal Administrativo	120.00 Personas
Personal Técnico	180.00 Personas

Con esta fuerza de trabajo y producción se ha logrado cumplir plenamente y atender la demanda de mezcla asfáltica requerida por las 16 Delegaciones del D.F. y las diversas Dependencias y Direcciones Generales del D.D.F. dedicadas a la construcción y mantenimiento de la red urbana que requiere pavimentación.

En este año se produjeron 680,443.00 Ton de mezcla asfáltica de las cuales, el 54% fue para satisfacer la demanda del D.D.F., cantidad suficiente para pavimentar 2'200,000.00 metros cuadrados de superficie.

#### 1991

En este año el censo indica que existen registrados 150'000,000.00 de m<sup>2</sup> de vías urbanas pavimentadas en el Distrito Federal y de acuerdo a la capacidad de producción de la Planta de Asfalto del DDF, ésta es autosuficiente para proporcionar

todo el material necesario que se requiere para mantenimiento de esta superficie pavimentada.

### **1993**

En este año a pesar de la demanda y del buen ritmo de producción, se está agotando la explotación del terreno concesionado por la UNAM el cual, a pesar de haber sido estimado con duración de 30 años, no sobrepasará los 25 años útiles.

Para este año, el mercado de los materiales y servicios que produce la Planta de Asfalto del DDF se han diversificado, no obstante que sus instalaciones se encuentran en la zona sur y es obvio suponer la repercusión que en sus costos implica el tener que recorrer grandes distancias para abastecer las obras localizadas en puntos totalmente opuestos.

Del total de su producto terminado el 75% lo consume el propio D.D.F. y el resto otras Dependencias Oficiales y Entidades Estatales colindantes al D.F. como los estados de Hidalgo, México, Morelos y Tlaxcala. Consumidores son también, Caminos y Puentes Federales de Ingresos y las Juntas Locales de Caminos de algunos Ayuntamientos, además de clientes particulares.

En base a lo anterior, lógico es pensar que las condiciones de venta podrían ser mucho mejores si las conjeturas siguientes son válidas:

- Se debe considerar la gran cantidad de horas diarias que requieren las enormes y difíciles distancias que se deben recorrer en la Cd. de México para traslado de un lugar a otro.
- Se podría considerar la posibilidad de establecer en puntos estratégicos del D.F. y en las fronteras con los Estados de México, Morelos y Tlaxcala, previa localización, varios y diferentes bancos de material basáltico para su explotación y que contara cada uno de ellos con un conjunto de trituración y una planta de mezcla.
- Lo anterior diversificaría el tipo de producto terminado, incrementaría las ventas y abatiría los costos de operación y producción.

### **1.2 PROBLEMATICA**

1º Porque la explotación del banco basáltico en el terreno concesionado por la UNAM ha llegado a la capa de terreno natural que estaba a 16 m de profundidad en promedio bajo la cantera de basalto. Aunado a esto, la UNAM pide al Departamento la devolución de ese terreno para ampliar sus instalaciones.

El tiempo estimado de explotación fue correcto al haberlo calculado para 30 años al ritmo de explotación de la década de los setentas más un incremento, pero la velocidad de explotación fue más rápida de lo previsto y se agotó 5 años antes de lo estimado.

**2º** El terreno de la Planta de Asfalto está localizado en la Delegación Coyoacán, Col. Ajusco, Ave. de la Imán N° 263.

Esta ubicación es cada día más problemática para la entrada y salida de vehículos pesados, porque han proliferado a sus alrededores una gran cantidad de colonias y fraccionamientos residenciales cuyos habitantes sufren las consabidas molestias por tráfico pesado perteneciente a la planta de Asfalto reclamando el retiro de la Planta ante la Delegación.

**3º** A lo anterior se debe sumar la presencia de humos contaminantes que emiten las plantas asfaltadoras por ser emulsiones asfálticas que se aplican en caliente y todo el residuo evaporado de la mezcla sale por las chimeneas, debido lo cual, la Dependencia de Control Ambiental ordena parar producción y apagar las plantas asfaltadoras cada vez que la lucha contra la contaminación entra a su fase uno y la Planta se queda sin operar hasta 4 días consecutivos.

**4º** Cada día son más difíciles los recorridos y mayor el tiempo empleado para cubrir las distancias hasta las zonas de cualquier rumbo y más aún las del norte del D.F. para abastecer de material asfáltico a las obras viales.

**5º** El desgaste propio de la maquinaria y equipo con 20 años de servicio de trabajo muy pesado acusan a la fecha un grado de deterioro tal que se hace necesaria la modernización del sistema eléctrico de potencia cuyo voltaje de operación a 6000 V ya presenta muchos problemas por carecer de componentes y refacciones en el mercado, además de la obsolescencia de los dispositivos de control y protección.

### **1.3 SOLUCIONES .**

Las Soluciones adoptadas por La Planta de Asfalto del D.D.F. a cada una de las problemáticas planteadas son:

#### **Para el PuntoNº1**

Para no detener la producción y poder cumplir los compromisos contraídos con Dependencias Oficiales y Empresas Particulares. El DDF a través de la Planta de Asfalto se ve obligado a buscar un terreno que debe llenar las siguientes características especiales:

- Que tenga para explotar una cantera de basalto cuya superficie y espesor sean suficientes para garantizar un suministro de 30 a 35 años de material basáltico triturado a un ritmo de explotación mínimo promedio de 480 Ton/día.

- Que su ubicación este lo más cerca posible a la planta de Asfalto instalada en los terrenos de la Ave. de la Imán y que las vías terrestres de comunicación sean accesibles y admitan tráfico pesado para abatir en lo posible los costos de transporte y acarreo hasta las plantas asfaltadoras instaladas en Coyoacan.

- Que su localización no sea en zonas residenciales y que la explotación de material basáltico no contamine con ruido y con polvo a los posibles habitantes de los alrededores.

- Que no se provoque en la zona donde se deban mover los camiones para el transporte de material basáltico un conflicto vial por incremento de tráfico lento y pesado.

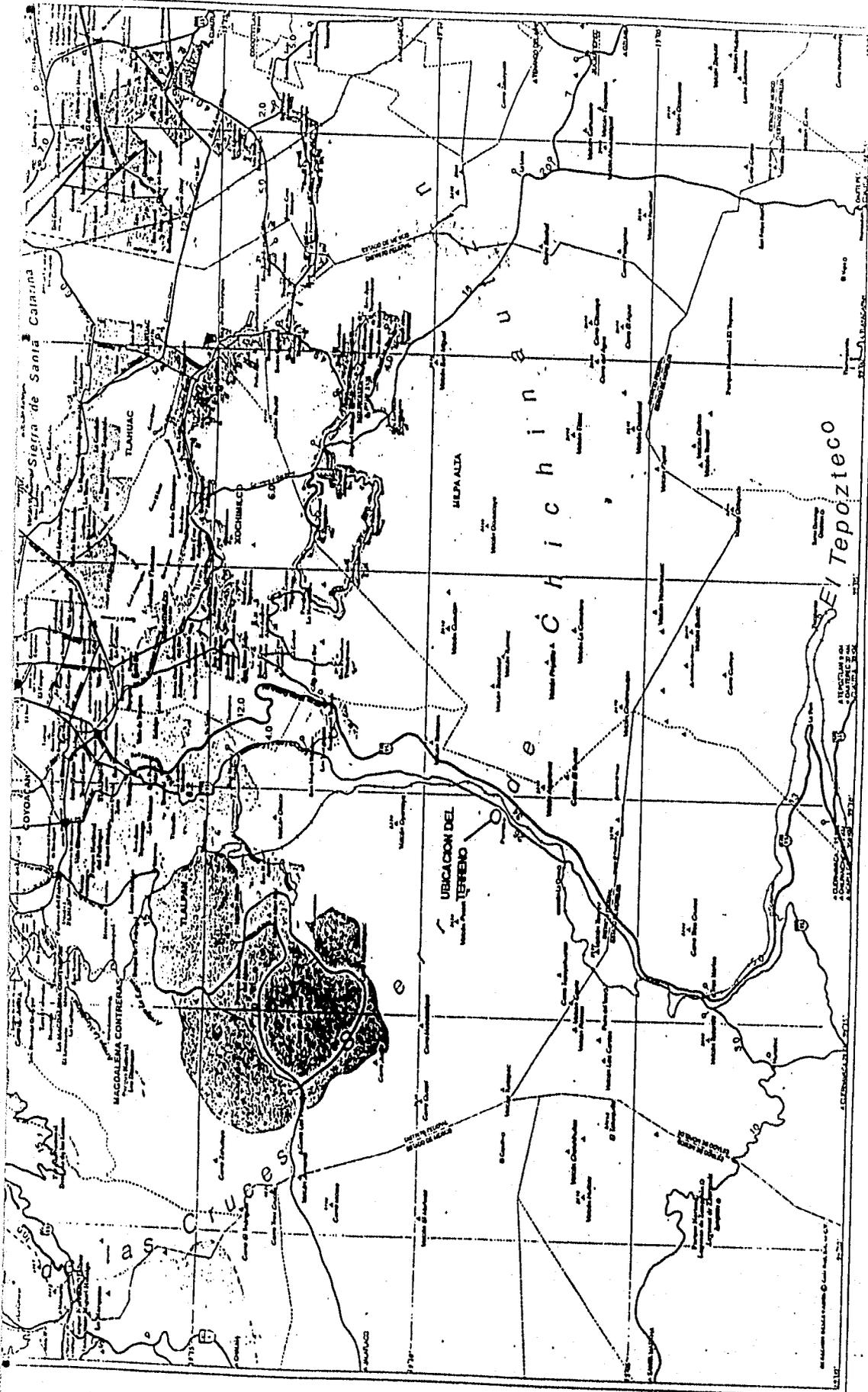
Establecidos los requisitos, la Planta de Asfalto del DDF hace pruebas selectivas a seis terrenos posibles y escoje un predio ubicado en el kilometro 38+171 de la carretera Federal a Cuernavaca cerca de los linderos del Pueblo de Parres, Deleg. Tlalpan, D.F. a 26 kilometros de la Ave. de la Imán.

La Superficie del predio es de 926,534.79 m<sup>2</sup> y se calculan, según muestreos profundos, 16 mts de espesor en el yacimiento de roca basáltica.

Los criterios de selección del predio comprobaron que se cumplían otros requisitos como:

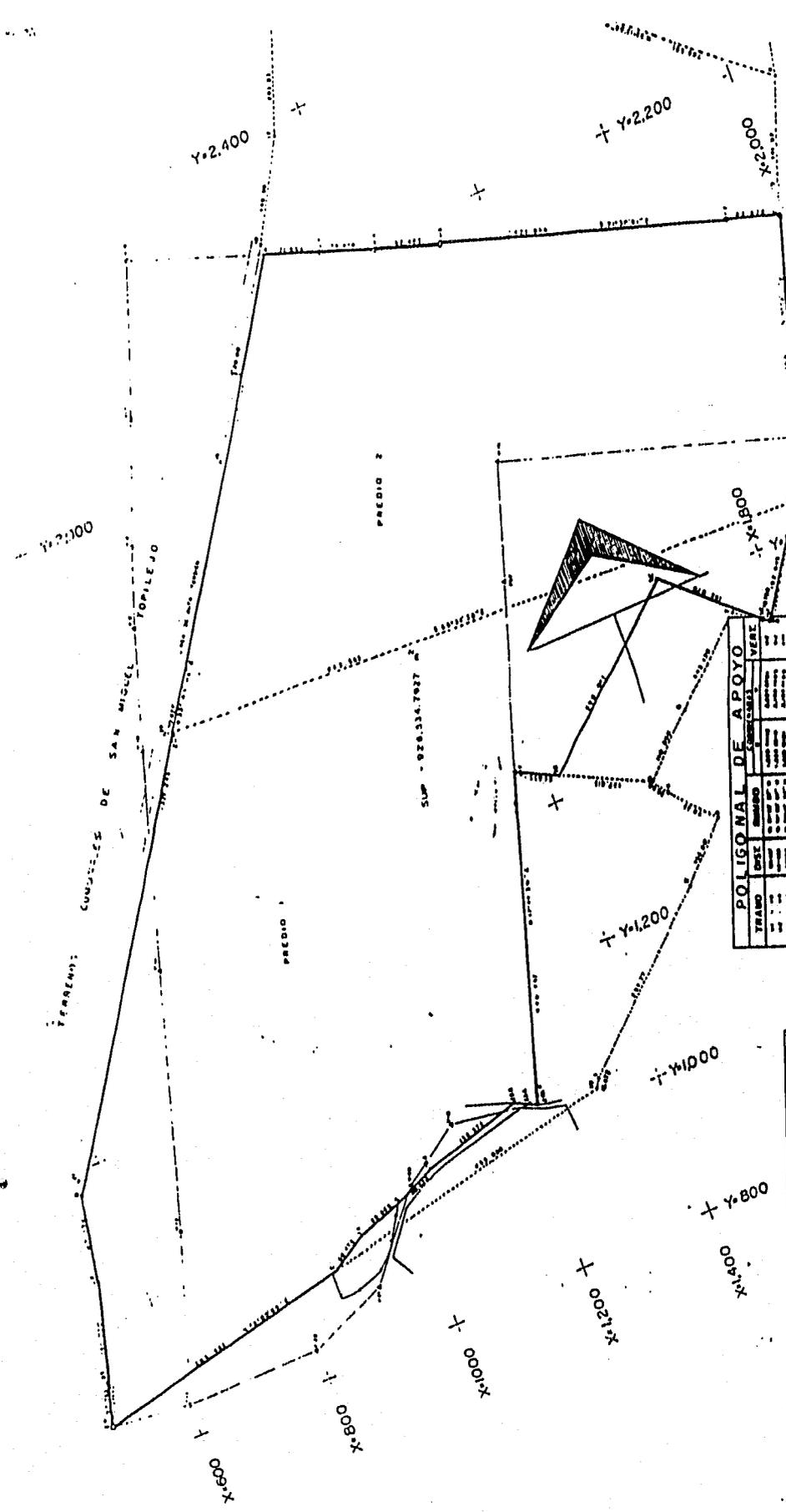
- Ser una propiedad legalmente definida y disposición de propietarios para vender
- Area conveniente en sus dimensiones y existencia suficiente de roca basáltica.
- Características perfectas del material a extraer para ser triturado y mezclado.
- Factores ambientales idóneos para no contaminar con ruido y polvo.
- Cercanía del banco a la Planta de Asfalto de la Delegación Coyoacán.
- Existencia de vías de comunicación óptimas para tráfico pesado.

En los planos N° PLA.01-Aerofotográfico y PLA.02-Poligonal se muestra respectivamente la localización del terreno en su región del Distrito Federal y la configuración perimetral del predio.



OPERA:	PLANTA DE TRITURADOS BASALTICOS
UBICACION:	KM 34.178 CARRETERA FEDERAL A CUERNAVACA
PLANO:	AEROTOPOGRAFICO
ESCALA:	1:5000
FECHA:	AGOSTO 85
AUTORIZO	

PLA.01



**PLA.02**

UBICACION: PLANTA DE TIRTURADOS BASALTICOS  
 UBICACION: EN 36175 CARRETERA FEDERAL A CUERNAVACA  
 PLANO: POLIGONAL  
 ESCALA: 5/1  
 AUTORE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: AGOSTO 85

**POLIGONAL DE APOYO**

TRAMO	DESCRIPCION	COORDENADAS	AREA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

**SUPERFICIES**

TRAMO	DESCRIPCION	AREA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		
57		
58		
59		
60		
61		
62		
63		
64		
65		
66		
67		
68		
69		
70		
71		
72		
73		
74		
75		
76		
77		
78		
79		
80		
81		
82		
83		
84		
85		
86		
87		
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94		
95		
96		
97		
98		
99		
100		

**POLIGONAL DE LINDEROS**

TRAMO	DESCRIPCION	COORDENADAS	AREA
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

Una vez seleccionado el terreno se hace la evaluación de qué es más rentable instalar: los conjuntos de trituración en Parres o acarrear la piedra en greña para triturarla en Ave. de la Imán, pues en peso, un camión de volteo puede acarrear 3 veces más piedra si la carga es triturada que si la carga es en greña. Esta es la razón por la que se decide que los conjuntos de trituración se instalen en Parres y se decide llevar 3 conjuntos de los ya existentes y comprar un nuevo con capacidad de 300 Toneladas por hora.

La instalación de los conjuntos de trituración en el predio seleccionado cercano al Pueblo de Parres, implica llevar a efecto otra serie de construcciones para control técnico y administrativo de la explotación, trituración y transporte del material basáltico extraído. Estas Construcciones complementarias son:

- Caseta para control de acceso de personal y vehicular
- Cisterna de agua potable
- Cisterna de agua tratada
- Tomaduría de tiempo y oficina de personal
- Servicio médico y vigilancia
- Estacionamiento
- Oficina de la Superintendencia
- Comedor
- Baños y vestidores
- Básculas
- Calderas
- Tanque elevado para agua potable
- Tanque elevado para agua tratada
- Talleres: mecánico, eléctrico y soldadura
- Estacionamiento de maquinaria pesada
- Servicio de lavado y engrasado
- Bomba de abastecimiento de combustible Diesel
- Almacenes
- Tanques de combustible Diesel
- Estacionamiento de descarga
- Tolvas de material terminado
- Patio de descarga, apilo y maniobras

La extensión del terreno demanda instalaciones de seguridad como alumbrado perimetral, alumbrado de áreas exteriores, patios, estacionamientos y accesos. También es necesaria la instalación de nueve casetas de vigilancia.

#### **Para el Punto N°2**

Se considera la posibilidad de hacer el movimiento de camiones pesados acarreado el material basáltico triturado, durante el tercer turno de 23:00 a 05:00 Hrs.

#### **Para el Punto N°3**

El personal técnico especializado de la Planta de Asfalto del D.D.F., Tiene en estudio el plan de sustituir las plantas mezcladoras de emulsión asfáltica en caliente por otras de reciente creación que son mezcladoras de emulsión en frío con la ventaja de no emitir vapores que sean lanzados al medio ambiente.

El desarrollo de este proyecto ejecutivo ya está muy avanzado y se encuentra en el análisis de factibilidad.

#### **Para el Punto N°4**

Los problemas viales por exceso de tráfico en las calles del Distrito Federal, no tienen solución inmediata y por lo tanto, la Planta de Asfalto del D.D.F. , no tiene en proyecto instalar pequeñas plantas mezcladoras estratégicamente localizadas, que sería una manera de acortar los tiempos de transporte del material a las obras por asfaltar.

#### **Para el Punto N°5**

Para atacar la obsolescencia de los equipos eléctricos que operan a 6000V en la Planta de Asfalto del D.D.F. de la Ave. de la Imán , se decide el desarrollo del proyecto ejecutivo para transformación el voltaje primario de distribución de 6 Kv cambiarlo a 23 Kv y sustituir en baja tensión todos los dispositivos de medición control y protección de sistema, sobre todo rediseñar la red de tierras y en conjunto, especificar las características que deben llenar los equipos nuevos para esta modernización.

# ***CAPITULO II***

## **BASES DEL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA DE TRITURACION**

### **2.1 Determinación de la demanda**

## **CAPITULO SEGUNDO.-**

### **BASES DEL PROYECTO DE LA NUEVA PLANTA DE TRITURACION**

#### **2.1 DETERMINACION DE LA DEMANDA**

En el capítulo anterior se analizaron cinco puntos, cada uno de los cuales explica una dificultad grave para la operación de la Planta de Asfalto y expone someramente cuál sería su solución a mediano plazo y en este capítulo se analizan los detalles para generar las directrices del proyecto ejecutivo de una nueva planta de trituración.

La instalación de los conjuntos de trituración en el predio cercano al Pueblo de Parres, implica llevar a efecto como ya se mencionó una serie de construcciones complementarias para control técnico y administrativo de la explotación, trituración y transporte del material basáltico extraído, estas construcciones complementarias que son:

- Caseta para control de acceso de personal y vehicular con 60 m<sup>2</sup>
- Cisterna de agua potable de 450 m<sup>3</sup>
- Cisterna de agua tratada de 450 m<sup>3</sup>
- Tomaduría de tiempo y oficina de personal con 80 m<sup>2</sup>
- Servicio médico y vigilancia con 80 m<sup>2</sup>
- Estacionamiento con 1000 m<sup>2</sup>
- Oficina de la Superintendencia con 150 m<sup>2</sup>
- Comedor con 252 m<sup>2</sup>
- Baños y vestidores con 340 m<sup>2</sup>
- Básculas con 150 m<sup>2</sup>
- Calderas para baños y vestidores con 150 m<sup>2</sup>
- Tanque elevado para agua potable de 50 m<sup>3</sup>
- Tanque elevado para agua tratada de 50 m<sup>3</sup>
- Talleres: Mecánico, Eléctrico y Soldadura con 1100 m<sup>2</sup>
- Estacionamiento de maquinaria pesada con 800 m<sup>2</sup>
- Servicio de lavado y engrasado con 400 m<sup>2</sup>
- Bomba de abastecimiento de combustible Diesel con 80 m<sup>2</sup>
- Almacenes con 600 m<sup>2</sup>
- Tanques de combustible Diesel de 15 m<sup>3</sup> en 50 m<sup>2</sup> de superficie.
- Plataforma de descarga con estacionamiento con 10,000 m<sup>2</sup>
- Tolvas de material terminado con 5,000 m<sup>2</sup>

- Patio de descarga, apilo y maniobras con 8,000 m<sup>2</sup>
- Casetas de vigilancia de 6 m<sup>2</sup>, repartidas 12 en el perímetro del predio.
- Instalaciones de seguridad.- La naturaleza de su topografía y la extensión del terreno, demandan instalaciones de seguridad como, alumbrado perimetral, alumbrado de áreas exteriores, caminos internos de intercomunicación a las secciones del terreno, estacionamientos y accesos.
- Polvorín.- La extracción del material basáltico requiere de herramientas especializadas para penetración en roca, tales como brocas pengo, barrenadoras de operación neumática y perforadoras de operación hidráulica, pero además es necesario aplicar la utilización de métodos para desquebrajar y aflojar grandes masas de roca y para tal fin se utiliza la dinamita cuya adquisición, transporte, almacenamiento y puntos de utilización deben estar autorizados, supervisados y técnicamente asistidos por la Secretaría de la Defensa Nacional.

Por tal razón, dentro de la relación de construcciones complementarias se consideró la construcción de un polvorín, que es lugar destinado para guarda y control de los explosivos.

En el plano N° PLA.03-Edificios Administrativos.

Se muestra la localización de cada construcción identificadas por su utilización.

La topografía del terreno permite escoger la zona en la cual quedarán instalados los 4 conjuntos de trituración y esta zona es precisamente una hondonada cuya depresión amortigua el ruido y evita que el polvo sea esparcido por toda la zona e invada el Pueblo de Parres.

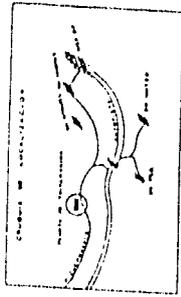
En el plano N° PLA.04-Localización de los Conjuntos de trituración.

Se muestra la localización de cada conjunto de trituración en el terreno.

Ya se tiene el terreno, el plan de aprovechamiento de sus zonas, la relación de las construcciones complementarias, la especialidad de las instalaciones necesarias y con todo esto se definen los detalles de el proyecto integral que se implementa en varias fases:

#### **Sistema eléctrico de potencia.**

La integración de las cargas eléctricas parciales por instalar definen la demanda de consumo de energía y se ejecuta labor de investigación en la Planta de Asfalto del D.D.F. para dimensionar estas cargas. Se invita a participar, a dar su opinión y puntos de vista al personal técnico de operación, a los de mantenimiento, a los de producción y a los encargados de la carga y despacho del producto terminado, así como de la parte de control administrativo.

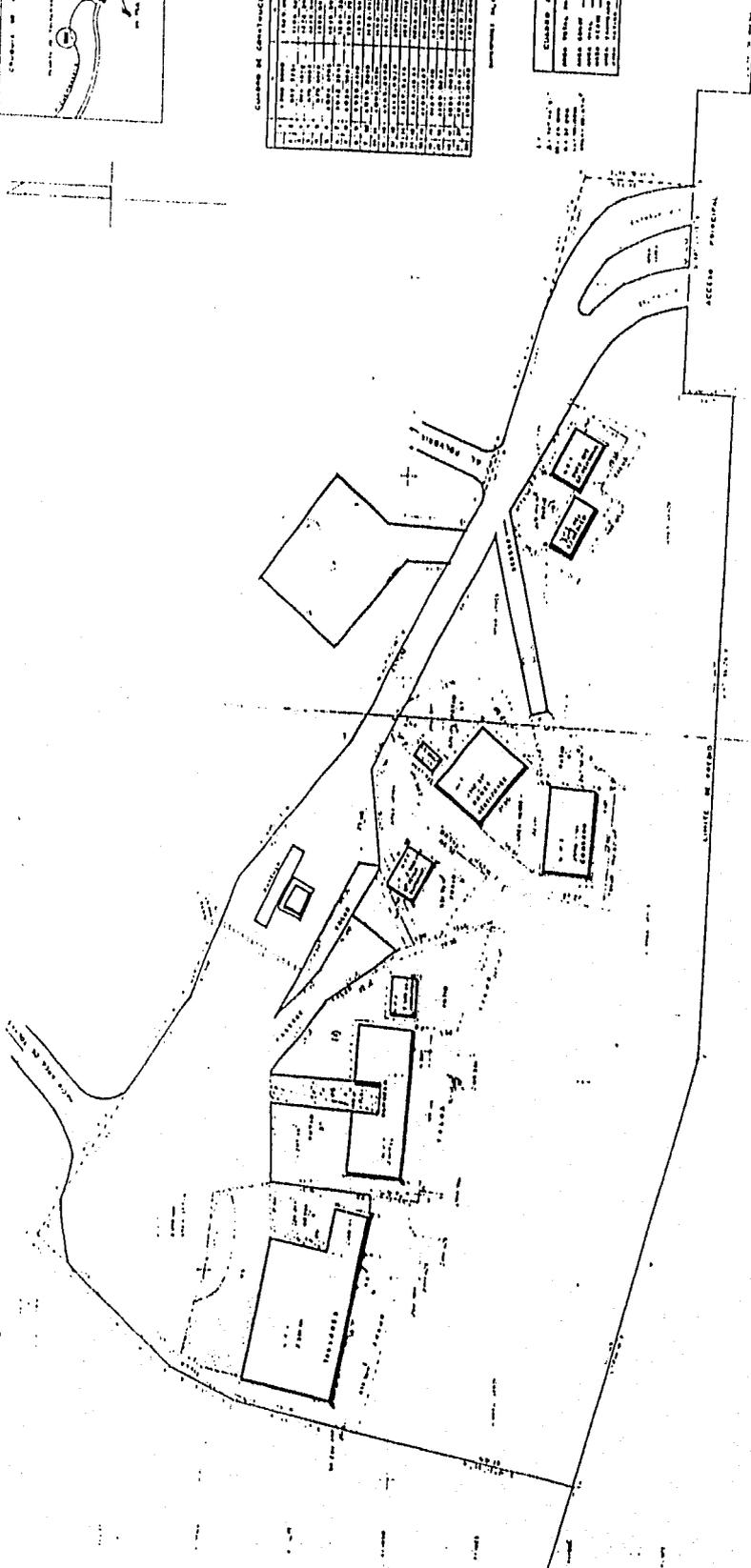


**CUADRO DE COSTOS DE CONSTRUCCION DE POLIVIGAS**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...
11	...	...	...	...
12	...	...	...	...
13	...	...	...	...
14	...	...	...	...
15	...	...	...	...
16	...	...	...	...
17	...	...	...	...
18	...	...	...	...
19	...	...	...	...
20	...	...	...	...
21	...	...	...	...
22	...	...	...	...
23	...	...	...	...
24	...	...	...	...
25	...	...	...	...
26	...	...	...	...
27	...	...	...	...
28	...	...	...	...
29	...	...	...	...
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...
51	...	...	...	...
52	...	...	...	...
53	...	...	...	...
54	...	...	...	...
55	...	...	...	...
56	...	...	...	...
57	...	...	...	...
58	...	...	...	...
59	...	...	...	...
60	...	...	...	...
61	...	...	...	...
62	...	...	...	...
63	...	...	...	...
64	...	...	...	...
65	...	...	...	...
66	...	...	...	...
67	...	...	...	...
68	...	...	...	...
69	...	...	...	...
70	...	...	...	...
71	...	...	...	...
72	...	...	...	...
73	...	...	...	...
74	...	...	...	...
75	...	...	...	...
76	...	...	...	...
77	...	...	...	...
78	...	...	...	...
79	...	...	...	...
80	...	...	...	...
81	...	...	...	...
82	...	...	...	...
83	...	...	...	...
84	...	...	...	...
85	...	...	...	...
86	...	...	...	...
87	...	...	...	...
88	...	...	...	...
89	...	...	...	...
90	...	...	...	...
91	...	...	...	...
92	...	...	...	...
93	...	...	...	...
94	...	...	...	...
95	...	...	...	...
96	...	...	...	...
97	...	...	...	...
98	...	...	...	...
99	...	...	...	...
100	...	...	...	...

**CUADRO DE A.S.E.B.S.**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	...	...	...	...
2	...	...	...	...
3	...	...	...	...
4	...	...	...	...
5	...	...	...	...
6	...	...	...	...
7	...	...	...	...
8	...	...	...	...
9	...	...	...	...
10	...	...	...	...
11	...	...	...	...
12	...	...	...	...
13	...	...	...	...
14	...	...	...	...
15	...	...	...	...
16	...	...	...	...
17	...	...	...	...
18	...	...	...	...
19	...	...	...	...
20	...	...	...	...
21	...	...	...	...
22	...	...	...	...
23	...	...	...	...
24	...	...	...	...
25	...	...	...	...
26	...	...	...	...
27	...	...	...	...
28	...	...	...	...
29	...	...	...	...
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
33	...	...	...	...
34	...	...	...	...
35	...	...	...	...
36	...	...	...	...
37	...	...	...	...
38	...	...	...	...
39	...	...	...	...
40	...	...	...	...
41	...	...	...	...
42	...	...	...	...
43	...	...	...	...
44	...	...	...	...
45	...	...	...	...
46	...	...	...	...
47	...	...	...	...
48	...	...	...	...
49	...	...	...	...
50	...	...	...	...
51	...	...	...	...
52	...	...	...	...
53	...	...	...	...
54	...	...	...	...
55	...	...	...	...
56	...	...	...	...
57	...	...	...	...
58	...	...	...	...
59	...	...	...	...
60	...	...	...	...
61	...	...	...	...
62	...	...	...	...
63	...	...	...	...
64	...	...	...	...
65	...	...	...	...
66	...	...	...	...
67	...	...	...	...
68	...	...	...	...
69	...	...	...	...
70	...	...	...	...
71	...	...	...	...
72	...	...	...	...
73	...	...	...	...
74	...	...	...	...
75	...	...	...	...
76	...	...	...	...
77	...	...	...	...
78	...	...	...	...
79	...	...	...	...
80	...	...	...	...
81	...	...	...	...
82	...	...	...	...
83	...	...	...	...
84	...	...	...	...
85	...	...	...	...
86	...	...	...	...
87	...	...	...	...
88	...	...	...	...
89	...	...	...	...
90	...	...	...	...
91	...	...	...	...
92	...	...	...	...
93	...	...	...	...
94	...	...	...	...
95	...	...	...	...
96	...	...	...	...
97	...	...	...	...
98	...	...	...	...
99	...	...	...	...
100	...	...	...	...



--- y equivalente

--- y equivalente

--- y equivalente

**PLA.03**

OBRA: PLANTA DE TRITURADOS BASALTICOS

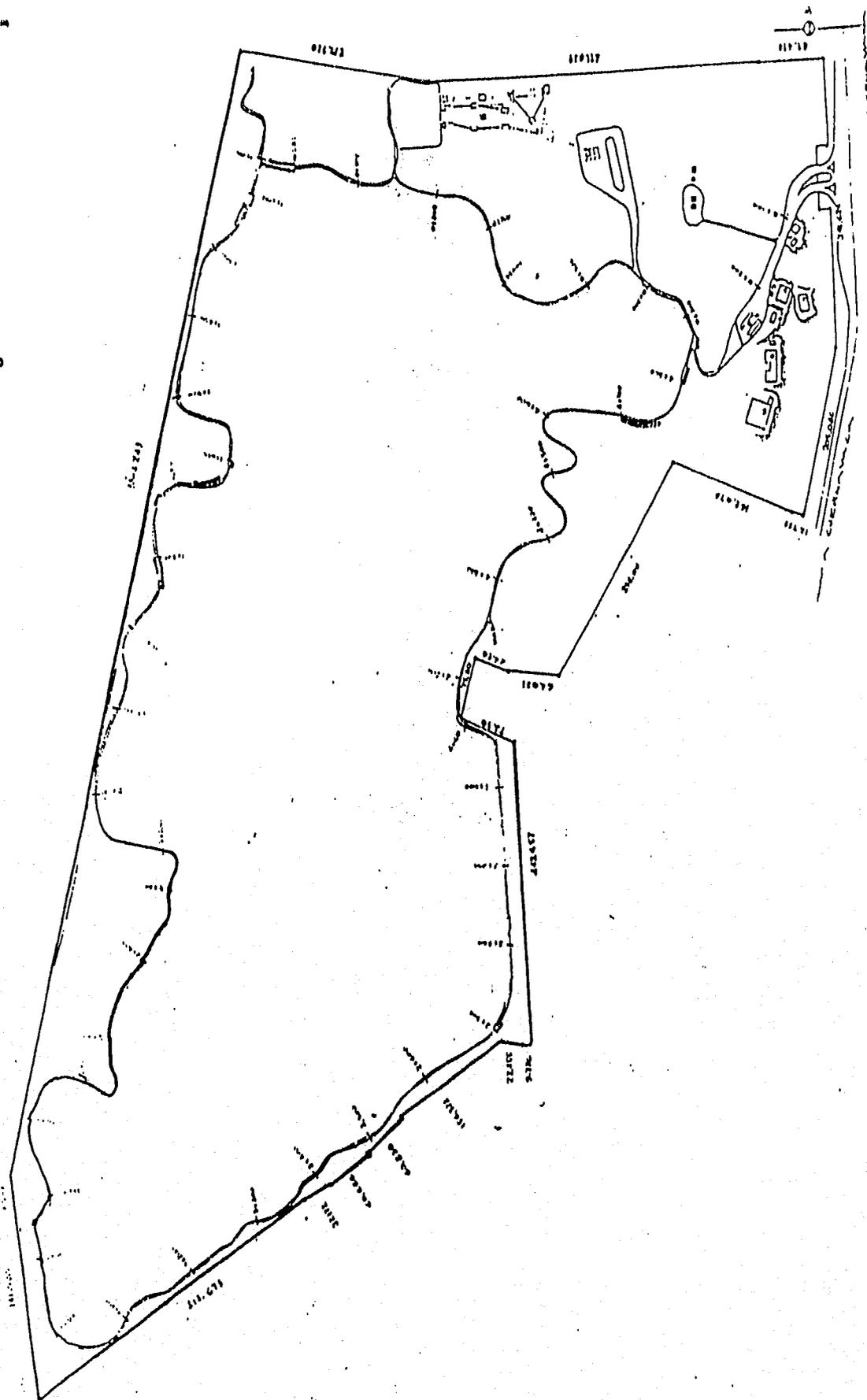
UBICACION: KM 36.775 CARRIETERA FEDERAL A CUERNAVACA

PLANO: EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS

ESCALA: 5/1

FECHA: AGOSTO 88

AUTORIZADO



<b>PLA.04</b>	
OBRA: PLANTA DE TRITURADOS BASALTICOS	
UBICACION: KM 36.175 CARRETERA FEDERAL A CUERNAVACA	
PLANO: LOCALIZACION DE LOS CONJUNTOS DE TRITURACION	
ESCALA: 50	FECHA: AGOSTO 95
	AUTORIZO

Esta labor de investigación arroja como resultado la definición básica de la capacidad eléctrica que debe manejar el sistema que se diseñe para tal fin y su resultado es el siguiente:

**Factores de Integración para la demanda:**

**1.- Demanda en el sistema parcial del Alumbrado perimetral.**

El terreno con sus 926,534.79 m<sup>2</sup> de superficie, tiene un perímetro de 4,888.59 mts. formado por una poligonal irregular que se muestra en el plano N<sup>o</sup> PLA.02- Poligonal la Planta de Asfalto solicita que este perímetro sea iluminado para seguridad. Por lo tanto, para fines de establecer el valor base de la demanda en este renglón sin tener los detalles del proyecto, se aplica el siguiente criterio:

En el perímetro del predio se tenderá una línea aérea de 23 Kv con normas que CFE utiliza para electrificación Rural y aplicamos la regla práctica de colocar un luminario en cada poste de esta línea de distribución primaria donde se permiten de 45 a 55 mts. de distancia interpostal y tomando la distancia mínima de 45 mts. como constante. En el terreno caben 110 luminarios separados 45 mts entre ellos.

De los 110 luminarios, 60 serán de 480 W porque van al frente del predio donde la Planta de Asfalto pidió mayor iluminación y 50 serán de 300 W para el perímetro en su tramo posterior.

Este estimado será modificado o confirmado analíticamente en cuanto se desarrolle la parte analítica del proyecto definitivo sobre este punto.

En el suministro de energía para alumbrado perimetral, la demanda estimada es de 52 Kva.

**2.- Demanda en el sistema parcial del Alumbrado para Areas Exteriores.**

El área ocupada entre los cuatro conjuntos de trituración dispuestos según el plano N<sup>o</sup> PLA.04-Localización de los Conjuntos de trituración., es de 60,400 m<sup>2</sup> y requiere alumbrado exterior en el área ocupada por las estructuras de los conjuntos de trituración. Para fines prácticos de establecer un valor a la demanda en este renglón, igual que en alumbrado perimetral, se estima que la solución se consigue instalando 12 postes de acero tipo deportivo con altura de montaje de 16 mts localizados en las áreas por iluminar y equipados con 8 luminarios de 480 W.

En el suministro de energía para alumbrado de áreas exteriores, la demanda estimada es de 55 Kva.

**3.- Demanda en el sistema parcial del Alumbrado para Caminos Interiores.**

La operación de la Planta de trituración, genera tráfico de camiones muy pesados para transportar el material basáltico desde las zonas de extracción hasta los conjuntos de trituración y las áreas de tráfico son los caminos trasados en el plano N<sup>o</sup> PLA.04-Localización de los Conjuntos de trituración. Estos caminos, en sus ramas principales, requieren luminarios dispuestos de la misma manera que el alumbrado perimetral ya que existe la posibilidad de carga, descarga y transporte de material triturado durante el tercer turno y por tanto se localizarán los postes a cada 45 mts. y en cada uno de ellos se montará un luminario de 300 W que en total serán 85 los luminarios instalados en esta área.

En el suministro de energía para alumbrado de caminos interiores, la demanda estimada es de 30 Kva.

#### 4.-Demanda en el sistema parcial de Servicios Propios.

Area de Servicios Propios se le llama a las construcciones complementarias para control técnico y administrativo de la Planta Productora de Triturados Basálticos destinadas a talleres eléctrico, mecánico y de soldadura, cuarto de calderas, oficinas, comedor, baños y vestidores, almacenes, patios de maniobras, estacionamientos y accesos principales.

Utilizando el mismo sistema de investigación a base de comunicación con el personal encargado en todas las especialidades, para determinar las necesidades de disposición de energía, se determinó que la base de la demanda para cada una de las áreas es la siguiente:

Tomaduría de tiempo y servicio médico.- Alumbrado exterior, alumbrado interior contactos y salidas especiales 1F.	112.50 Kva
Oficinas de Superintendencia, Calderas, Comedor, Baños y vestidores.- Alumbrado exterior, alumbrado interior contactos y salidas especiales, motores fraccionarios resistencias calefactoras, equipo de computación.	150.00 Kva
Talleres: Eléctrico, mecánico, soldadura, Maq. pesada.- Alumbrado exterior, alumbrado interior, contactos 1F y 3F, salidas especiales, motores fraccionarios, Máquinas herramienta, soldadoras, herramienta eléctrica.	150.00 Kva
Almacenes, patios de maniobra, estacionamientos, áreas de acceso, áreas de carga y descarga.- Alumbrado exterior, alumbrado interior contactos y salidas especiales 1F y 3F.	<u>75.00 Kva</u>
Demanda Total estimada =	487.50 Kva

Se ha tomado en cuenta la consideración que, por el momento son instalaciones nuevas con cargas iniciales casi definidas, pero al paso del tiempo y como siempre sucede, las cargas tienden a un crecimiento que a veces sobrepasa por mucho lo estimado, sin embargo el 50% de incremento será el índice para base de proyecto.

Para el suministro de energía del área de Servicios Propios, la demanda estimada es de 500 Kva.

5.- Demanda en el sistema parcial del Conjunto de trituración N° 2 y 3.

Los conjuntos de trituración están formados por varias etapas en el proceso de quebrar el material pétreo basáltico y dejarlo de un determinado tamaño en cada una de estas etapas, hasta que en la etapa final alcance el tamaño de 13 mm (1/2") que por norma se requiere para mezclarlo con la emulsión asfáltica.

Por diseño, el Conjunto de trituración Núm.2, contiene los siguientes motores:

**Unidad Primaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
200.00	176.00	256.00	Quijada
50.00	44.00	64.00	Alimentador
25.00	22.00	32.00	Banda N° 1
1.00	0.75	1.00	Bomba de lubricación

La demanda del conjunto de trituración N° 2 en su unidad primaria es de:  
276.00 Hp equivalentes a 245 Kva.

**Unidad Secundaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
25.00	22.00	32.00	Criba N° 1
200.00	176.00	256.00	Giroesfera 1
25.00	22.00	32.00	Banda N° 2
25.00	22.00	32.00	Banda N° 3
10.00	9.00	13.00	Banda N° 4
3.00	3.00	4.00	Bomba de lubricación

La demanda del conjunto de trituración N° 2 en su unidad secundaria es de:  
288.00 Hp equivalentes a 255 Kva.

**Unidad Terciaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
25.00	22.00	32.00	Criba N° 2
200.00	176.00	256.00	Giroesfera 2
25.00	22.00	32.00	Banda N° 4
25.00	22.00	32.00	Banda N° 5

**Unidad Terciaria (Cont.)**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
25.00	22.00	32.00	Banda N° 6
25.00	22.00	32.00	Banda N° 7
25.00	22.00	32.00	Banda N° 8
3.00	3.00	4.00	Bomba de lubricación

La demanda del conjunto de trituración N° 2 en su unidad terciaria es de:  
353.00 Hp equivalentes a 310 Kva.

**La demanda Total del conjunto de trituración N° 2 es de:  
917.00 Hp equivalentes a 810 Kva.**

**6.- Demanda en el área del Conjunto de trituración N° 3.**  
De la misma manera se cumplen las etapas de proceso para quebrar el material pétreo basáltico en este triturador.

Por diseño, el Conjunto de trituración Núm.3, contiene los siguientes motores:

**Unidad Primaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
200.00	176.00	256.00	Quijada
50.00	44.00	64.00	Alimentador
25.00	22.00	32.00	Banda N° 1
1.00	0.75	1.00	Bomba de lubricación

La demanda del conjunto de trituración N° 3 en su unidad primaria es de:  
276.00 Hp equivalentes a 245 Kva.

**Unidad Secundaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
25.00	22.00	32.00	Criba N° 1
200.00	176.00	256.00	Giroesfera
25.00	22.00	32.00	Banda N° 2
25.00	22.00	32.00	Banda N° 3
10.00	9.00	13.00	Banda N° 4
3.00	3.00	4.00	Bomba de lubricación

La demanda del conjunto de trituración N° 3 en su unidad secundaria es de:  
288.00 Hp equivalentes a 255 Kva.

**Unidad Terciaria**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
25.00	22.00	32.00	Criba N° 2
200.00	176.00	256.00	Giroesfera
25.00	22.00	32.00	Banda N° 4
25.00	22.00	32.00	Banda N° 5
25.00	22.00	32.00	Banda N° 6
3.00	3.00	4.00	Bomba de lubricación
25.00	22.00	32.00	Banda N° 7
25.00	22.00	32.00	Banda N° 8

La demanda del conjunto de trituración N° 3 en su unidad terciaria es de:  
353.00 Hp equivalentes a 310 Kva.

**La demanda Total del conjunto de trituración N° 3 es de 917.00 Hp equivalentes a 810 Kva.**

Los conjuntos de trituración 2 y 3 son gemelos, ambos de la misma capacidad y con el mismo número de motores y estaban trabajando regularmente a toda su capacidad en la Planta de Asfalto en la Ave. de la Imán 263 y se desmantelaron de aquella localización para ser instalados en el nuevo terreno de la Planta de trituración en Parres.

**7.- Demanda en el sistema parcial del Conjunto de trituración N° 5.**

De la misma manera se cumplen las etapas de proceso para quebrar el material pétreo basáltico en este triturador.

Por diseño, el Conjunto de trituración Núm.5, contiene los siguientes motores:

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
5.00	4.29	6.30	Transportador 6
200.00	171.49	250.00	Quebrador primario
5.00	4.29	6.30	Lubricador quebrador Prim.
200.00	171.49	250.00	Quebrador secundario
200.00	171.49	250.00	Quebrador terciario
15.00	12.86	18.80	Tunel derecho
50.00	42.87	62.50	Transportador 7
10.00	8.57	12.50	Enfriador quebrador Terc.
15.00	12.86	18.80	Tunel izquierdo
15.00	12.86	18.80	Transportador 1
10.00	8.57	12.50	Transportador 2
20.00	17.15	25.00	Transportador 3
15.00	12.86	18.80	Criba del Quebrador Sec.
5.00	4.29	6.30	Enfriador quebrador Sec.
20.00	17.15	25.00	Transportador 4
15.00	12.86	18.80	Criba del Quebrador Terc.
Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
7.50	6.43	9.40	Transportador 5
30.00	25.72	37.50	Transportador tunel Izq.
30.00	25.72	37.50	Transportador tunel Der.
1.00	0.75	1.30	Bomba de lubricación
75.00	64.31	93.50	Alimentador vibratorio

**La demanda Total del conjunto de trituración N° 5 es de: 943.50 Hp equivalentes a 830 Kva.**

**8.- Demanda en el sistema parcial del Conjunto de trituración N° 7.**

Por diseño, el Conjunto de trituración Núm.7, está dividido en tres secciones debido a su gran tamaño y cada una de estas requiere de los siguientes motores:

**Primera sección 7.1**

<b>Pot. HP</b>	<b>Pot. Kw</b>	<b>Amp</b>	<b>Utilización</b>
200.00	171.49	250.00	Quebradora secundaria
200.00	171.49	250.00	Quebradora terciaria
250.00	214.37	312.50	Quebradora cuaternaria
20.00	17.50	25.00	Criba chica

La demanda del conjunto de trituración N° 7 en su sección 7.1 es de:  
670.00 Hp equivalentes a 590 Kva.

**Segunda sección 7.2**

<b>Pot. HP</b>	<b>Pot. Kw</b>	<b>Amp</b>	<b>Utilización</b>
10.00	8.57	12.50	Máquina Grizzy
15.00	12.86	18.80	Transportador 9 de 32 m
30.00	25.72	37.50	Charola alimentador
10.00	8.57	12.50	Transportador 3
20.00	17.50	25.00	Máquina Grizzy
40.00	34.30	50.00	Criba vibratoria gemela
5.00	4.29	6.30	Transportador 5
30.00	25.72	37.50	Transportador 4
15.00	12.86	18.80	Transportador 8 de 50 m
15.00	12.86	18.80	Vibrador
50.00	42.87	62.50	Transportador de 42"
15.00	12.86	18.80	Transportador 10 de 32 m
15.00	12.86	18.80	Transportador 11 de 38 m
5.00	4.29	6.30	Transportador 7
150.00	128.62	187.50	Quebrador primario

La demanda del conjunto de trituración N° 7 en su sección 7.2 es de:  
425.00 Hp equivalentes a 375 Kva.

**Tercera sección 7.3**

Pot. HP	Pot. Kw	Amp	Utilización
5.00	4.29	6.30	Bomba de lubricación
2.00	1.71	2.50	Bomba de lubricación
7.50	6.43	9.40	Ventilador del radiador
0.50	0.43	0.60	Bomba de sistema hidráulico
30.00	25.72	37.50	Transportador 4
5.00	4.29	6.30	Bomba de lubricación
2.00	1.71	2.50	Bomba de lubricación
7.50	6.43	9.40	Ventilador del radiador
0.50	0.43	0.60	Bomba de sistema hidráulico
5.00	4.29	6.30	Bomba de lubricación
2.00	1.71	2.50	Bomba de lubricación
7.50	6.43	9.40	Ventilador del radiador
0.50	0.43	0.60	Bomba de sistema hidráulico

La demanda del conjunto de trituración N° 7 en su sección 7.3 es de 75.00 Hp equivalentes a 70 Kva.

**La demanda total del conjunto de trituración N° 7 es de 1170.00 Hp equivalentes a 1035 Kva.**

Con la información anterior, el siguiente paso es iniciar el proyecto del sistema eléctrico en alta y baja tensión cuya potencia total se define integrando los valores parciales de cada sector y su resumen de demandas es:

Sistema de alumbrado perimetral	52.00 Kva
Sistema de alumbrado exterior	55.00 Kva
Sistema de alumbrado en caminos	30.00 Kva
<b>Servicios Propios</b>	
Tomaduría de tiempo y servicio médico.-	112.50 Kva
Oficinas de Superintendencia, Calderas, Comedor, Baños y vestidores.-	150.00 Kva
Talleres: Eléctrico, mecánico, soldadura Maquinaria pesada.-	150.00 Kva
Almacenes, patios de maniobra, estacionamientos, áreas de acceso, áreas de carga y descarga.-	75.00 Kva
Conjunto de trituración Núm. 2	810.00 Kva

Conjunto de trituración Núm. 3	810.00 Kva
Conjunto de trituración Núm. 5	830.00 Kva
Conjunto de trituración Núm. 7	<u>1035.00 Kva</u>
	Sub - Total = 4109.50 Kva
Considerando 50 % de ampliaciones futuras	= <u>2054.75 Kva</u>
	<b>Gran Total = 6164.25 Kva</b>

Una vez obtenida la demanda total se procede a desarrollar el proyecto lo cual se hara en el siguiente capitulo.

# ***CAPITULO III***

## **DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO**

- 3.1 Definición del Voltaje primario**
- 3.2 Definición de las áreas**
- 3.3 Selección de componentes para subestaciones**
- 3.4 Arreglo eléctrico de subestaciones**
- 3.5 Coordinación de juntas de trabajo con CLF**

### **CAPITULO TERCERO.- DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO**

El siguiente paso es dar inicio a los planteamientos básicos para desarrollar el proyecto ejecutivo que definirá las especificaciones de equipo, el esquema de protecciones y la configuración del sistema eléctrico.

Lo anterior se lleva al cabo en cinco fases que son:

#### **3.1 DEFINICION DEL VOLTAJE.-**

Se define el voltaje primario y secundario.

Se analizan las condiciones del terreno, sus dimensiones y las posibilidades de instalación de una red de distribución en base a los planos del capítulo anterior y con estas características, el planteamiento definitivo es diseñar la red de distribución primaria en 23000 Volts de la capacidad adecuada para cubrir las necesidades de disponibilidad de energía que requiere cada una de las zonas de demanda y diseñar también las subestaciones tipo interior compactas con sus transformadores que cumplirán específicamente en cada una de estas zonas y cuyo voltaje secundario debe ser en 440V porque todo el equipo existente en la Planta de Asfalto del D.D.F. así como el nuevo, están especificados para operar en ese voltaje.

#### **3.2 DEFINICION DE LAS AREAS**

Se define número de zonas eléctricamente identificables

El desarrollo de la configuración tentativa del diagrama unifilar en lo correspondiente a la parte de alta tensión debe integrar eléctricamente las áreas de alimentación a edificios administrativos, conjuntos de trituración, alumbrado perimetral y alumbrado exterior y para ello en acuerdo con los Funcionarios de la Planta de Asfalto del D.D.F. se definen en el terreno las zonas principales eléctricamente identificables que son:

- Subestación receptora
- Subestación derivada para servicios administrativos
- Subestación derivada para conjuntos de trituración 5
- Subestación derivada para conjuntos de trituración 7
- Subestación derivada para conjuntos de trituración 2
- Subestación derivada para conjuntos de trituración 3
- Alimentador para sistema de alumbrado perimetral

### 3.3 SELECCION DE LOS COMPONENTES DE CADA SUBESTACION.-

Componentes para cada subestación.

#### 1.- Subestación Receptora.

La utilización de esta subestación es únicamente para recepción de la acometida en 23 Kv, medición del consumo de energía, protección y control de la distribución del voltaje primario hacia las subestaciones derivadas.

Esta subestación debe estar integrada por el siguiente equipo:

- Una acometida en el voltaje primario de distribución y equipada con dispositivos de medición de consumo de energía medida en Kwh.
- Un interruptor general para todo el sistema.
- Las barras colectoras para energizar los alimentadores derivados.
- Los interruptores de protección y control para estos alimentadores.

#### 2.- Subestación derivada para Servicios Propios.

La utilización de esta subestación es para suministrar energía a las áreas de los edificios administrativos que se requieren sub-zonificar en los siguientes sectores:

Talleres eléctrico, mecánico y de soldadura

Taller de maquinaria pesada

Cuarto de calderas

Oficinas de control y tomadura de tiempo

Servicio médico

Comedor

Baños y vestidores

Almacenes y bodegas

Patios de maniobras

Básculas de embarque

Estacionamientos y accesos principales

Con los datos obtenidos por la investigación que sobre el particular se llevó al cabo en el Cap. 2, la demanda para esta subestación requiere un cálculo para determinar la capacidad de su transformador.

En este caso el cálculo es simple, porque únicamente requiere de la suma de las demandas consideradas para cada sector y según el Cap.2, se cubre básicamente con un transformador de 500 Kva, 23Kv/440-254 Volts.

Una vez definida la capacidad del transformador, la integración de esta subestación debe contener:

- Un gabinete para acometida sin medición y con cuchilla tripolar desconectadora de operación simultánea y sin carga.
- Un gabinete para interruptor general en el voltaje primario para protección y control del transformador.
- Un gabinete para acoplar este interruptor con el transformador de 500 Kva.

- Un tablero con interruptor general en baja tensión de 800 Amp tipo termomagnético, más ménsula de medición para voltaje y corriente. El cálculo para definir la capacidad del interruptor general en baja tensión es aplicando la siguiente fórmula:

$$I_{T500} = \frac{10^3 \text{ Kva}}{\sqrt{3}V} \times 1.23 = \frac{10^3 \times 500}{\sqrt{3} \times 440} \times 1.23 = 807 \text{ Amp}$$

Lo cual define que la capacidad del interruptor general en baja tensión debe ser de 800 Amp tomándose un factor del 23% para sobrecarga transitoria del transformador que tambien el interruptor sostenga.

- Un banco de capacitores automático cuya capacidad se define tomando en cuenta los 500 Kva con un factor de utilización del 80% y llevando el factor de potencia del 85% a 95% con la siguiente formula:

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = Kw [\text{Tan}(\text{ACos}(Fp_1)) - \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_2))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 340 [\text{Tan}(\text{ACos}(0.85)) - \text{Tan}(\text{ACos}(0.95))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 98.96$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} \approx 105K \text{ var}_{440V}$$

Kw= Potencia real  
 Fp<sub>1</sub>= Factor de Potencia Inicial  
 Fp<sub>2</sub>= Factor de Potencia Final

El valor comercial más cercano a 98.96 es 105 Kvar en 440 V equivalente a 125 Kvar en 480 V.

### 3.- Subestación derivada para el conjunto de trituración Núm.5

La utilización de esta subestación es para suministrar energía al conjunto de motores eléctricos de inducción los cuales demandan 943.50 Hp.

La demanda para esta subestación requiere un cálculo sencillo para determinar la capacidad de su transformador.

Utilizemos las siguientes fórmulas eléctricas para sistemas trifásicos:

$$I_{\text{nom}} = \frac{746\text{Hp}}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times F_p}$$

$$Kva = \frac{\sqrt{3}VA}{10^3}$$

$$Kva = \frac{746\text{Hp}}{\eta \times F_p \times 10^3}$$

La primera fórmula nos da el valor de la corriente nominal conocidos los Hp  
 La última fórmula nos da el valor de la potencia aparente del transformador, en función de los siguientes parámetros:

- Kva = Potencia aparente del transformador
- Hp = Potencia en caballos de fuerza que demanda el conjunto de trituración
- $\eta$  = Eficiencia promedio de los motores de inducción
- Fp = Factor de potencia medido en el alimentador de cada motor

Sustituyendo valores se tiene:

$$Kva = \frac{746 \times 943.50}{10^3 \times 0.80 \times 0.73} = 1205.22$$

Consideremos que por razones de aumento en la demanda, el transformador requiere un 25% de incremento en su capacidad total, por lo tanto:

$$Kva = 1205.22 \times 1.25 = 1506.52$$

Por el análisis anterior, el transformador para el conjunto de trituración Núm.5 debe tener una capacidad de 1500 Kva, 23Kv/440-254 Volts, suficiente para cubrir la demanda inicial de motores y accesorios, más la demanda futura por incremento de carga.

Se hace notar que este conjunto de trituración estaba trabajando en la Planta de Asfalto de Coyoacán, sus motores son los mismos, no son nuevos y llevan varias reparaciones de manera que su capacidad inicial y eficiencia original se han visto mermadas por razón de sus reparaciones y por ello se han considerado valores del 80 y 73% para la eficiencia y factor de potencia respectivamente.

Una vez definida la capacidad del transformador, la integración de esta subestación debe contener:

- Una acometida en el voltaje primario de distribución, equipada con cuchilla tripolar desconectadora de operación simultánea y sin carga.
- Las barras colectoras para energizar el transformador.

- Interruptor de protección y control para el transformador.
  - Un gabinete para acoplar el interruptor con el transformador
  - Un tablero acoplado al secundario del transformador.
- con interruptor general en baja tensión de 2500 Amp, tipo electromagnético, más ménsula de medición de voltaje y corriente.

El cálculo para definir la capacidad del interruptor general en baja tensión es aplicando la misma fórmula:

$$I_{T-500} = \frac{10^3 \times 1500}{\sqrt{3} \times 440} \times 1.25 = 2460.30 \text{ Amp}$$

Lo cual define que la capacidad del interruptor general en baja tensión debe ser de 2500 Amp tipo electromagnético tomándose un factor del 25% para sobre carga transitoria del transformador que tambien el interruptor sostenga.

- Un banco de capacitores automático cuya capacidad se define tomando en cuenta los 1200 Kva con un factor de utilización del 80% y llevando el factor de potencia del 73% a 95% con la siguiente formula:

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = Kw [\text{Tan}(\text{ACos}(Fp_1)) - \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_2))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 700 [\text{Tan}(\text{ACos}(0.73)) - \text{Tan}(\text{ACos}(0.95))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 425.28$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} \approx 420 K \text{ var}_{440V}$$

El valor comercial más cercano a 425.28 es 420 Kvar en 440 V equivalente a 500 Kvar en 480 V.

#### 4.- Subestación derivada para el conjunto de trituración Núm.7

La utilización de esta subestación es para suministrar energía al conjunto de motores eléctricos de inducción los cuales demandan 1170 Hp.

La demanda para esta subestación requiere el mismo cálculo sencillo para determinar la capacidad de su transformador.

Nos vamos directamente a la fórmula de cálculo para conocer la potencia aparente del transformador en función de los caballos de fuerza que demanda el conjunto de trituración y se tiene:

$$Kva = \frac{746Hp}{10^3 \eta x Fp} = \frac{746x1170}{10^3 x 0.80 x 0.78} = 1398.75$$

A esta capacidad nominal se debe sumar lo siguiente:

Kva iniciales	1398.75
Kva por incremento de carga (25%)	349.70
Kva para servicios varios y alumbrado	<u>225.00</u>
Gran total en Kva	= 1973.45

Los parámetros de eficiencia y factor de potencia determinados para los motores de este conjunto, son del 80 y del 78% respectivamente.

Por el análisis anterior, el transformador para el conjunto de trituración Núm.7 debe tener una capacidad de 2000 Kva., suficiente para cubrir la demanda inicial de motores y accesorios, más la demanda futura por incremento de carga, sin embargo por razones de funcionamiento y adaptabilidad de este conjunto7, con el conjunto 5, los Funcionarios de la Planta de Asfalto del D.D.F., encargados del proyecto mecánico y estructural para instalación de los conjuntos de trituración solicitaron que este conjunto Núm. 7 se manejara eléctricamente de manera que la quebradora primaria, su criba y accesorios pudieran operar independientes del resto del sistema para tener la posibilidad de alimentar la quebradora secundaria del conjunto 7, con la banda transportadora del conjunto 5 cuando, el primario del conjunto 7 estuviera en mantenimiento o fuera de servicio.

Por lo antes expuesto, la subestación para el conjunto de trituración Núm.7, se diseña dividida en dos secciones de las cuales, la primera tendrá bajo su control las quebradoras secundaria, terciaria y cuaternaria, sus equipos auxiliares y bandas transportadoras y la segunda sección tendrá bajo su control a la quebradora primaria, sus accesorios y bandas transportadoras.

La demanda para la primera sección es de 670 Hp y aplicando la fórmula de cálculo para potencia aparente obtenemos que son equivalentes a 1001.24 Kva ya considerando el consabido incremento futuro del 25%, un factor de potencia del 78% y la eficiencia del 80%.

Como verificación, se aplica la misma fórmula de cálculo a la demanda para la segunda y tercera sección que tienen un total de 425+75 = 500 Hp. La potencia total de este transformador es de:

$$Kva = \frac{746x500}{0.80x0.78x10^3} = 597.75$$

Considerando los demás factores se tiene:

Kva iniciales	597.75
Kva por incremento de carga (25%)	149.44
Kva para servicios varios y alumbrado	<u>225.00</u>
Gran total en Kva	= 972.20 para la sección 7.2

Por diseño, el transformador apropiado debe ser de 1000 Kva.

De esta manera, el transformador único que se había calculado con capacidad total de 2000 Kva, se divide en dos de 1000 Kva, 23Kv/440-254 Volts cada uno y con estas características se diseña la subestación quedando integrada con:

- Una acometida en el voltaje primario de distribución, equipada con cuchilla tripolar desconectadora de operación simultánea y sin carga.
- Las barras colectoras para energizar dos transformadores derivados.
- Los dos interruptores de protección y control para dos transformadores.
- Un gabinete para acoplar uno de estos interruptores con el transformador que pertenece a la secc.7.1 del conjunto de trituración Núm.7.
- Un tablero acoplado al secundario de cada transformador. equipado con interruptor general en baja tensión de 1600 Amp, tipo electromagnético, más ménsula de medición de voltaje y corriente.

El cálculo para definir la capacidad de los interruptores generales en baja tensión es aplicando la misma fórmula:

$$I_{sec} = \frac{10^3 \times 1000}{\sqrt{3} \times 440} \times 1.25 = 1640.20 \text{ Amp, por ser gemelos los conjuntos 7.1 y 7.2+7.3 se aplica en ambos la misma capacidad de interruptor general.}$$

- Un banco de capacitores automático para la primera sección cuya capacidad se define tomando en cuenta los 800Kva con un factor de utilización del 80% y llevando el factor de potencia del 80% a 95% con la siguiente formula:

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = Kw \left[ \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_1)) - \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_2)) \right]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 624 \left[ \text{Tan}(\text{ACos}(0.78)) - \text{Tan}(\text{ACos}(0.95)) \right]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 295.52$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} \approx 294 K \text{ var}_{440V}$$

El valor comercial más cercano a 295.52 es 294 Kvar en 440 V equivalente a 350 Kvar en 480 V.

- Un banco de capacitores automático para la segunda sección cuya capacidad se define tomando en cuenta los 600Kva con un factor de utilización del 80% y llevando el factor de potencia del 80% a 95% con la siguiente formula:

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = Kw [\text{Tan}(\text{ACos}(Fp_1)) - \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_2))] ]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 468 [\text{Tan}(\text{ACos}(0.78)) - \text{Tan}(\text{ACos}(0.95))] ]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 221.64$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} \approx 231 K \text{ var}_{440V}$$

El valor comercial más cercano a 221.64 es 231 Kvar en 440 V equivalente a 275 Kvar en 480 V.

#### 5.- Subestación derivada para conjunto de trituración 2 y 3.

Estas subestaciones derivadas deben suministrar energía para el conjunto de trituración N°2 el cual demanda 917 Hp en sus motores eléctricos de inducción cuantificados en el Cap.2.

Como en los conjuntos anteriores, lo primero es calcular la capacidad de cada transformador aplicando los Hp totales y la carga periférica que cada subestación debe abastecer y controlar.

Los parámetros de eficiencia y factor de potencia determinados para los motores de este conjunto, son del 80 y del 86% respectivamente.

$$Kva = \frac{746 \times 917}{10^3 \times 0.80 \times 0.86} = 994.30$$

A la capacidad nominal se le debe adicionar:

Kva nominales	994.30
Kva por incremento de carga (25%)	248.60
Kva para servicios varios y alumbrado	<u>10.00</u>
Gran total en Kva	= 1252.90

Por lo tanto la capacidad del transformador se define en 1250 Kva.

Aquí se considera que el conjunto de trituración N°2 y el conjunto N°3, son gemelos y su demanda en Hp es la misma, como se comprueba en las tablas de potencias del Cap.2.

Por lo anterior, el análisis ejecutado para el conjunto N°2, es aplicable al conjunto N°3 de manera que su transformador también es de la capacidad de 1250 Kva.

Una vez definidos los transformadores para ambos conjuntos, la integración para las dos subestaciones debe contener:

- Una acometida en el voltaje primario de distribución, equipada con cuchilla tripolar desconectadora de operación simultánea y sin carga.
- Las barras colectoras para energizar los transformadores derivados.
- El interruptor de protección y control para el transformador.
- Un gabinete para acoplar con el transformador
- Un tablero acoplado al secundario de cada transformador. equipado con interruptor general en baja tensión de 2000 Amp, tipo electromagnético, más ménsula de medición de voltaje y corriente.

El cálculo para definir la capacidad de los interruptores generales en baja tensión es aplicando la misma fórmula:

$$I_{\text{sec}} = \frac{10^3 \times 1250}{\sqrt{3} \times 440} \times 1.25 = 2050.25, \text{ por ser gemelos los conjuntos 2 y 3 se aplica en ambos la misma capacidad de interruptor general.}$$

- Un banco de capacitores automático cuya capacidad se define tomando en cuenta los 1000 Kva con un factor de utilización del 80% y llevando el factor de potencia del 86% a 95% con la siguiente fórmula:

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = Kw [\text{Tan}(\text{ACos}(Fp_1)) - \text{Tan}(\text{ACos}(Fp_2))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 860 [\text{Tan}(\text{ACos}(0.86)) - \text{Tan}(\text{ACos}(0.95))]$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} = 227.63$$

$$K \text{ var}_{\text{banco}} \approx 231.08 K \text{ var}_{440V}$$

El valor comercial más cercano a 227.63 es 231.08 Kvar en 440 V equivalente a 275 Kvar en 480 V.

#### 6.- Sistema de alumbrado perimetral.

Por la naturaleza de su instalación, este sistema no está controlado por subestación integral compacta, su instalación es a base de una línea aérea trifásica de 23 Kv tendida a lo largo del perímetro del predio siguiendo su configuración y topografía.

En este sistema se localizarán transformadores monofásicos de 23Kv-220/110 Volts y 25 Kva, cuya protección y control en el lado de alta tensión es a base de corta circuitos fusibles con elementos fusible tipo distribución.

Estos transformadores monofásicos alimentarán a los circuitos de baja tensión que quedarán dispuestos de manera tal que cada uno controlará automáticamente los luminarios instalados en cada uno de los postes de concreto, para tal fin se utiliza el arreglo especificado en la Norma de Distribución- Construcción - Lineas aéreas de la CFE 08 TR 11 modificando el voltaje secundario del transformador de 240/120 V a 220/110 V

#### **3.4 ARREGLO ELECTRICO DE LA SUBESTACION.-**

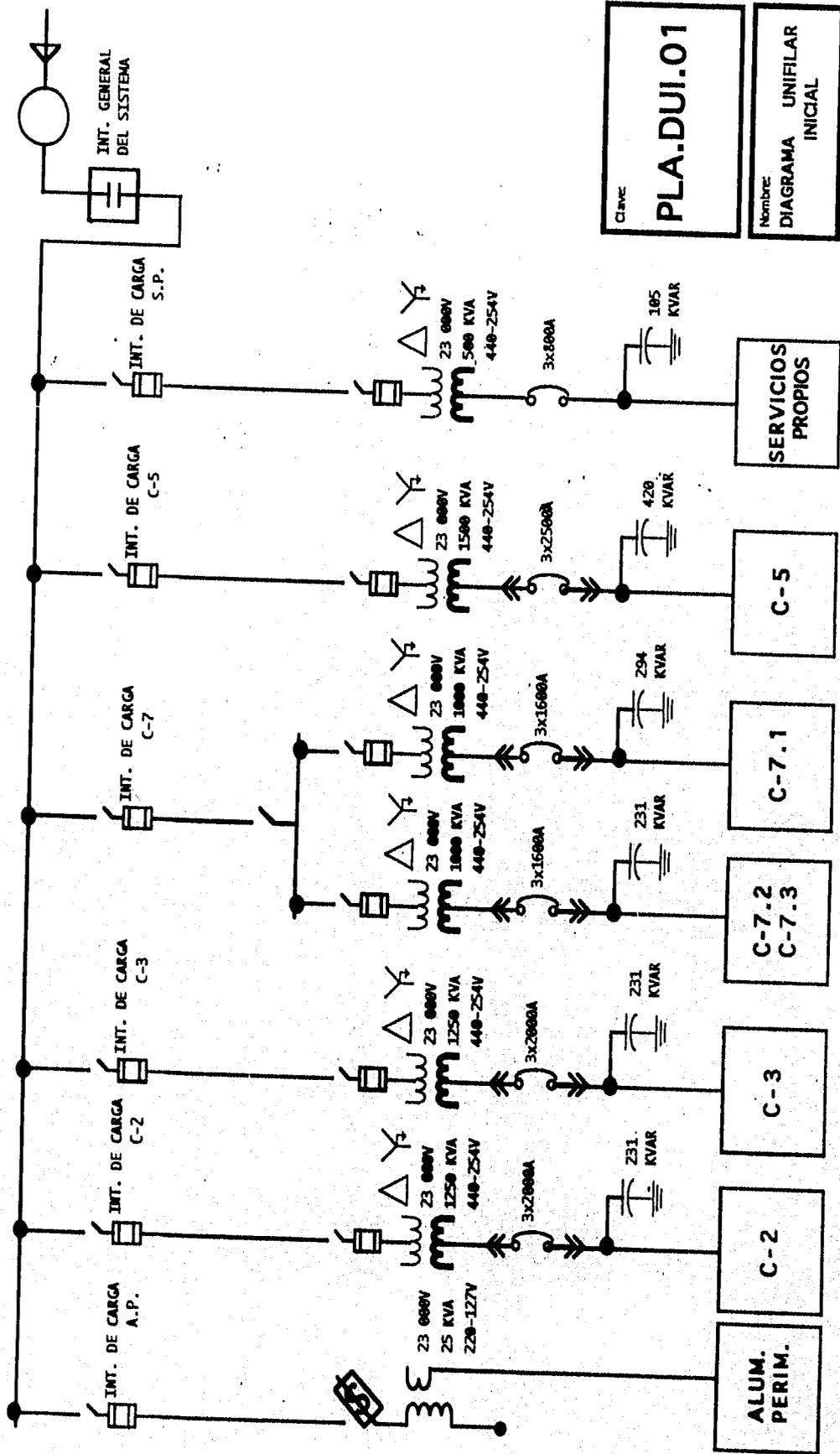
Ya se tienen definidos los elementos de las subestaciones y las capacidades de cada uno de los transformadores

El arreglo eléctrico de las subestaciones y del sistema de alumbrado perimetral, se configuran en el diagrama unifilar que integra las zonas de alta tensión y se muestra en:

Plano N° PLA.DUI.O1

#### **3.5 COORDINACION DE JUNTAS CON LA CLF.-**

- Se implementa una junta de trabajo con la CLF para considerar las posibilidades de contar con el alimentador en 23 Kv de la capacidad requerida para la carga instalada más el natural incremento en la demanda al estar en plena operación la nueva Planta Productora de Triturados Basálticos. Como complemento a esta solicitud se les muestra el diagrama unifilar elaborado para el arreglo eléctrico que se pretende manejar como matriz de desarrollo en el proyecto ejecutivo.



Clave: **PLA.DUI.01**

Nombre: **DIAGRAMA UNIFILAR INICIAL**

# ***CAPITULO IV***

## **DISPOSICION FISICA DE LOS ELEMENTOS**

- 4.1 Definición de recintos para subestaciones**
- 4.2 Detalles de obra civil**
- 4.3 Líneas aéreas**



## **CAPITULO CUARTO.- DISPOSICION FISICA DE LOS ELEMENTOS**

En el capítulo anterior se definieron las zonas eléctricamente identificables, las capacidades de los transformadores y la integración de las subestaciones.

En este capítulo quedará definido el sistema para alimentación en alta tensión de las subestaciones, su instalación y control, para lo cual integraremos este análisis en tres etapas principales:

### **Primera etapa.- Se definen recintos para alojar subestaciones.**

- Proyecto arquitectónico para las casetas de alojamiento

### **Segunda etapa.- Obras Civiles.**

- Detalles de construcción para recintos de subestaciones.

### **Tercera etapa.- Líneas Aéreas.**

- Alimentadores generales en alta tensión.

## **4.1 DEFINICION DE RECINTOS PARA SUBESTACIONES**

Se definen recintos para alojar subestaciones.-

En todo tipo de proyecto, el desarrollo definitivo depende de las necesidades y condiciones que el propietario o usuario imponga, de manera que este caso no es la excepción y como vimos en el Cap.2, es definitiva la opinión de los Funcionarios y Personal Técnico que estarán a cargo de la operación de la nueva Planta de Triturados Basálticos.

### **1.- Local para subestación Receptora.-**

El punto de localización para construir la caseta de la subestación receptora es obligado porque ahí debe conectar la CLF su acometida en 23 Kv y según sus Normas, recomiendan que el local debe quedar lo más cerca posible de la entrada al predio de manera que el tomador de lecturas para consumo de energía tenga el acceso sin la necesidad de penetrar hasta las zonas importantes de la Planta.

### **2.-Local para subestación de Servicios Propios.-**

En base a lo anterior y empezando por la zona de edificios administrativos, talleres, almacenes accesos y estacionamientos se localiza el sitio donde se debe construir el recinto para alojar la subestación de servicios propios con su transformador de 500 Kva.

### **3.-Local para subestación de Conjuntos de Trituración.-**

Para los conjuntos de trituración se propusieron las siguientes alternativas para localizar las casetas de alojamiento para subestaciones.

- Una caseta para cada subestación, cuatro en total localizadas a la cabecera de cada conjunto de trituración.

- Una caseta para cada subestación, cuatro en total localizadas en los entrecalles que forman la alineación de los conjuntos de trituración.
- Una caseta para cada dos subestaciones y localizadas en los entrecalles que forman la alineación de los conjuntos de trituración.

Primer caso.- No se admitió la propuesta porque colocar las casetas más o menos cercanas a cualquiera de sus extremos implicaba problemas de crecimiento longitudinal en el caso de construirlas en el extremo final y aumento en el grado de dificultad de maniobras para mantenimiento en el caso de construirlas en las cabeceras.

Segundo caso.- No se admitió la propuesta de localizarlas en los entrecalles porque implicaba en primer lugar aumentar considerablemente la distancia entre cada conjunto de manera que sus entrecalles serían mayores de 12.00 mts de ancho. Sin embargo, la razón más importante para no admitir una caseta de subestación para cada conjunto de trituración fue de carácter administrativo y de gasto real más que todo, porque el contruir cuatro casetas requería cuatro grupos de operadores mecánicos, eléctricos y auxiliares, multiplicados por dos turnos.

Tercer caso.- Lo anterior dejó definido que lo más rentable es adoptar el sistema de construir una caseta para cada dos subestaciones, localizadas en los entrecalles que forman la alineación de los conjuntos de trituración y con ello se requieren dos grupos de operadores de los cuales cada uno tiene bajo su responsabilidad un par de conjuntos de trituración.

Por acuerdo general y por indicaciones de la Planta de Asfalto del DDF, el arreglo definitivo queda como sigue:

La subestación **1.SE-REC.** receptora queda alojada en una caseta a la entrada del predio

La subestación **2.SE-SP** derivada para servicios administrativos queda alojada en una caseta junto al taller mecánico.

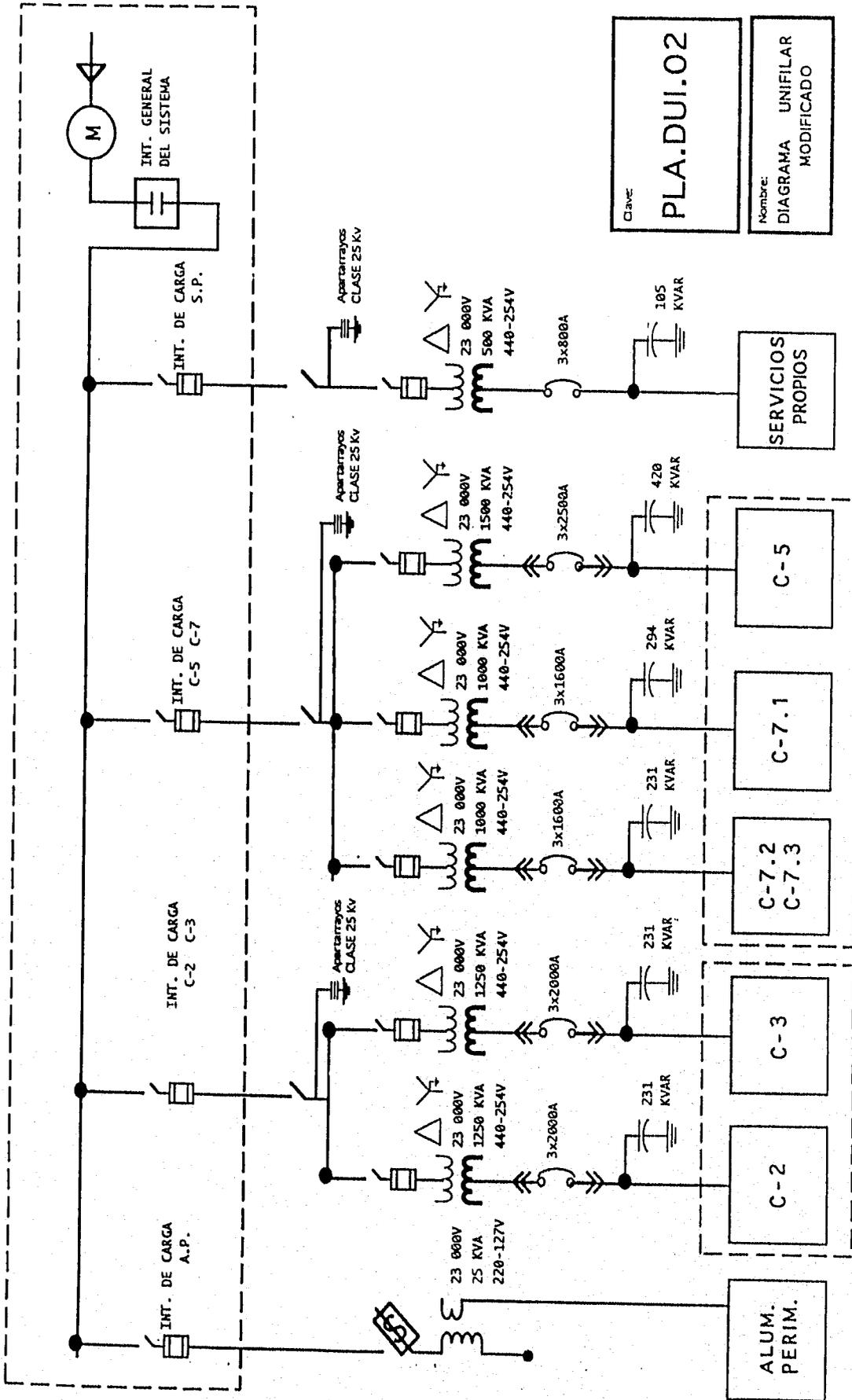
Las subestaciones **3.SE-C5/C7** derivadas del conjunto N°5 y 7 quedan alojadas en una misma caseta que será localizada a un costado del conjunto N°7.

Las subestaciones **4.SE-C2 /C3** derivadas del conjunto N°2 y 3 quedan alojadas en una misma caseta que será localizada a un costado del conjunto N°2.

Teniendo la definición de la disposición del equipo en las casetas se vuelve a trazar el diagrama unifilar y se muestra en:

Piano N° PLA.DUI.02 Diagrama Unifilar

Definido lo anterior, se procede al diseño arquitectónico, estructural y de funcionamiento de las casetas que ahora son dimensionables porque ya se conocen los esquemas de integración y acomodo de subestaciones, transformadores y tableros generales de baja tensión.



Clave  
**PLA.DUI.02**

Nombre:  
 DIAGRAMA UNIFILAR MODIFICADO

## **4.2 DETALLES DE OBRAS CIVILES**

- Detalles de construcción para recintos de subestaciones.

En los planos topográficos del predio queda definida la localización y posición de cada una de las zonas que se han identificado para ser servidas por la subestación que les corresponde y basados en eso, se localizan las casetas que alojarán el equipo. Una vez localizado cada uno de los puntos para su construcción, se procede al diseño de las mismas, buscando que cada una cumpla específicamente con su necesidad, para lo cual hay que enlistar y definir todos los detalles de construcción importantes para que sean incluidos en el proyecto de obra civil de cada local. Este listado se hará en dos partes, la primera con conceptos que deberán ser aplicados a todos los locales, y la segunda con detalle particular para cada uno de los locales.

### **Detalles generales a considerar en el proyecto de obra civil:**

1.- Diseñar las casetas para alojar equipo con los siguientes elementos: Subestación receptora y servicios propios con un solo salón; Subestación Conjunto 5 y 7 y Conjunto 2 y 3, serán similares con un salón para alojar equipo, recinto para operador y vigilante, taller mecánico y almacén.

2.- Diseñar con un nivel de 1.00 mts de terreno natural a piso terminado para poder manejar en este espacio trincheras y registros, evitar posibles inundaciones del local, manejar el equipo desde las plataformas de los vehículos que los transporten, y poder instalar los bancos de tierra.

3.- Los acabados de los pisos, trincheras y registros deberán ser pulidos para evitar posibles daños a los conductores.

4.- Las bases de los equipos deberán ser de 10.00 cms sobre nivel de piso terminado, observando en cada caso particular algún requerimiento en resistencia de la misma base.

5.- Los materiales para acabados deberán ser, por condiciones propias del terreno y producción de la Planta de poco mantenimiento evitando superficies rugosas para evitar acumulación de polvo.

6.- Los accesos deberán ser lo suficientemente anchos para poder manejar la entrada y salida del equipo para instalación y mantenimiento.

7.- Las ventilaciones del local tomando en cuenta la gran cantidad de polvo en el ambiente.

8.- La Planta de Asfalto solicita que los techos sean de una sola agua con una pendiente de 20% lo cual se especificará con la altura menor igual a la altura mayor más 30.00 cm de los equipos por alojar.

9.- Espacio libre para circulación del personal de mantenimiento entre los gabinetes y muros.

**Detalles particulares a considerar en el proyecto de obra civil en cada local.**

1.- Subestación receptora.

**1.SE-REC**

El equipo a instalar en esta subestación es el siguiente:

- Gabinete para acometida con medición.
- Gabinete para cuchillas trifásica de operación sin carga.
- Gabinete para interruptor principal de 23 KV
- 4 Gabinetes para interruptor derivado de 23 KV
- Trinchera para conexión de interruptores y ductos para salida a registros de servicios.
- Registro de acometida.

Para la disposición física de los elementos y sus dimensiones consultar plano N° PLA.05-Subestación Receptora.

2.- Subestación de Servicios Propios

**2.SE-SP**

La Planta de Asfalto ordena se instale una planta generadora de emergencia. La que tienen disponible es 1320 KW a 440 V.

Este equipo es de alta vibración y de gran carga concentrada por lo cual requiere de una cimentación adecuada a sus condiciones de trabajo y peso.

El equipo a instalar en esta subestación es el siguiente:

- Gabinete para acometida y cuchilla de servicio.
- Gabinete para interruptor principal de 23 KV
- Gabinete para acoplar transformador.
- Transformador de 500 KVA.
- Interruptor General de 800 A, 440 V en tablero auto soportado.
- Interruptor General de 800A, 440 V para planta de emergencia.
- Gabinete de transferencia automática para planta de emergencia.
- Planta de Emergencia y sus accesorios.
- Banco de Capacitores
- Trinchera para conexión de interruptor y acometida
- Ductos para salidas a registros de servicios.

**NOTAS**

1. ESTE PROYECTO HA SIDO ELABORADO DE ACUERDO A LA LEY DE PROMOCION DEL TURISMO Y DEL COMERCIO EXTERNO, EN ESPECIAL A LA LEY DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10, EN EL MARCO DE LA POLITICA NACIONAL DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10.
2. EL PROYECTO HA SIDO ELABORADO DE ACUERDO A LA LEY DE PROMOCION DEL TURISMO Y DEL COMERCIO EXTERNO, EN ESPECIAL A LA LEY DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10, EN EL MARCO DE LA POLITICA NACIONAL DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10.
3. EL PROYECTO HA SIDO ELABORADO DE ACUERDO A LA LEY DE PROMOCION DEL TURISMO Y DEL COMERCIO EXTERNO, EN ESPECIAL A LA LEY DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10, EN EL MARCO DE LA POLITICA NACIONAL DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10.
4. EL PROYECTO HA SIDO ELABORADO DE ACUERDO A LA LEY DE PROMOCION DEL TURISMO Y DEL COMERCIO EXTERNO, EN ESPECIAL A LA LEY DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10, EN EL MARCO DE LA POLITICA NACIONAL DE FOMENTO DEL TURISMO, EN SU ARTICULO 10, Y A LA LEY DE FOMENTO DEL COMERCIO EXTERNO, EN SU ARTICULO 10.

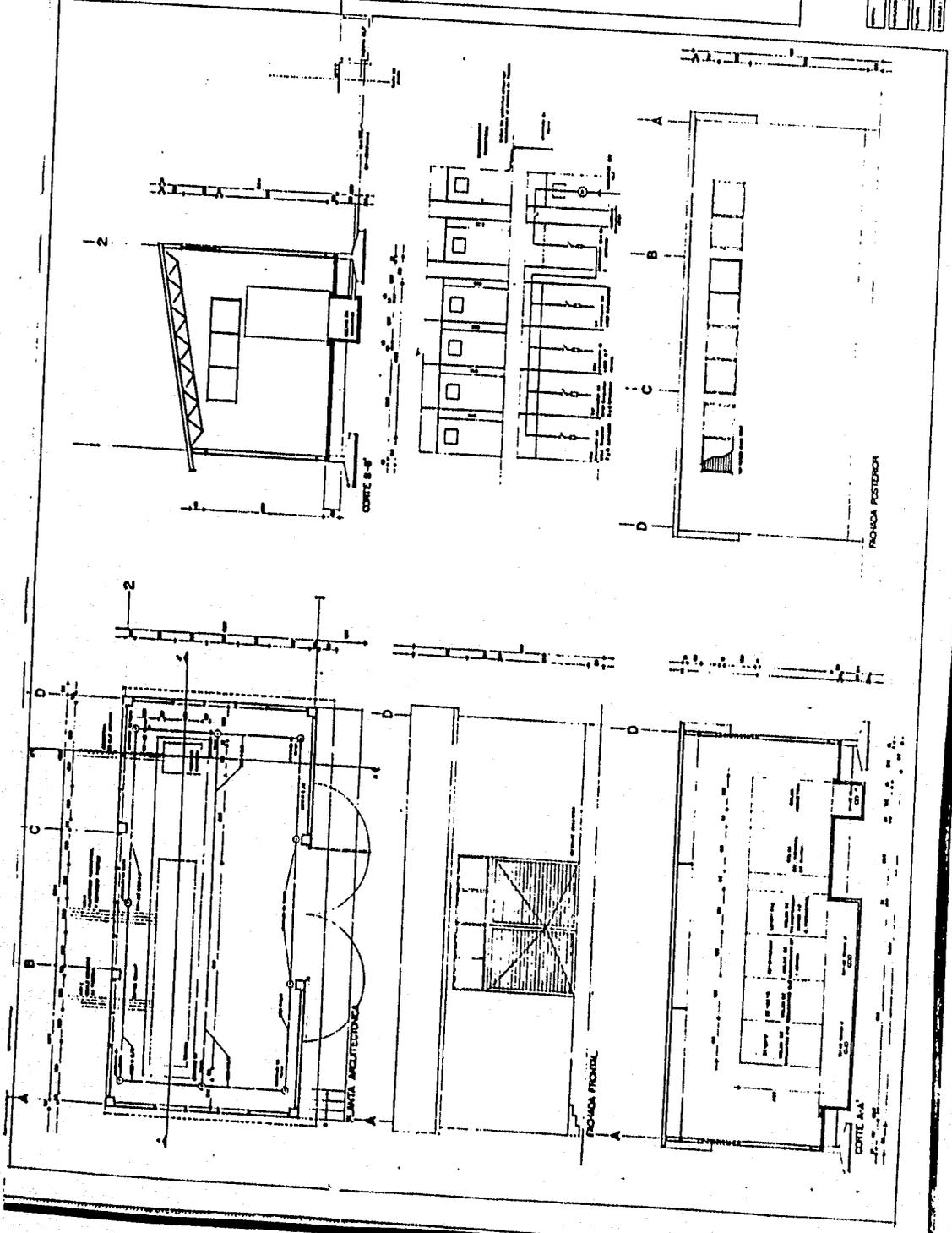
**CONVENCIONES DE LINEAS Y SIMBOLOS**

Las líneas sólidas representan los muros y las líneas punteadas representan los ejes de simetría y las líneas de corte.

Los símbolos indican la ubicación de las puertas y ventanas.

PLANTA DE PARTICIONES BARRIORES	
SEGUN EL PLAN CATASTRAL COMUNAL Y DEPARTAMENTAL	
MUNICIPALIDAD DE SANTA ANA	
CALLE 10 N.º	

**PLA.05**



Para la disposición física de los elementos y sus dimensiones consultar plano N° PLA.06-Subestación Servicios Propios

### 3.- Subestación de Conjuntos 5 y 7

#### **3.SE-C5/C7**

El diagrama unifilar definitivo considera agrupar estas subestaciones en un mismo local, por lo tanto se rediseña la disposición física de gabinetes y queda de la siguiente manera:

- Gabinete para acometida y cuchilla de servicio.
- 3 Gabinetes para interruptor de 23 KV.
- Gabinete para acoplar transformador.
- Transformador de 1500 KVA, 23000/440-254 V
- 2 Transformadores de 1000 KVA, 23000/440-254 V
- Interruptor General de 2500 A, 440V. autosoportado
- 2 Interruptores Generales de 1600 A, 440 V autosoportados
- Centro de Control de Motores del conjunto N°5
- Centro de Control de Motores del conjunto N°7 en 3 secciones
- 3 Bancos de capacitores.
- Transformador de 75 KVA, 440/220-127V
- Trinchera para paso de alimentador en Alta tensión para SE.C2/C3
- Trinchera para conexión de Interruptor y acometida
- Ductos para salidas a registros de servicios.
- Tablero Subgeneral para servicios.
- Gabinete de transferencia automática para planta de emergencia.

Para el conjunto de trituración N°5 se ordena la instalación de planta generadora de Emergencia similar a la anterior de 1350 Kw y por razones de vibración y ruido esta planta generadora se instala en local adjunto al de esta subestación.

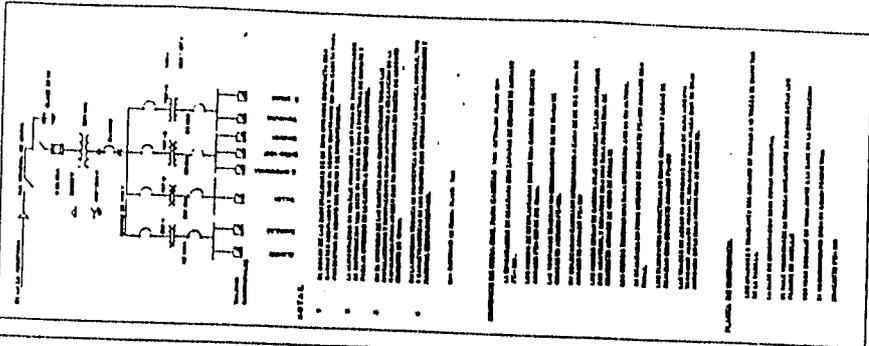
Para la disposición física de los elementos y sus dimensiones consultar plano PLA.07 y PLA.07 ' -Subestación Conjuntos 5/7 y 2/3

### 4.- Subestación de Conjuntos 2 y 3

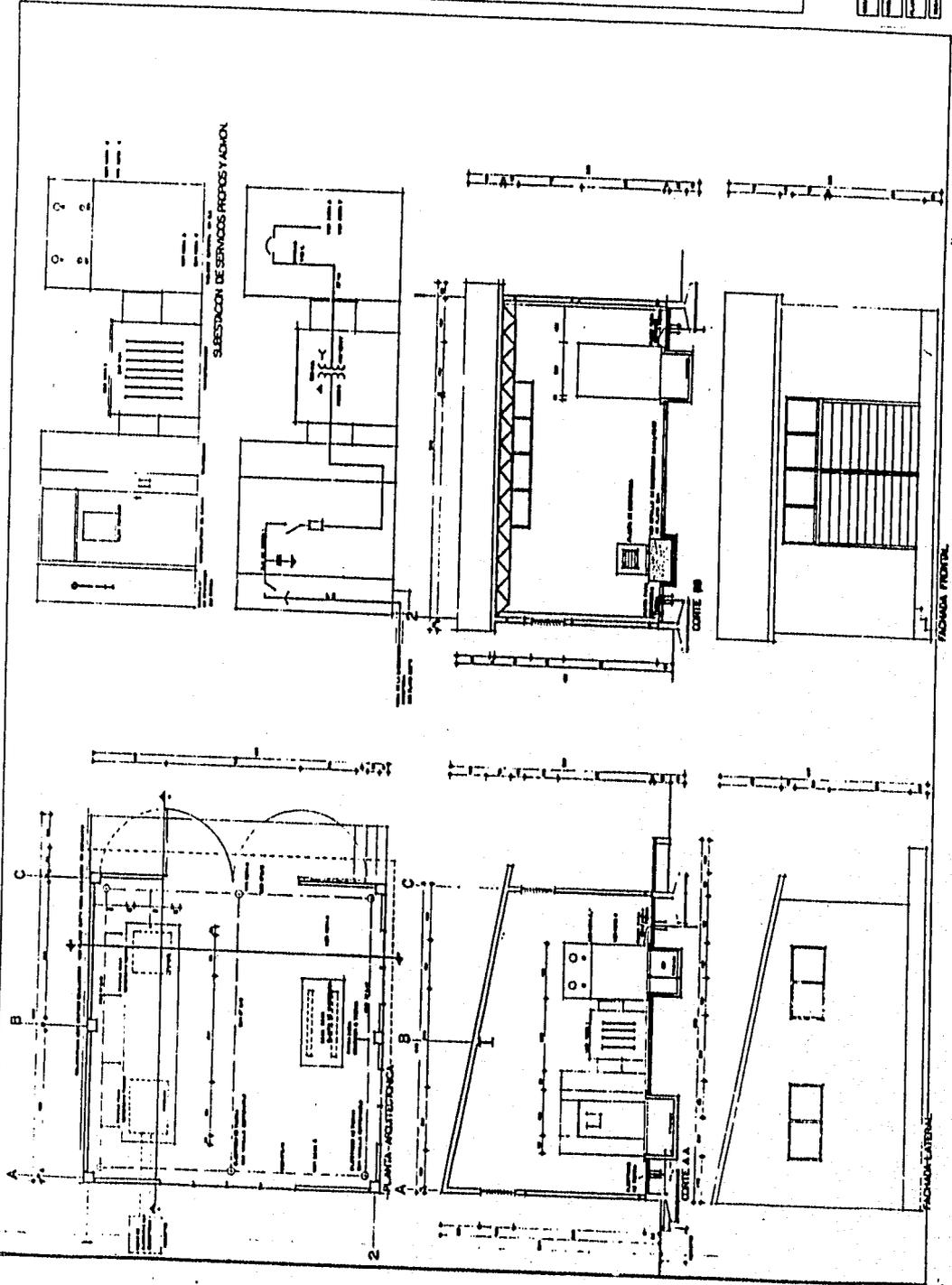
#### **4.SE-C2/C3**

El diagrama unifilar definitivo considera agrupar estas subestaciones en un mismo local, por lo tanto se rediseña la disposición física de gabinetes y queda de la siguiente manera

- Gabinete para acometida y cuchilla de servicio.
- 2 Gabinetes para interruptor de 23 KV
- Gabinete para acoplar transformador.



PLANTA DE SERVICIOS AUXILIARES	
DE ALTA TENSION (MOTORES Y GENERADORES)	
MANTENIMIENTO DE SERVICIOS AUXILIARES	
PLANTA: 06	PLANTA: 06

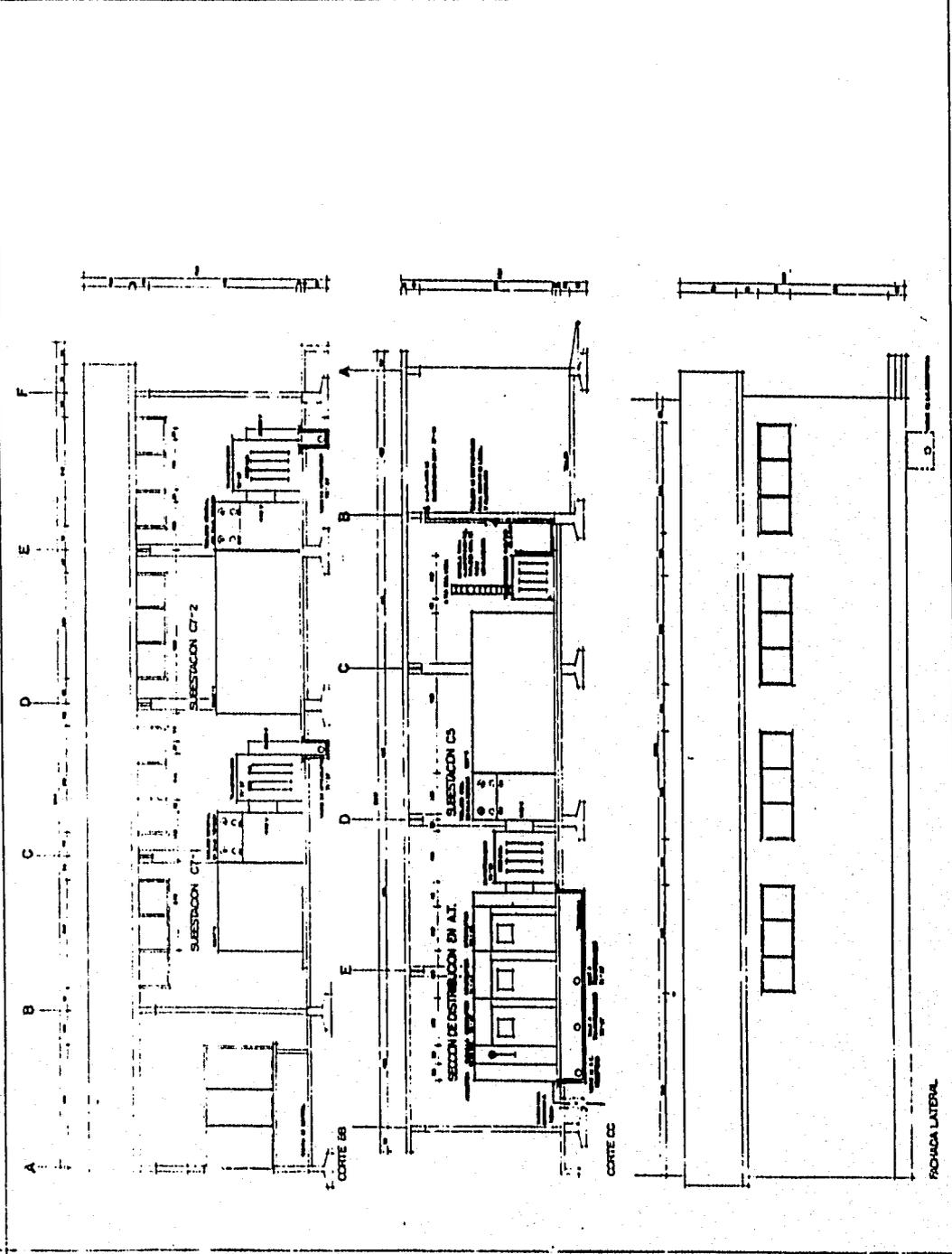




NOTAS

1. Este plano es un croquis preliminar de una planta de un edificio de oficinas. El propietario se reserva el derecho de modificarlo en cualquier momento sin previo aviso. Este croquis no debe utilizarse para fines de construcción o para obtener permisos de construcción. El propietario se reserva todos los derechos de autor y de propiedad intelectual. Este croquis es propiedad de la firma de arquitectura y no debe ser reproducido, copiado, distribuido o utilizado de ninguna manera sin el consentimiento escrito de la firma de arquitectura. Este croquis es un documento confidencial y su divulgación a terceros sin el consentimiento escrito de la firma de arquitectura puede resultar en acciones legales. Este croquis es un documento confidencial y su divulgación a terceros sin el consentimiento escrito de la firma de arquitectura puede resultar en acciones legales. Este croquis es un documento confidencial y su divulgación a terceros sin el consentimiento escrito de la firma de arquitectura puede resultar en acciones legales.

PLA.07	
PROYECTO	PLANTA DE UN EDIFICIO DE OFICINAS
CLIENTE	CONDOMINIO RESIDENCIAL BTT / P70
FECHA	15/05/2024
HOJA	1 DE 1



FACHADA LATERAL

- 2 Transformadores de 1500 KVA, 23000/440-254 V
- 2 Interruptores generales de 2000 A ,440V autosoportados
- Centro de Control de Motores del conjunto N°2
- Centro de Control de Motores del conjunto N°3
- 2 Bancos de capacitores.
- Transformador de 225 KVA 440/220V-127V
- Tablero Subgeneral para servicios.
- Tablero Subgeneral para alumbrado exterior.
- Trinchera para conexión de interruptor y acometida
- Ductos para salidas a registros de servicios.

La disposición de esta la subestación de Conjuntos 5 y 7 se repite para la subestación de Conjuntos 2 y 3 con la diferencia de que que no hay 2 secciones de alta tensión y se elimina un gabinete con interruptor.

#### 4.3 LINEAS AEREAS.

- Alimentadores generales en alta tensión.

La tercera etapa principal de este capítulo es el diseño de los alimentadores generales en alta tensión para energizar cada una de las subestaciones con voltaje primario de 23Kv.

Ya se tiene la localización física dentro del predio para los recintos de alojo de subestaciones, tanto la receptora como las derivadas. Esto implica que por su longitud y por la topografía del terreno, el diseño de los alimentadores generales en alta tensión debe estar basado en la utilización de líneas aéreas soportadas en estructuras eléctricas especializadas para tal efecto y son las que la CFE tiene normalizadas para electrificación rural que manejan redes de distribución, líneas de subtransmisión, alumbrado público, alimentadores para sistemas rurales y de riego.

El punto de partida de cada uno de los alimentadores en 23 Kv es la subestación receptora desde la cual quedarán energizados y su punto de llegada es la subestación alojada en las casetas definidas en la primera etapa de este capítulo.

Alimentador	Sale de	Llega a caseta de	Longitud
Alumbrado perimetral	1.SE.Rec	Recorre Perimetro	6500 mts
Servicios Propios	1.SE.Rec	2.SE-SP	650 mts
Conjunto Trit.N°5-7	1.SE.Rec	3.SE-C5/C7	800 mts
Conjunto Trit.N°2-3	1.SE.Rec	4.SE-C2/C3	750 mts

El diseño de la líneas aereas se basa en los siguientes 9 puntos:

- 1.- Localización y trazo de la trayectoria de cada alimentador.
- 2.- Especificación del tipo y resistencia mecánica de postes.
- 3.- Especificación del tipo de estructuras con módulo de herrajes y materiales.
- 4.- Especificación del tipo de retenidas con módulo de herrajes y materiales.

- 5.- Especificaciones del sistema de tierra en líneas aéreas de distribución.
- 6.- Definir características de transformadores para montaje en poste.
- 7.- Definir características de cortacircuitos para montaje en poste.
- 8.- Definir características de apartarrayos para montaje en poste.
- 9.- Preparación del terreno y excavación para empotramientos.

#### **1.- Localización y trazo de la trayectoria de cada alimentador.-**

El trazo para líneas primarias de distribución tipo rural no requiere de un levantamiento topográfico de gran exactitud a base de curvas de nivel y perfiles, porque este tipo de líneas generalmente se construye con referencias a carreteras, caminos vecinales, cercas de predios o alineamiento de caseríos y teniendo siempre en cuenta la localización de los servicios por alimentar.

Para el caso de la Planta Productora de Triturados, estas sencillas reglas son aplicables y la referencia general para el trazo de todos los alimentadores en alta tensión será la cerca perimetral del predio, pero tomando en cuenta las condiciones más notables del terreno como son los desniveles del terreno y los obstáculos naturales. Además, para optimizar su construcción, se trazará con la mínima longitud posible, para lo cual se toman en cuenta los siguientes puntos:

Minimizar número de deflexiones y utilizar al máximo los tramos rectos.

Considerar acceso a lo largo de la línea para facilitar su construcción, operación y mantenimiento.

Evitar obstáculos como árboles, edificios, líneas de baja tensión y de comunicación.

Respetar el trazo para evitar que se construya en terreno de particulares.

Determinar puntos obligados para distribuir tramos interpostales, por deflexiones y desniveles de terreno.

Prever impactos a la postería no llevando el trazo por donde las condiciones de tráfico de maquinaria y equipo sean adversas.

Prever la instalación de equipo de desconexión y conexión para seccionamiento de la línea y facilitar su operación y mantenimiento.

Considerando cada uno de estos factores se procede al trazo general de la línea y al estacado en su trayectoria para localización de postería.

## 2.- Especificación del tipo y resistencia mecánica de postes

Definido el trazo para la trayectoria de cada alimentador, el siguiente paso es especificar los tipos de postes que se utilizarán como soporte de las estructuras eléctricas.

La Norma CFE (05 00 04, inciso 1) para distribución a la letra dice - "Para estructuras de líneas aéreas primarias de 13 a 33 Kv, se debe utilizar como mínimo postes de concreto de 11.00 Mts".

En base a esta Norma, se analizan los tipos de poste que se fabrican para determinar cuales son los modelos adecuados para instalar y que cumplan con los requisitos eléctricos, de esfuerzo mecánico y de seguridad para el personal de mantenimiento y operación.

Para conocer todas las opciones se consulta la siguiente tabla de la Norma CFE I.5.0. de especificaciones para construcción de CFE:

Designación del poste	Longitud total (m)	Empot (m).	Diam Sup mm	Diam Inf mm	Resist Kg	Peso Kg
C7-600	7.00	1.80	174	279	600	550
C9-450	9.00	1.40	150	285	450	670
C11-500	11.00	1.60	150	315	500	910
C11-700	11.00	1.60	150	315	700	950
C13-600	13.00	1.80	150	345	600	1400

Los factores determinantes considerados en las Normas CFE de Distribución y construcción 02 00 03 al 07 para la selección de postes de concreto que deben soportar estructuras eléctricas para 23 Kv son:

- Altura mínima de conductores a caminos y calles 7.00 m
- Separación horizontal entre conductores a mitad del claro 0.45 m
- Separación vertical entre conductores para doble circuito 1.00 m
- Separación de conductores a superficies verticales 2.50 m
- Separación de conductores a elementos de su estructura 0.148 m
- Separación vertical entre conductores de alta tensión y conductores de baja tensión instalados en una misma estructura que contiene retenidas, hilos de guarda, neutro corrido, fases de distribución y acometidas. 1.20 m

Factores determinantes considerados en las Normas CFE de Distribución y construcción de la 02 00 03 al 07 y 04 HO 03 para seleccionar el poste que debe soportar estructuras de doble circuito.

Altura mínima al hilo neutro corrido por Norma es de 5.5 m pero	
La Planta de Asfalto solicita que sea de	7.10 m
Altura desde hilo neutro hasta la cruceta de circuito uno	1.20 m
Altura desde primera cruceta hasta la cruceta de circuito dos	1.00 m
Altura desde segunda cruceta hasta punta de poste	0.20 m
Empotramiento	<u>1.80 m</u>
total	11.20 m

Por lo tanto, el poste considerado debe ser el **C13-600** para estructuras que deban soportar doble circuito y un hilo neutro corrido.

Se repite el análisis para determinar el poste que debe soportar estructuras con circuito sencillo en alta tensión y red de distribución en baja tensión

Altura mínima a la red de distribución en baja tensión por	
Norma es de 5.5 m pero la Planta de Asfalto solicita que sea de	7.10 m
Altura desde la RD hasta la cruceta de conductores en AT	1.20 m
Altura desde la cruceta de AT hasta punta de poste	0.20 m
Empotramiento	<u>1.80 m</u>
Total =	10.30 m

Por lo tanto, el poste considerado debe ser el **C11-500** para estructuras que deban soportar circuito sencillo con conductor ligero de cobre cal N° 2, Y cal N°1/0 y 3/0 de aluminio con red de distribución en baja tensión y el poste **C11-700** para estructuras iguales a la anterior solo que con conductor pesado.

La especificación técnica de estos postes debe cumplir en todas sus características con la Norma de especificaciones N° CFE 1.5.0 para postes de concreto sección ortogonal, la cual exige que los postes fabricados bajo esta Norma deben ser acabados en el color natural del concreto en toda su superficie, libre de porosidades, deformaciones y superficies irregulares.

Especifica que el acero de refuerzo para la fabricación del poste debe ser de grado duro Norma ASTM-15-58 con esfuerzo admisible de trabajo a la tensión de 2000 Kg/cm<sup>2</sup>, este acero de refuerzo debe estar libre de óxido suelto, lodo, aceite y cualquier otro elemento que impida, destruya o reduzca su adherencia al concreto y las varillas longitudinales serán de una sola pieza a lo largo del poste, pero cuando sea imprescindible hacer traslapes estos deben ser estrictamente uno solo por varilla, serán de una longitud de 40 diámetros y no se admiten postes con más del 25% de varillas traslapadas.

Especifica que el concreto debe ser fabricado para cada poste con agregado grueso a base de grava triturada de 19 mmø (3/4"ø), agregado fino a base de arena natural de mina o de río y no deberá contener impurezas orgánicas ni sales, el concreto obtenido debe tener una resistencia mínima de  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días después de colado si se utiliza cemento portland fraguado normal o la misma resistencia a los 7 días si se emplea cemento de fraguado rápido. El empleo de aditivos para concreto será válido en la proporción especificada para estos

productos y queda estrictamente prohibido utilizar acelerantes para el fraguado del concreto.

### **3.- Especificación del tipo de estructuras con módulo de herrajes y materiales.**

Para la selección de estructuras primarias se toman en cuenta los siguientes lineamientos:

- El voltaje de utilización es de 23 Kv
- El sistema de distribución es de 3 fases, 3 hilos
- Se utilizará un hilo como neutro corrido
- Las distancias interpostales serán menores de 65.00 mts.
- Las estructuras eléctricas se soportarán en postes C13-600 y C11-500

La distancia interpostal se justifica con la Norma CFE para distribución (05 00 01, inciso 3) que a la letra dice - "tramos cortos son los menores a 65.00 mts y tramos largos son los mayores a 65.00 mts de distancia interpostal y los primeros se construyen en zonas urbanas y los segundos en zonas rurales".-

En el caso de la Planta Productora de Triturados, se consideran únicamente tramos cortos aunque se haya manejado como zona rural por razón que las distancias desde la subestación receptora hasta la subestación derivada más alejada es menor de 500 mts y con este estado de cosas, las condiciones de diseño de su red de distribución y los alimentadores generales en alta tensión que salen de la subestación receptora para cada una de las subestaciones derivadas quedan de la siguiente manera:

- Estructuras de circuito sencillo para línea de alumbrado perimetral
- Estructuras de circuito sencillo para subestación 2.SE-SP
- Estructuras de doble circuito para subestacion 3.SE-C5 /C7
- Estructuras de doble circuito para subestaciones 4.SE-C2/C3

Esto define la utilización de los diferentes tipos de estructuras eléctricas normalizadas por la CFE y complementado con visitas al terreno se formula la relación de los tipos de estructuras que serán utilizadas:

- Estructura tipo "T"
- Estructura tipo "Especial"
- Estructura tipo "R"
- Estructura tipo "A"
- Estructura tipo "D"
- Estructura tipo "V"

Las Normas CFE que se han citado, se están aplicando con algún cambio válido por razón de diseño de estructuras para ser utilizadas con doble circuito y el cambio más notable es que en estructuras adaptadas para doble circuito, la distancia interpostal será de  $45.00 \pm 10\%$  mts. promedio porque además se debe buscar la modulación que marca la Norma CFE 05 00 01 inciso N°10 que a letra dice -"Las líneas se deben construir con un tramo promedio del 98% del tramo máximo"- y la altura de los postes de concreto será de 13.00 mts con una resistencia de 600 Kg para garantizar que los postes trabajen a los esfuerzos de compresión y flexión, pero no a la torsión.

Con lo anterior ya se tienen todos los elementos que son necesarios para integrar las estructuras y para ello se hace una breve descripción de los tipos que se han seleccionado y su utilización, además se complementa la descripción con su respectivo dibujo donde se muestra la disposición de conductores y herrajes que cada estructura necesita..

#### **Estructura tipo "T"**

Se utiliza en líneas de distribución urbanas y rurales para soportar conductores de líneas primarias sin absorber el esfuerzo de su tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o por pequeñas deflexiones.

Las estructuras de esta categoría seleccionadas para este proyecto en sistema de 3 fases, 3 hilos con neutro corrido son:

Descripción:	Clave	Dibujo
Tangencial, circuito sencillo, neutro corrido, 3 fases 3 hilos	TS3N	Fig.1
Tangencial, circuito sencillo con transformador en poste	TS3N/T	
Tangencial, doble circuito, 6 fases 6 hilos, neutro corrido	TDC6N	Fig.2

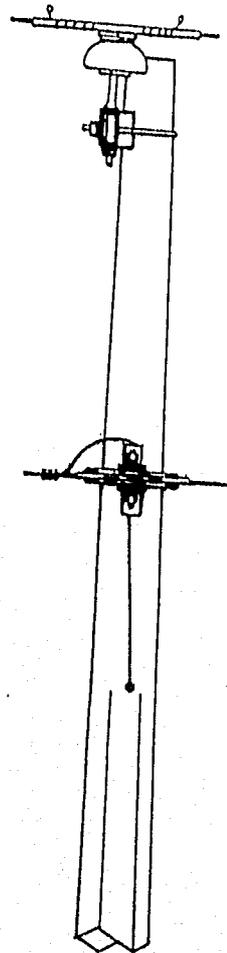
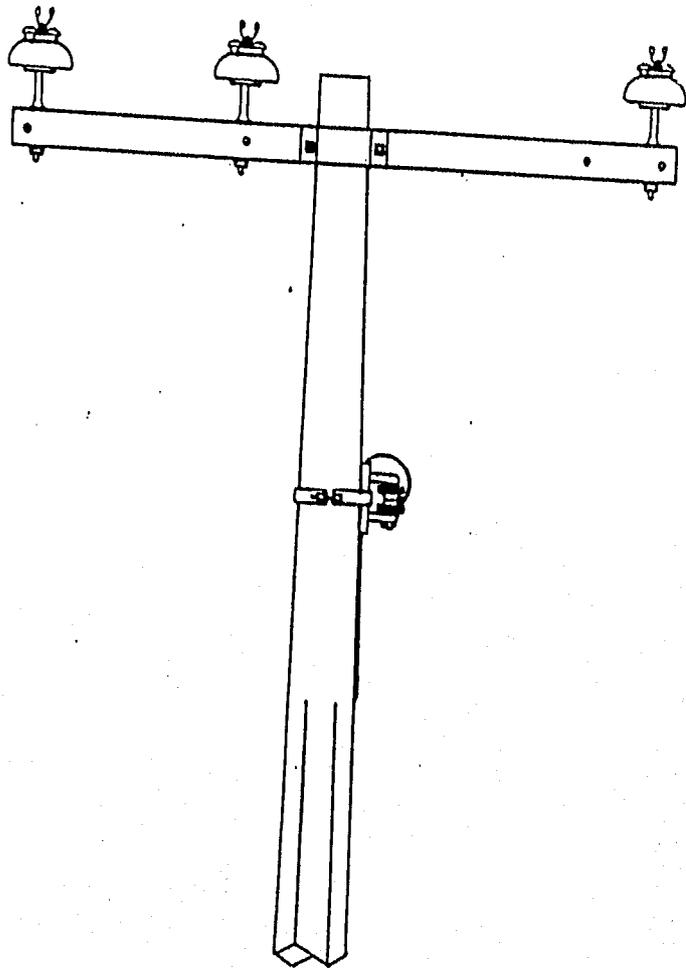
#### **Estructura tipo "Especial"**

Las variantes sobre la estructura básica tipo "T" que serán utilizadas para armar el sistema de distribución de la Planta Productora de Triturados son de las llamadas especiales porque tienen las mismas características de las tipo "T", pero su utilización es muy definida.

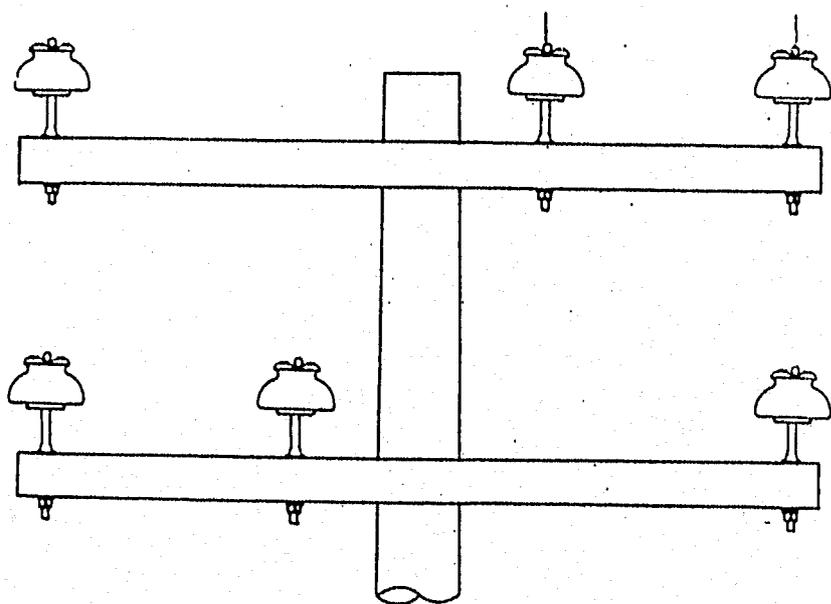
Descripción:	Clave	Dibujo
Transición para cambio de línea aérea a subterránea	TRA30	Fig.3 A
Acometida subterránea para doble circuito	TAC30	Fig.3 B

#### **Estructura tipo "R"**

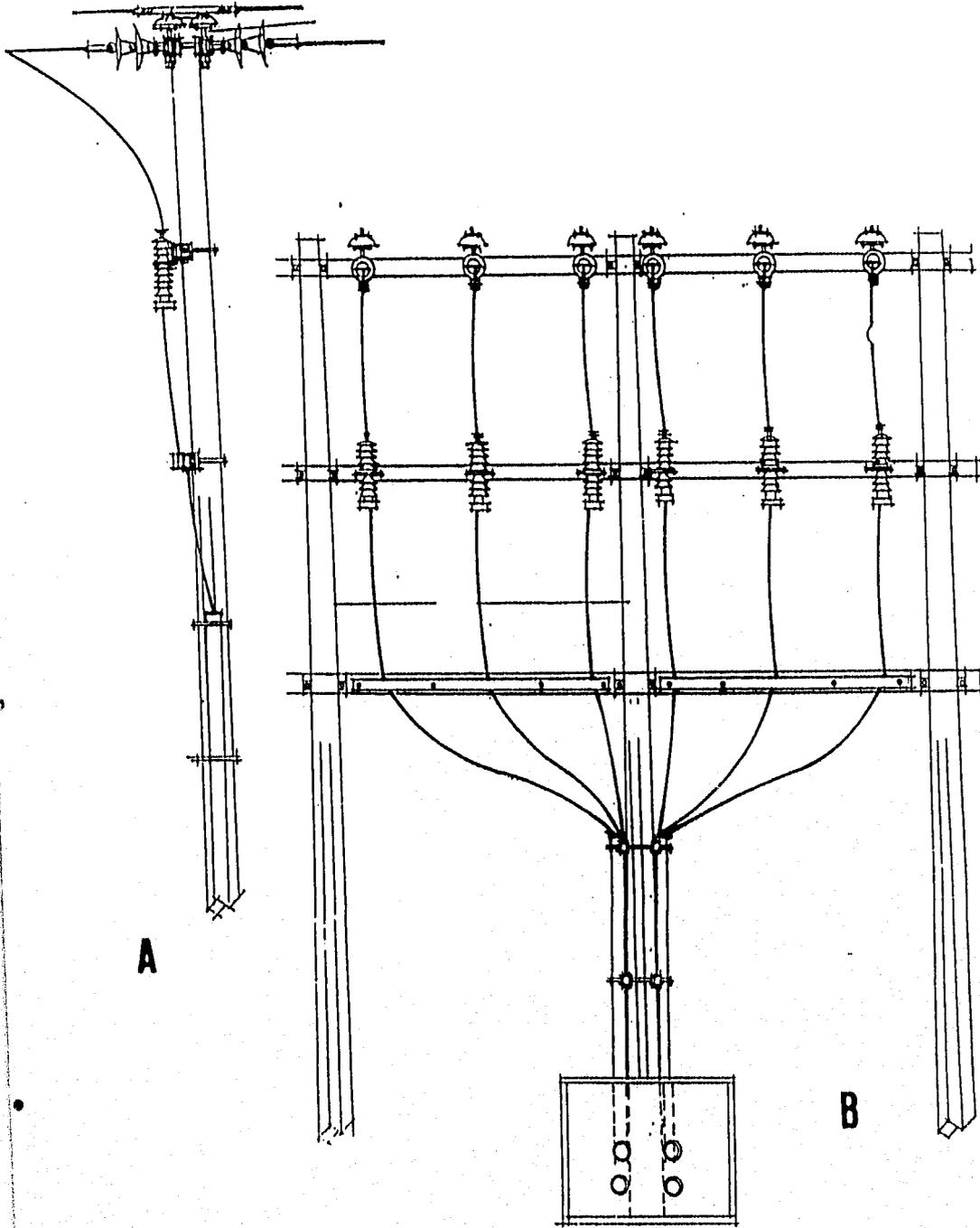
Se utiliza en líneas de distribución urbanas y rurales para rematar los conductores donde principia o termina la línea y la separación de las fases se hace



**FIGURA N° 1**



**FIGURA N° 2**



**FIGURA N° 3**

con cruceta PR que tiene una resistencia de trabajo de 430 Kg de carga vertical y 845 Kg de carga horizontal, medidas ambas en el extremo de la cruceta y estando esta fija en su centro.

Descripción:	Clave	Dibujo
Remate, cruceta sencilla, 3 fases 3 hilos, neutro corrido	RS3N	Fig.4
Remate, cruceta doble, 3 fases 3 hilos, neutro corrido	RD3N	Fig.5
Remate, doble cruceta, 3 fases, más deflexión a 90°,3F	RD30/RD3	Fig.6

#### **Estructura tipo "A"**

Es una estructura de anclaje que se utiliza en líneas de distribución urbanas y rurales para aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta y los conductores se rematan directamente en el poste.

La estructura de anclaje es ideal para cambiar de conductor o absorber deflexiones no muy fuertes en el mismo nivel y si hay deflexión en la línea, la cruceta debe quedar en la bisectriz del ángulo que formen los conductores.

Descripción:	Clave	Dibujo
Anclaje doble cruceta, 3 fases, N. corrido	AD3N	Fig.7

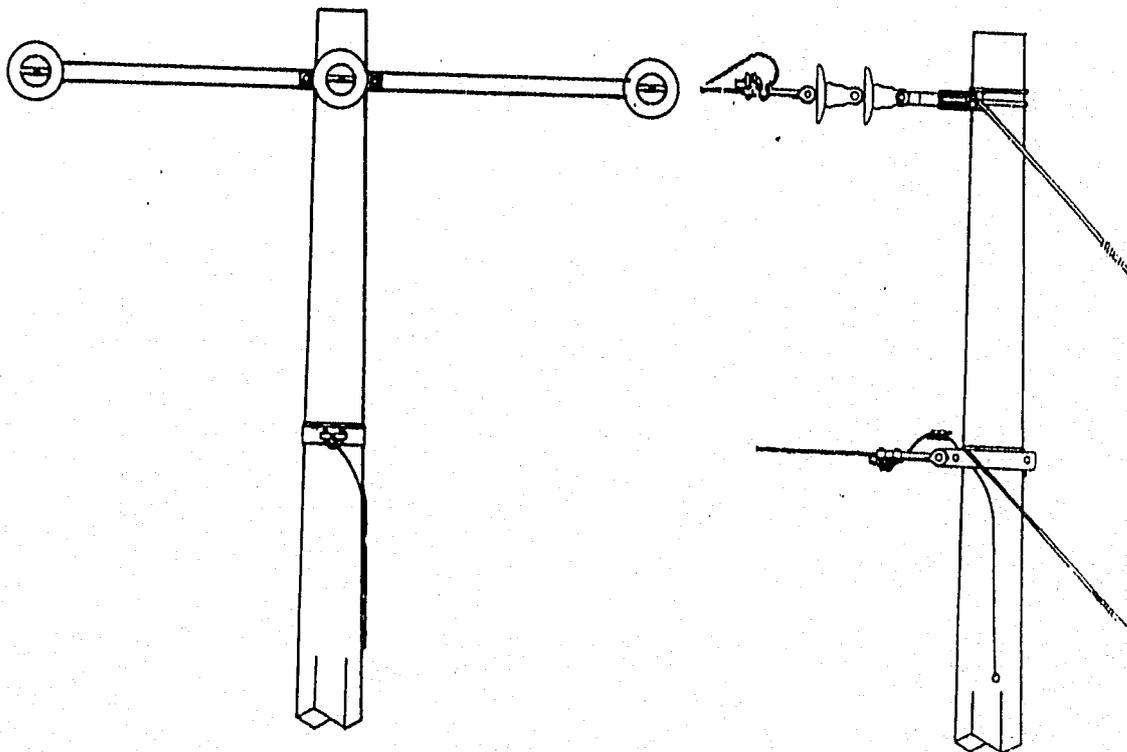
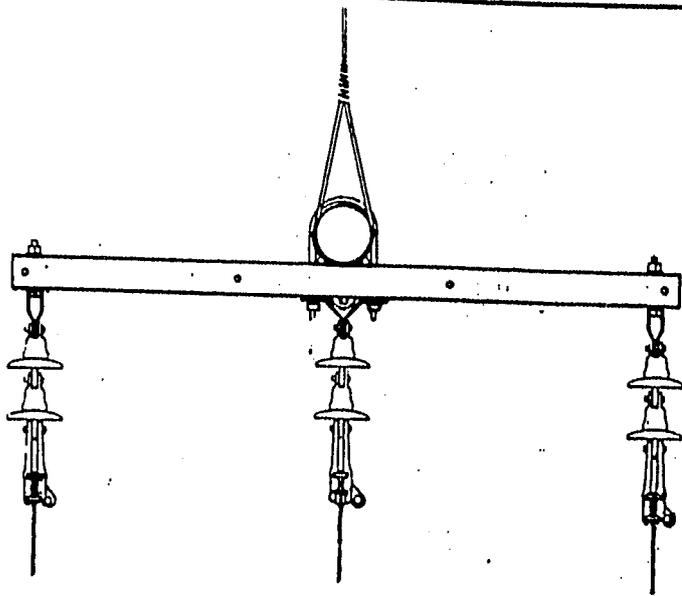
#### **Estructura tipo "D"**

Es una estructura que se utiliza para deflexión, principalmente en el área rural y su diseño es de una gran sencillez y de alta resistencia mecánica, la condición de uso es que el poste debe ser de 12.00 m como mínimo en líneas trifásicas, bifásicas con neutro corrido o hilo de guarda.

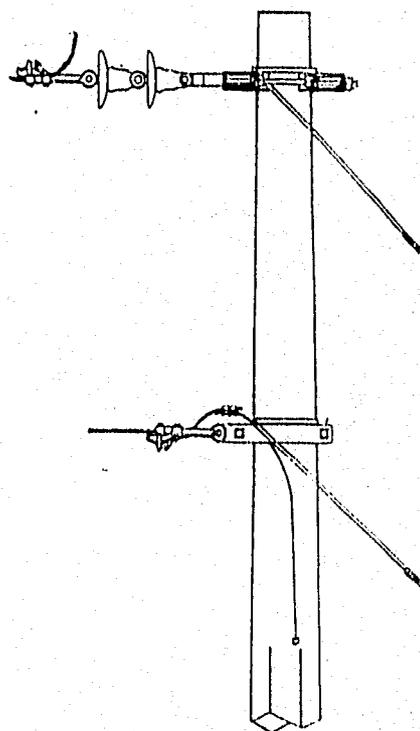
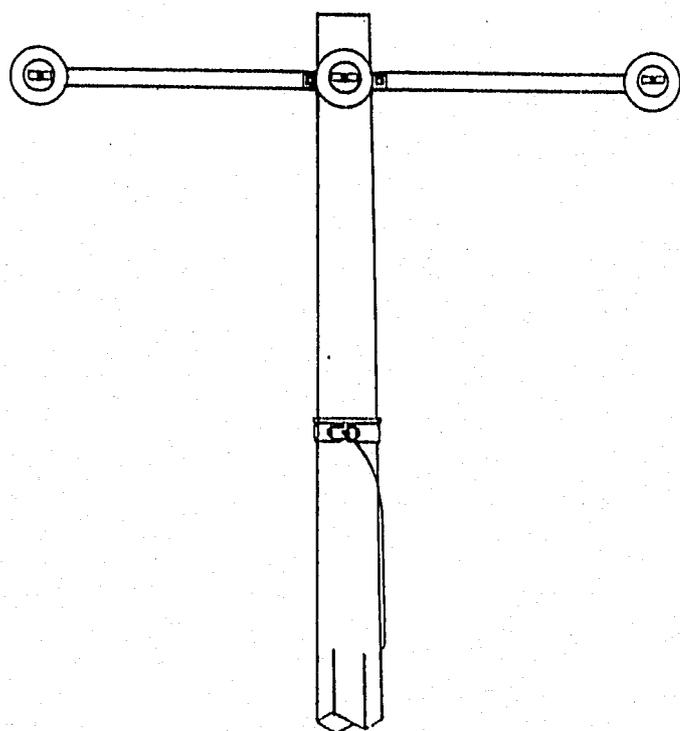
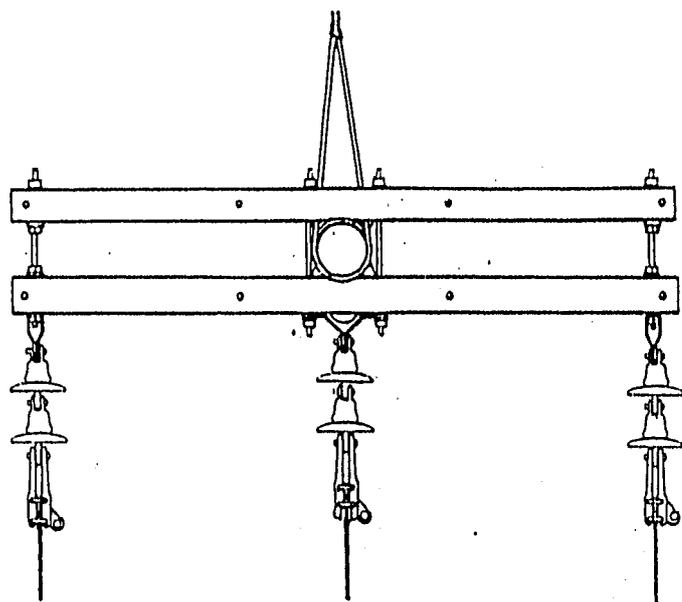
Descripción:	Clave	Dibujo
Deflexión de anclaje, 3 fases, neutro corrido	DA3N	Fig.8
Deflexión de anclaje, 3 fases, retorno por tierra	DA30	Fig.9

#### **Estructura tipo "V"**

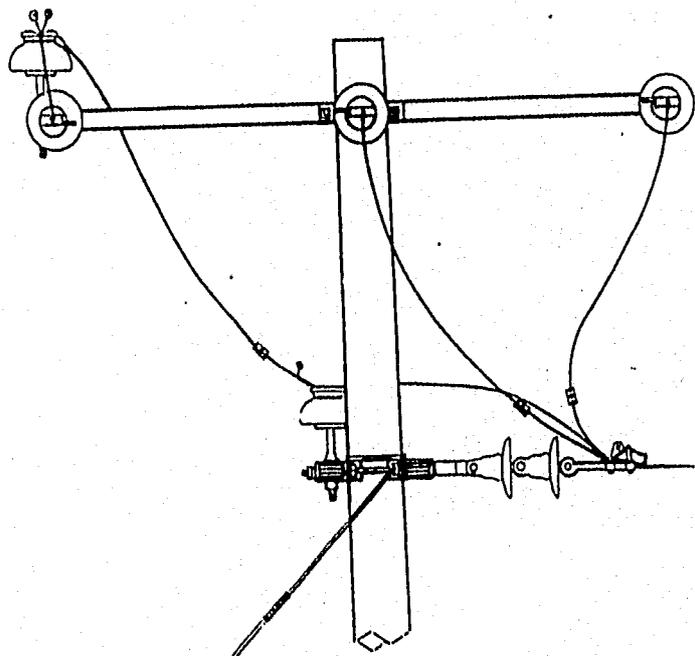
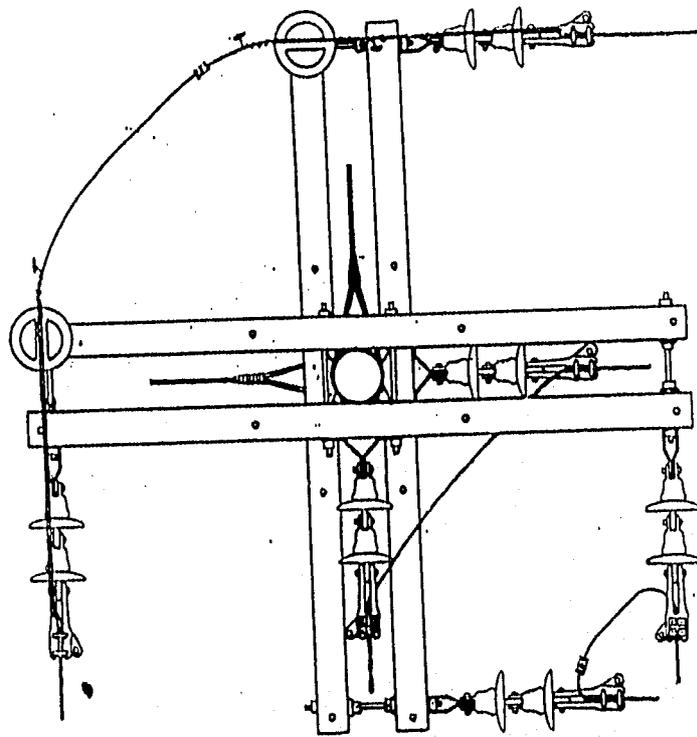
Es una estructura típicamente urbana que se utiliza para dar libramiento horizontal a obstáculos verticales como edificios, anuncios, alumbrado público y posible interferencia con otras líneas de mismo voltaje y misma altura de montaje. La distancia interpostal para esta estructura debe ser en tramos no mayores de 65.00 m y para evitar esfuerzos de torsión al poste de concreto se utilizarán postes de acero o acortar la distancia interpostal al mínimo y utilizar retenida volada a estaca.



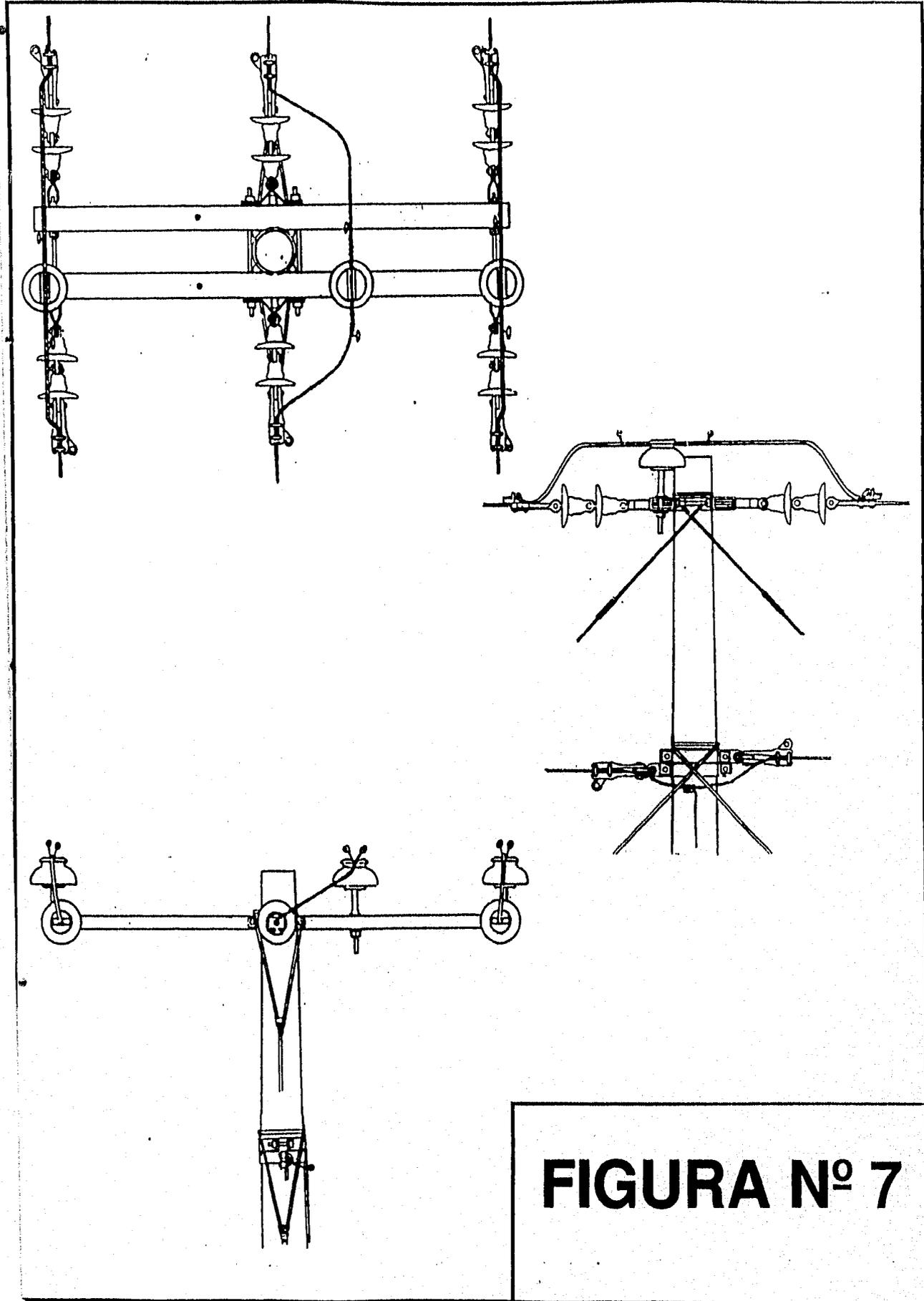
**FIGURA N° 4**



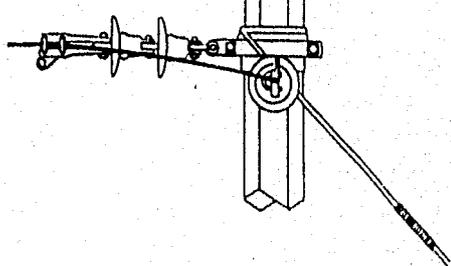
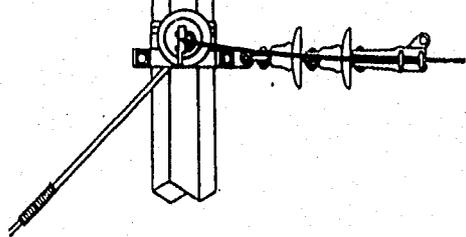
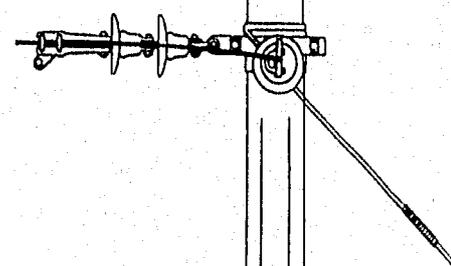
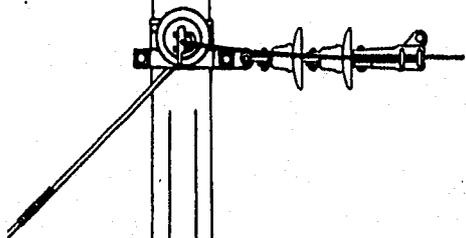
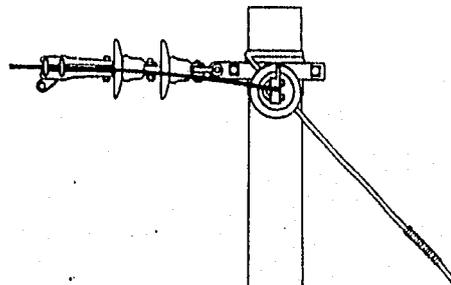
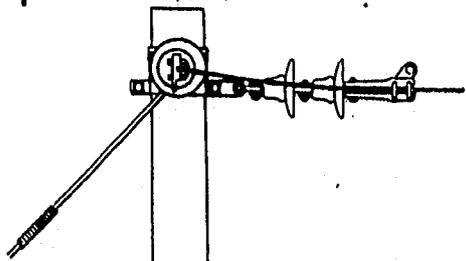
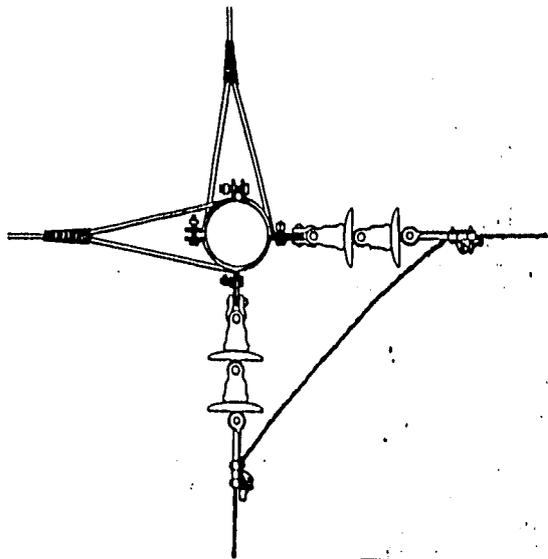
**FIGURA N° 5**



**FIGURA Nº 6**



**FIGURA N° 7**



**FIGURA N° 9**

**FALTA PAGINA**

No.

**70**

En el caso de la Planta Productora de Triturados Basálticos, se utilizará esta estructura como solución al sistema de montaje del alumbrado perimetral cuyos luminarios deben ir instalados en los mismos postes de concreto siguiendo la Norma de alumbrado para sistemas rurales.

Descripción:	Clave	Dibujo
Volada, cruceta sencilla, 3 fases, retorno por tierra	VS30	Fig.10
Volada, doble cruceta, 3 fases, retorno por tierra	VD30	Fig.11
Volada, cruceta sencilla, 2 fases, retorno por tierra	VS20	Fig.12
Volada, doble cruceta, 2 fases, retorno por tierra	VD20	Fig.13
Volada de transición de 3 a 2 fases, retorno por tierra	VT30/20	Fig.14
Volada de remate, 3 fases, retorno por tierra	VR30	Fig.15
Volada de remate, 2 fases, retorno por tierra	VR20	Fig.16
Volada anclaje, 3 fases, con transformador en poste	VA30/T	Fig.17
Volada anclaje, 2 fases, con transformador en poste	VA20/T	Fig.18

Las estructuras que en la última parte de su designación se marquen /T, indicara que esa estructura lleva un transformador como el arreglo mencionado en el capítulo N° 3, para el alumbrado perimetral. Fig. 19.

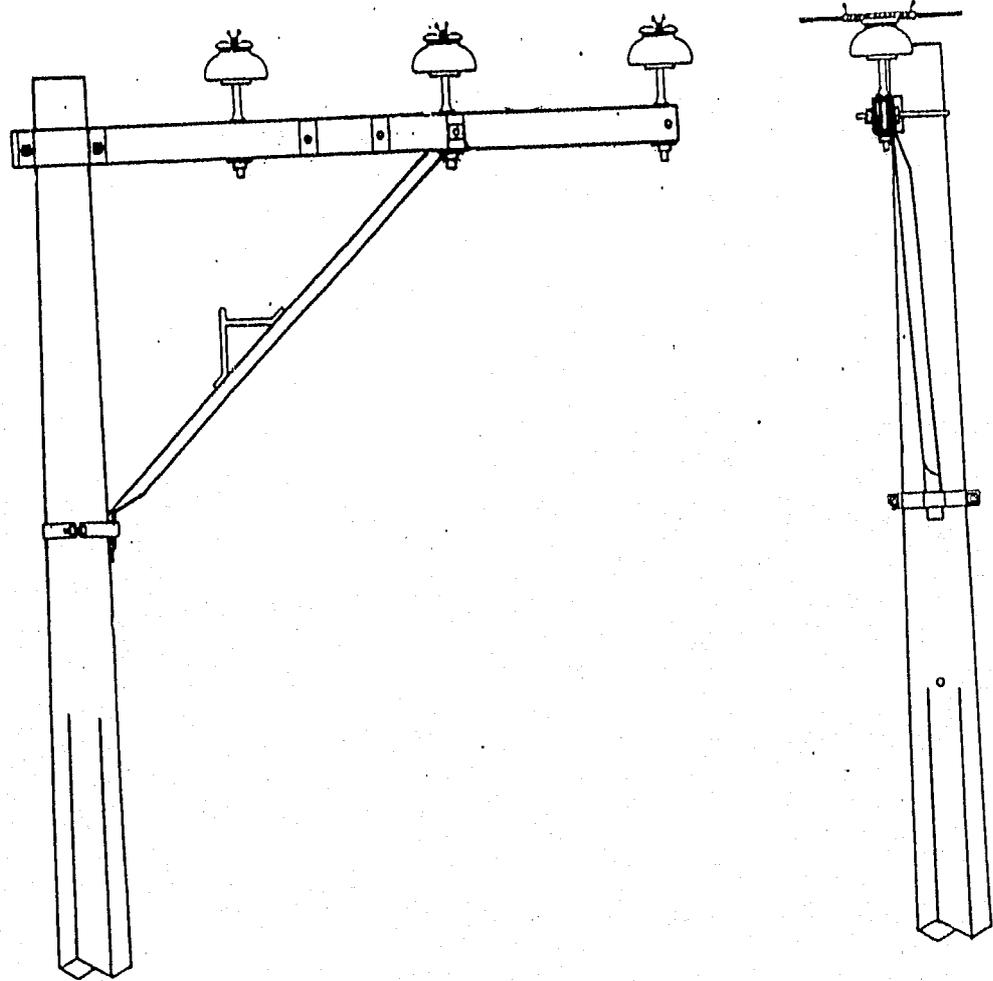
La ventaja más notable que se obtuvo al seleccionar estructuras tipo Volada para el sistema de alumbrado perimetral es que al llevar líneas de alta tensión se ha buscado que no interfieran el lo más mínimo con la seguridad del personal encargado de la operación y conservación del sistema, de tal manera que la cruceta de soporte para el lado de alta tensión quedará diametralmente opuesta a la ménsula de montaje del luminario, lo que permite un grado mayor de libertad para operar los sistemas de baja tensión y de alumbrado.

#### **4.-Especificación del tipo de retenidas con módulo de herrajes y materiales**

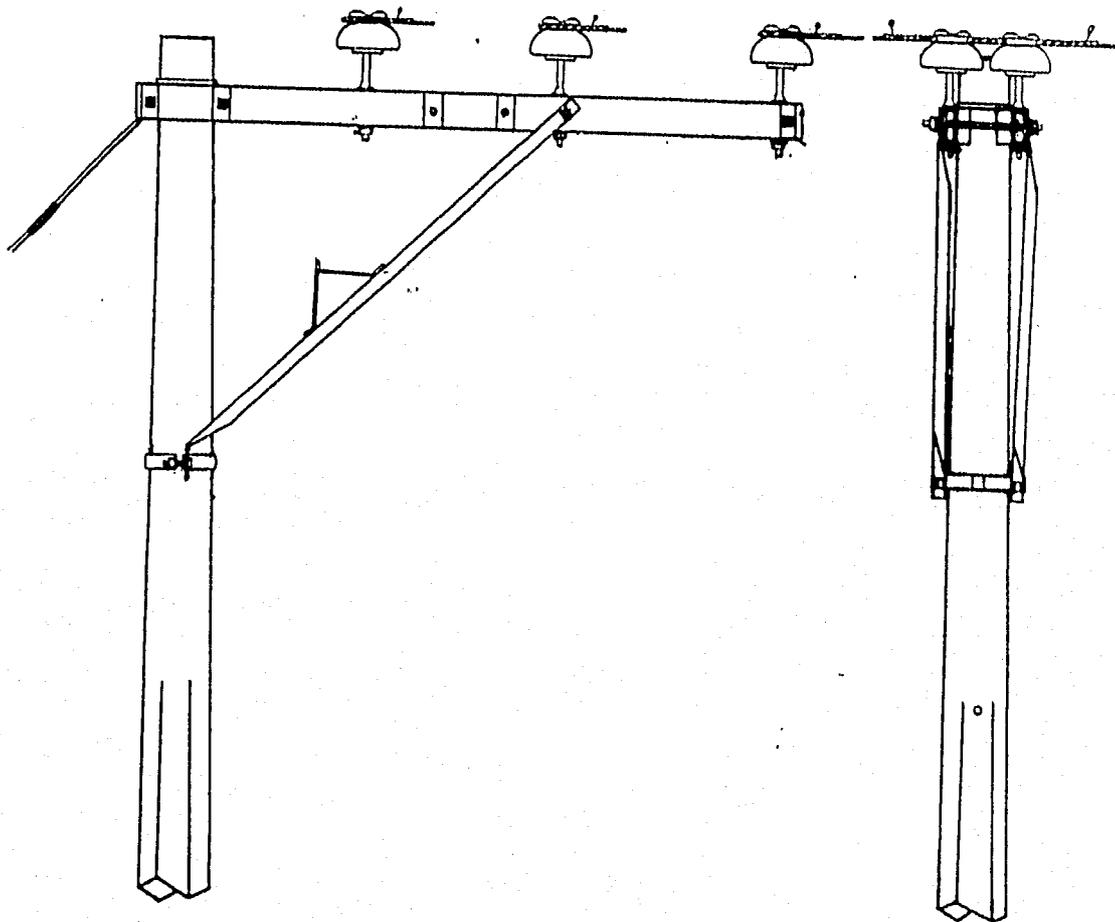
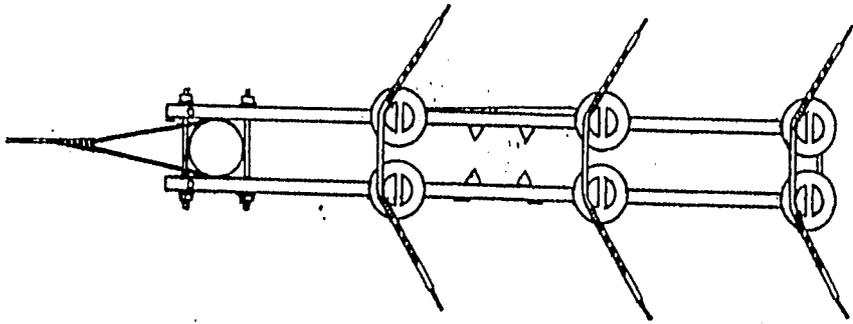
La retenida es el elemento mecánico que compensa el esfuerzo de flexión del poste debido a la tensión de los conductores y para ello se instalan en sentido opuesto a la resultante de la tensión mecánica de los conductores por retener y generalmente se anclan en el piso con un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal vertical del poste.

La selección del tipo de retenidas se debe basar en las observaciones del comportamiento del poste debido a los esfuerzos mecánicos y su punto de anclaje debe ser colineal al eje longitudinal de los conductores una vez tendidos y tensionados y el perno ancla quedará en dirección del punto de apoyo de la retenida en la estructura de soporte.

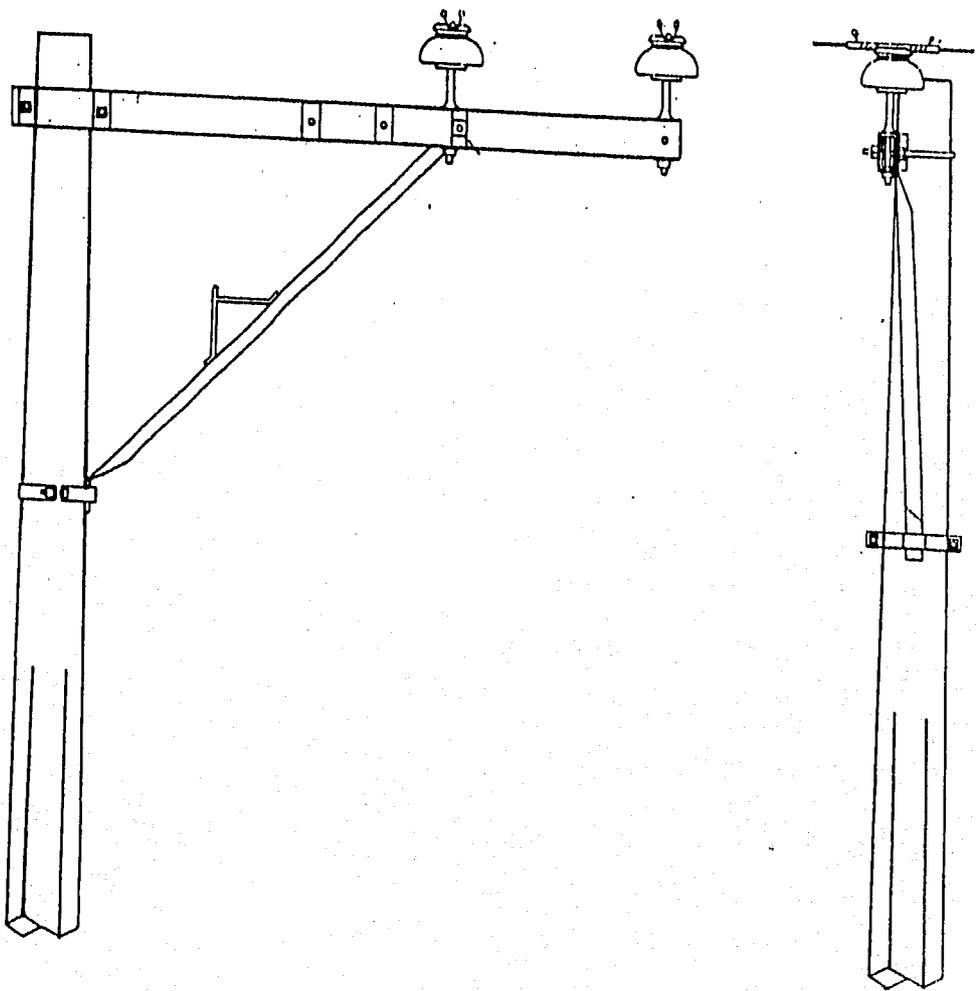
El tipo de estructuras eléctricas seleccionadas para desarrollo del proyecto en su etapa de líneas aéreas es el que define la cantidad y tipo de retenidas que serán utilizadas a lo largo de cada alimentador de alta tensión y de la misma manera que se presentan las figuras representativas para las estructuras, asimismo serán presentados los dibujos para las retenidas. Puesto que la selección de los elementos componentes de la retenida está en función del valor de la resultante de la tensión mecánica de los conductores, del ángulo de la retenida con respecto a la resultante y del tipo de terreno.



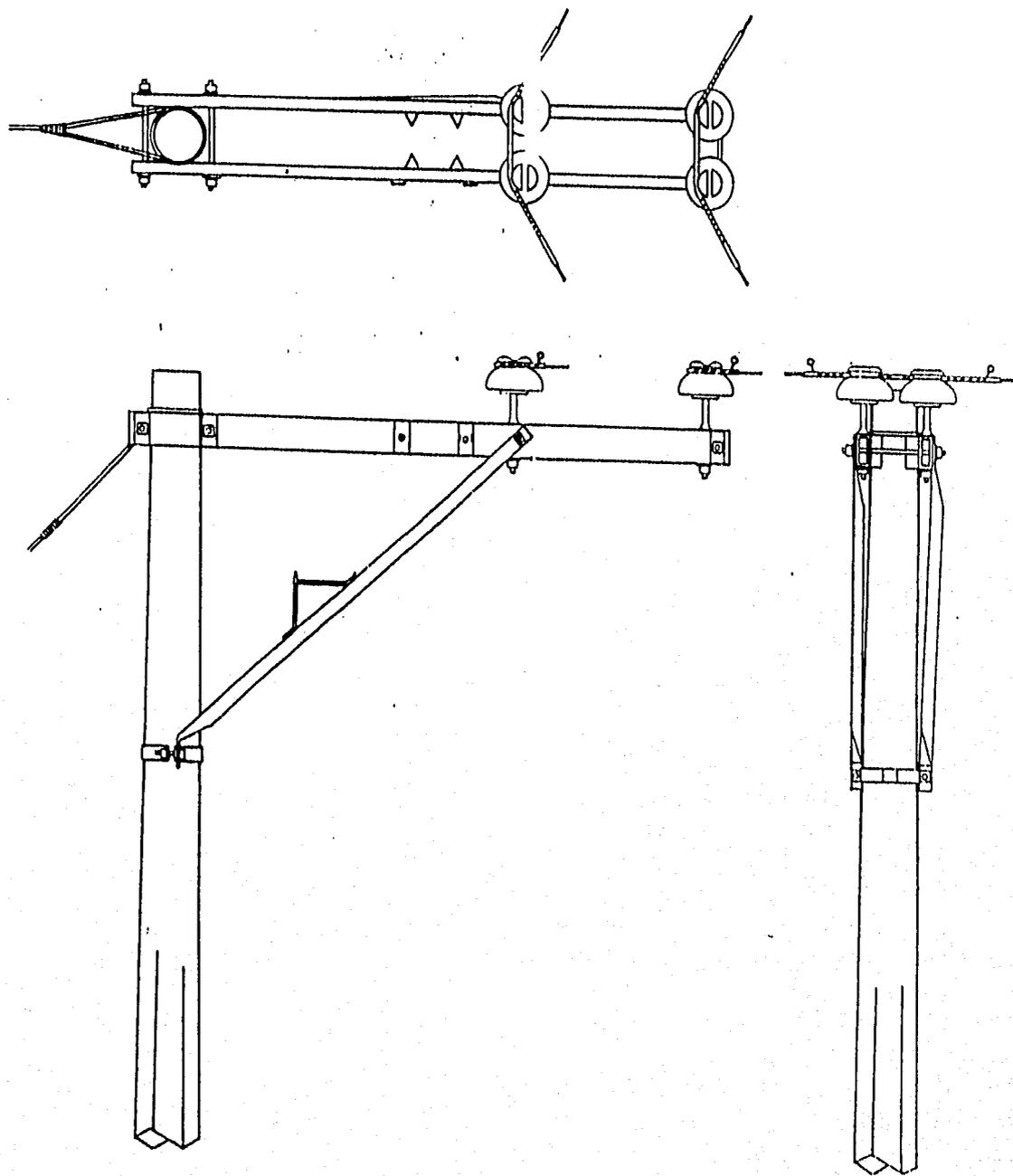
**FIGURA Nº 10**



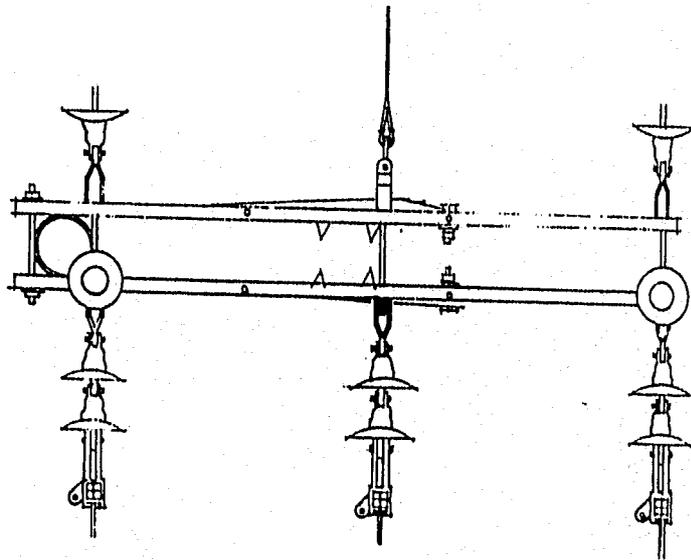
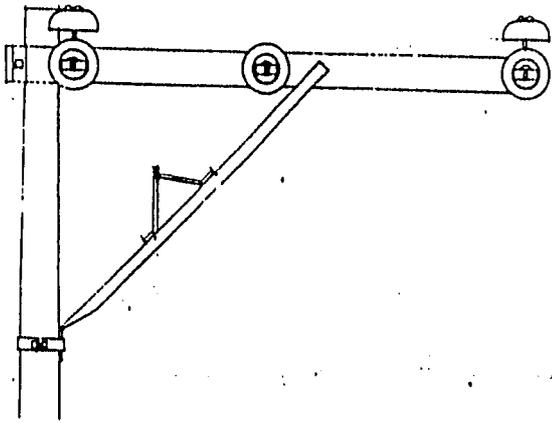
**FIGURA Nº 11**



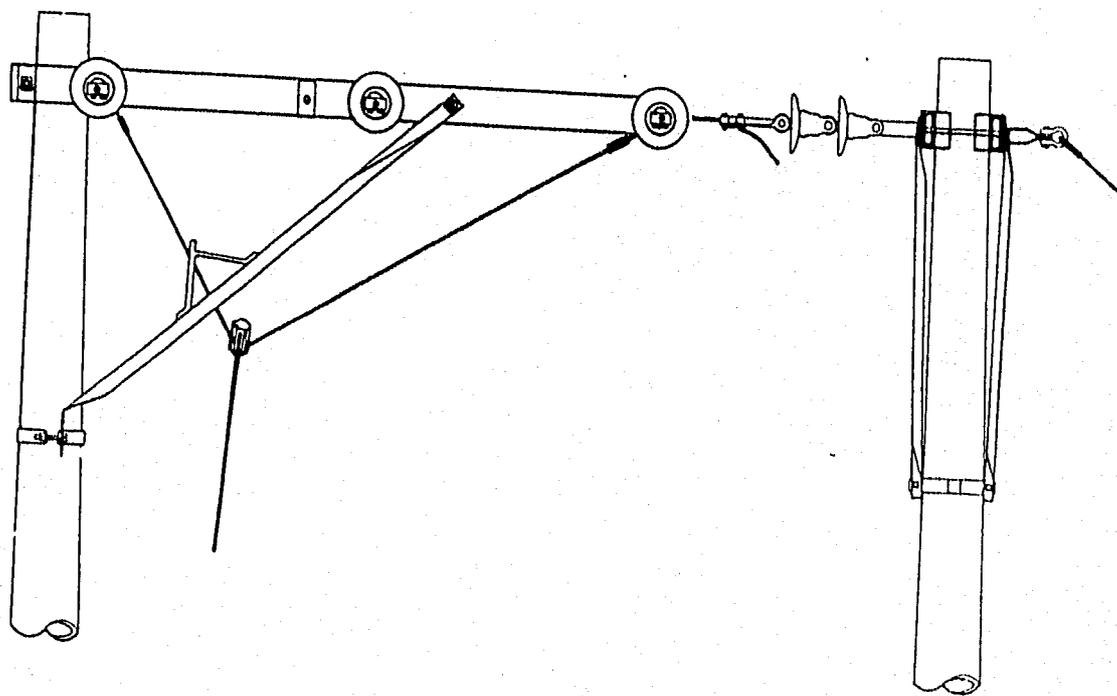
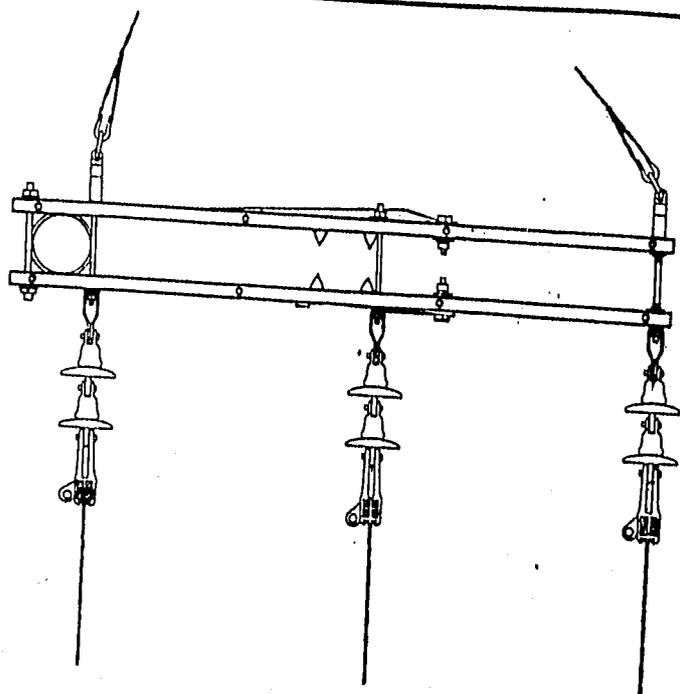
**FIGURA N° 12**



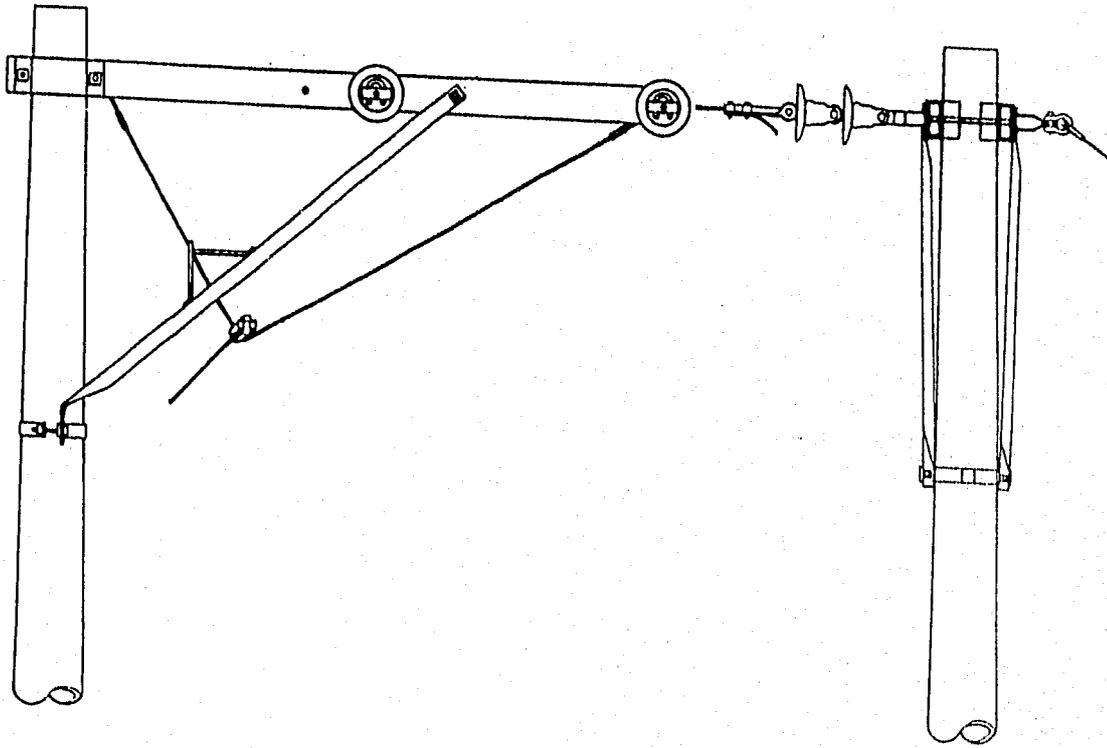
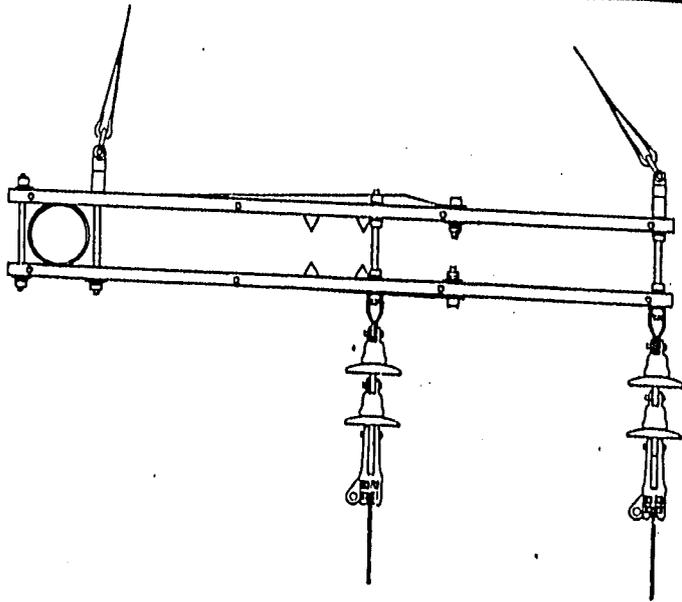
**FIGURA Nº 13**



**FIGURA N° 14**

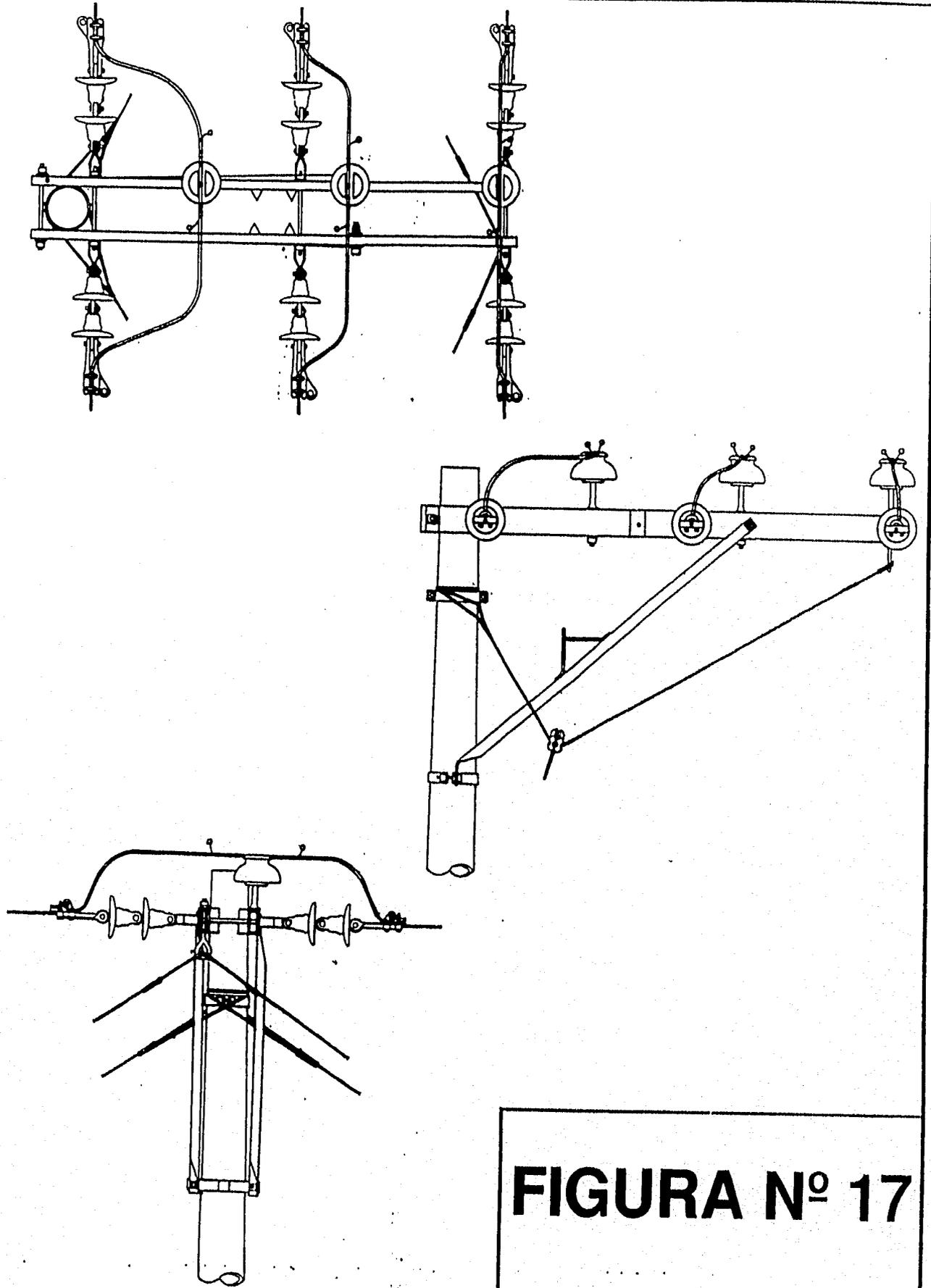


**FIGURA Nº 15**

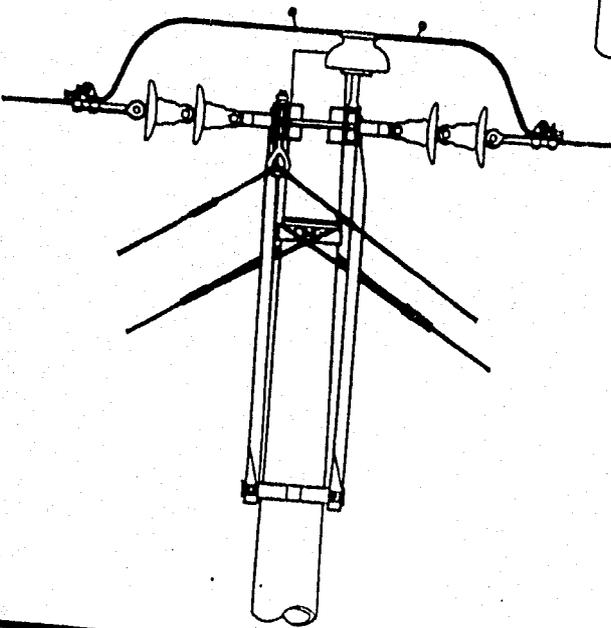
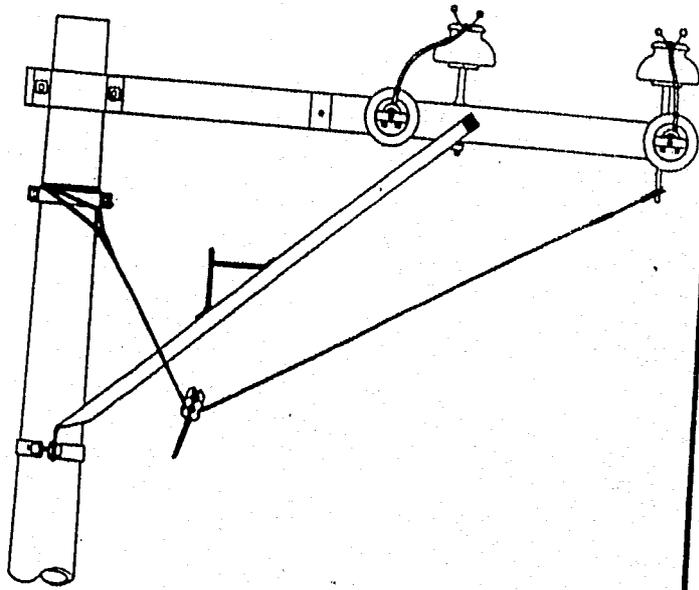
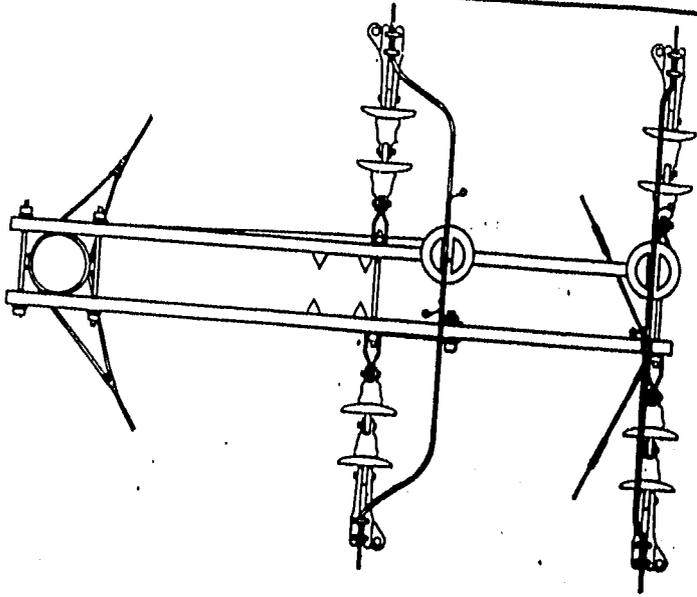


**FIGURA N° 16**

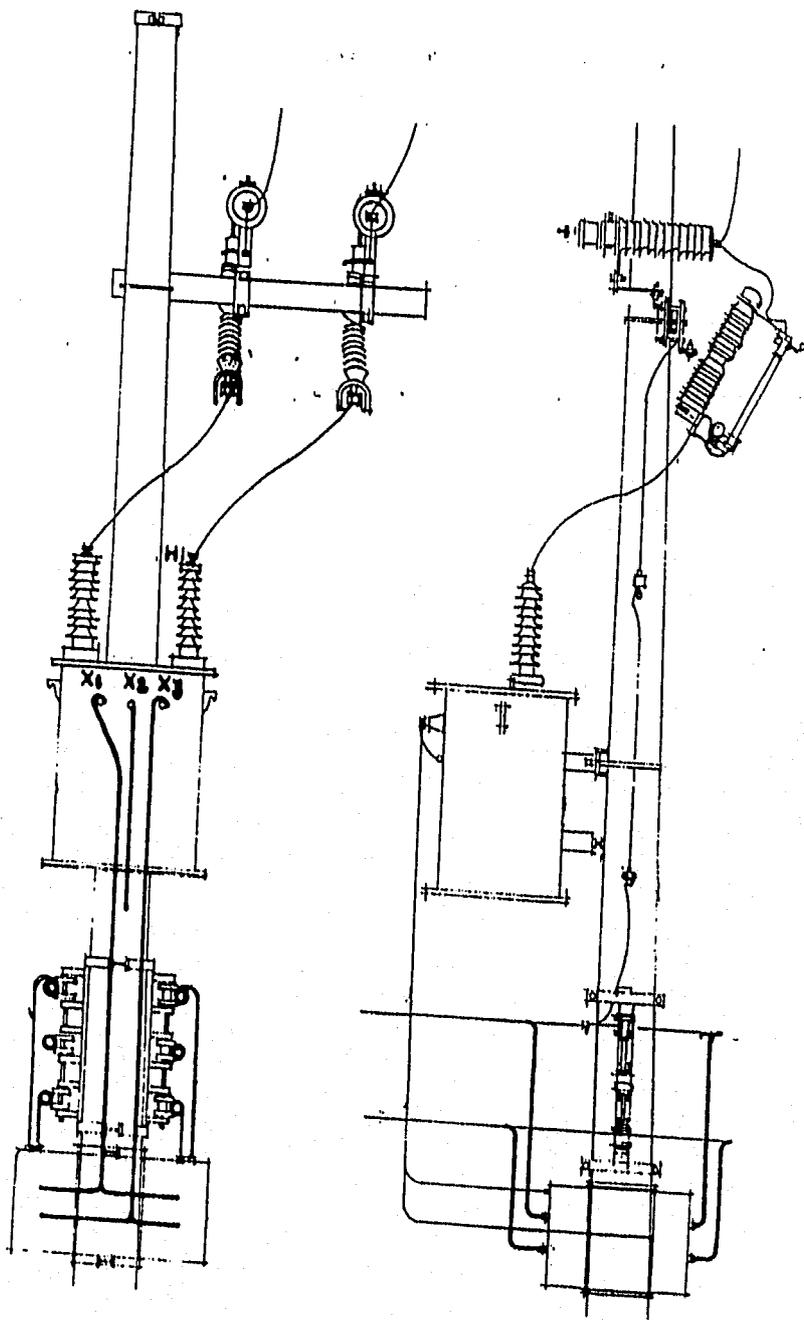
ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



**FIGURA N° 17**



**FIGURA N<sup>o</sup> 18**



**FIGURA N° 19**

Descripción:	Clave	Dibujo
Retenida de banqueta	RBA	Fig.20
Retenida de estaca y ancla	REA	Fig.21
Retenida de ancla	RSA	Fig.22

### **5.- Especificaciones para el sistema de tierra en líneas aéreas de distribución**

En los sistemas de distribución de energía eléctrica en alta y baja tensión, la seguridad del personal técnico de operación y conservación es lo primordial y por tal motivo, enfatizar y comprobar la existencia del aislamiento en las fases energizadas es tan importante, como lo es la sólida conexión a tierra del hilo neutro y de todas las estructuras no conductoras para proteger al trabajador de la energización accidental de un soporte de equipo y para poner a tierra los voltajes inducidos en el área de trabajo. Así mismo el sistema de tierras debe cumplir todos los requisitos establecidos en las Norma CFE 09 00 01 al 09.

El alcance de este capítulo en lo que respecta a sistema de tierras para líneas aéreas se limita únicamente a considerar los principales puntos de la norma que se cita y los valores analíticos serán calculados y discutidos con posterioridad.

Normalmente deberá instalarse una bajante de tierra en cada dos estructuras eléctricas construida con alambre de cobre semiduro y desnudo de calibre no menor al N°4 y no se admitirán bajantes de tierra hechas de conductores de aluminio.

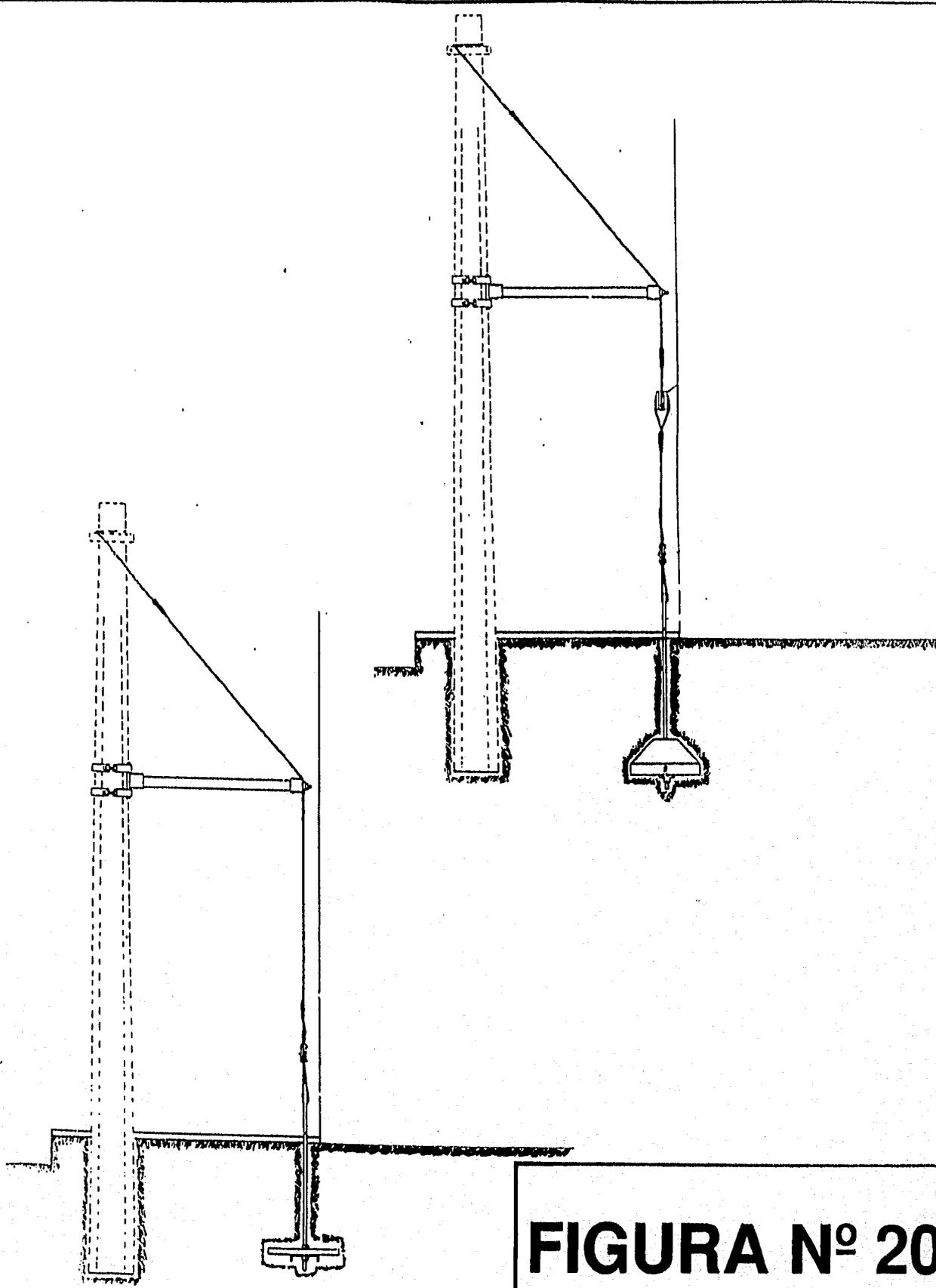
Todos los hilos neutros contiguos y bajantes de tierra, deben estar interconectados, independientemente de que pertenezcan o no al mismo circuito o área secundaria.

La bajante de tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos de tierra formados por una o más varillas tipo copperweld para tierra interconectados por medio de conductores de cobre enterrados de manera que todo el conjunto tenga como resultado una resistencia de tierra con un valor máximo de  $25\Omega$  en tiempo de secas y un valor de  $10\Omega$  cuando el terreno está húmedo.

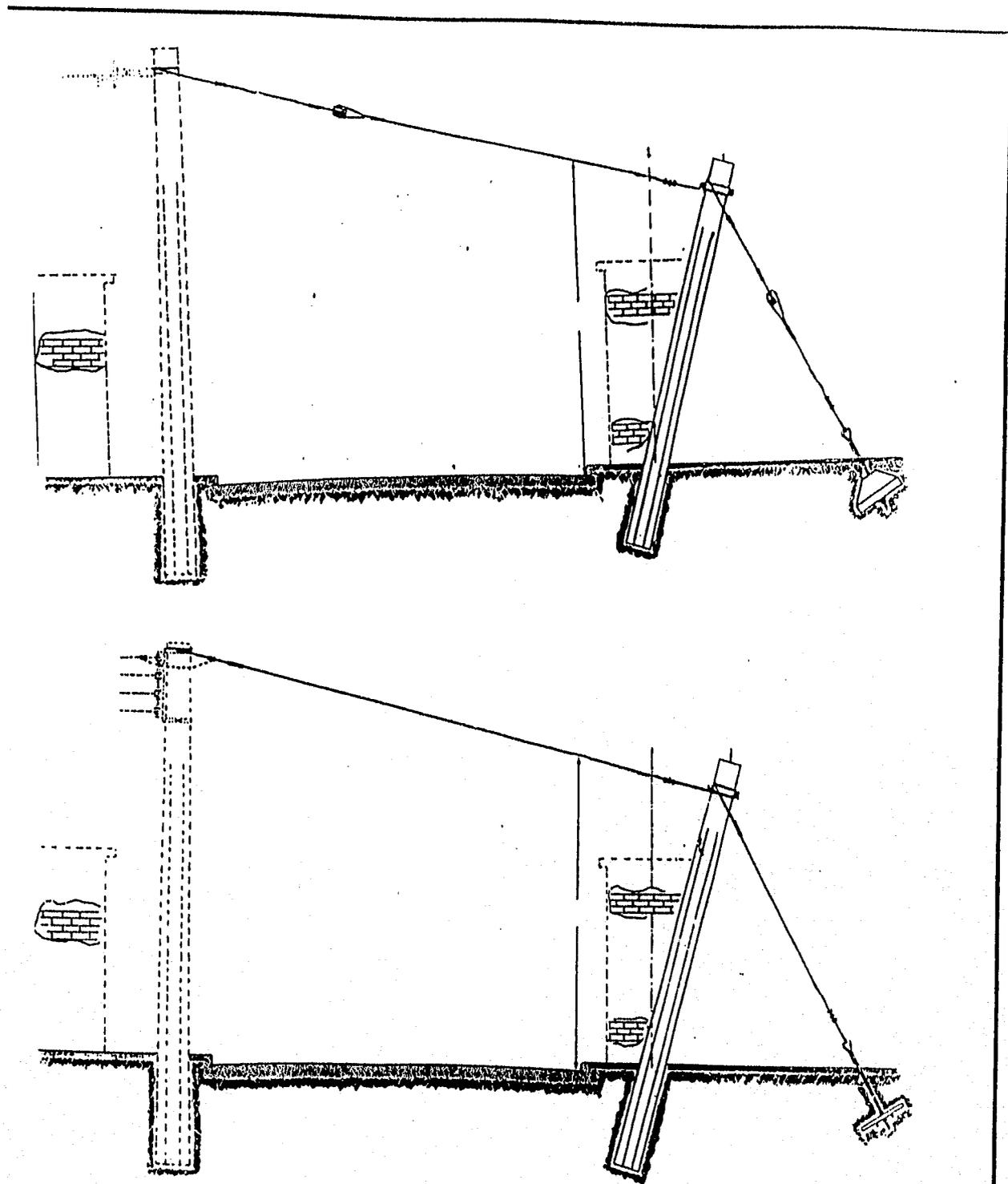
La bajante de tierra en postes de concreto se hace por el interior del poste aprovechando el ducto que para tal efecto tiene troquelado por diseño cada poste e instalando un solo conductor sin empalmes al cual se conectarán las terminales de tierra de los apartarrayos por medio de la cruceta, las pantallas semiconductoras de cables de potencia y los tanques de los transformadores de distribución.

### **6.- Definir características de transformadores para montaje en poste**

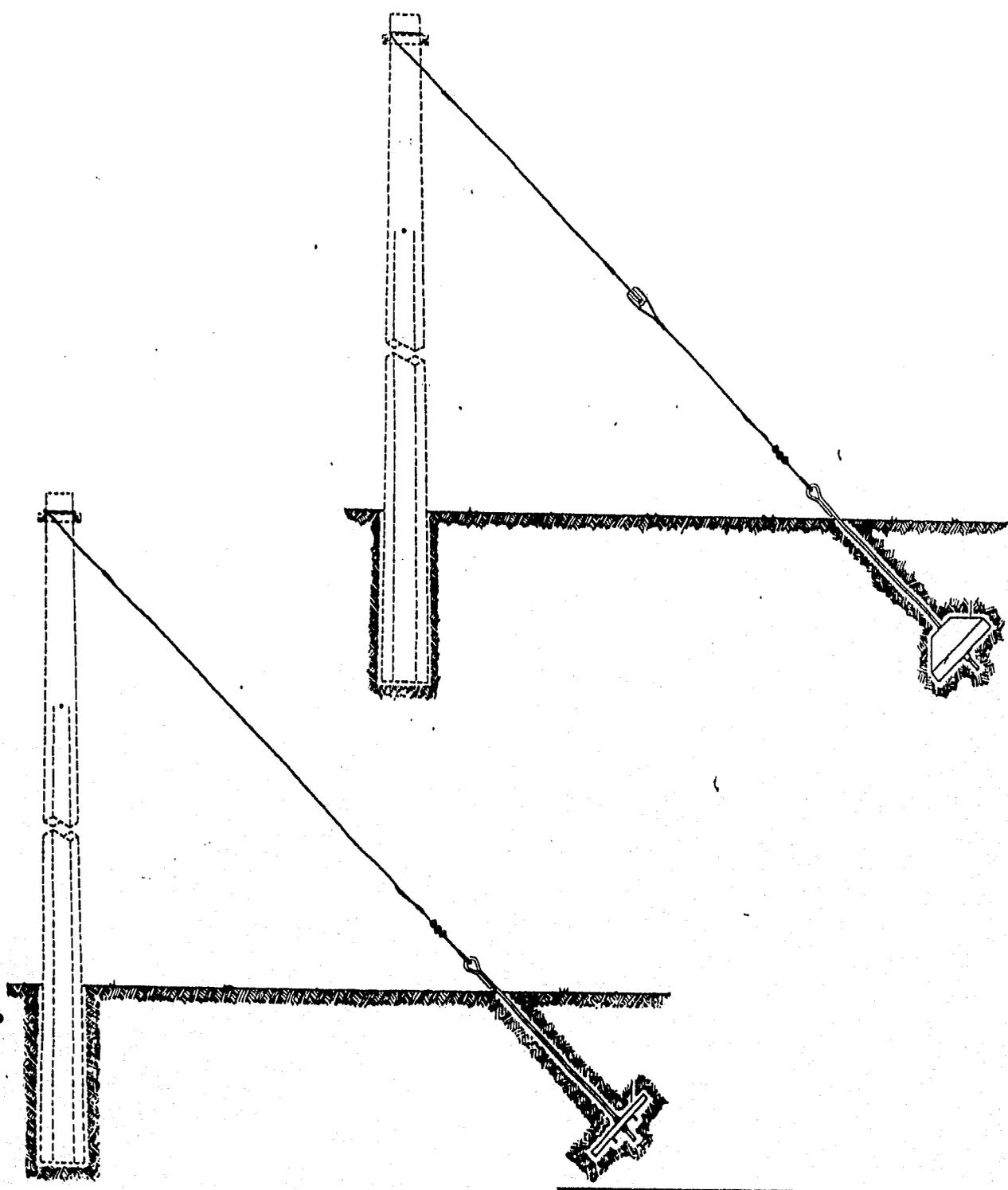
La Norma CFE 08 TR 01 a la 15 es la que se aplica para definir los requisitos de montaje para banco de transformadores de distribución montado en poste, el alcance de este capítulo sobre este particular se limita únicamente a considerar los principales puntos de la norma que se cita y los valores analíticos para el tipo y capacidad de cada transformador serán calculados y discutidos en el próximo capítulo.



**FIGURA N° 20**



**FIGURA N° 21**



**FIGURA N° 22**

Se deja establecido que los bancos de transformación deberán estar provistos del siguiente equipo periférico para protección y control.

- El montaje del transformador debe hacerse al poste con herraje de norma.
- El poste para transformadores permitirá alturas de montaje a 9.00 mts.
- Apartarrayos autovalvular clase distribución para protección de sobrevoltaje.
- Cortacircuitos fusible de operación con pértiga.
- Listón fusible de la capacidad más próxima a la corriente nominal primaria.
- Todas las conexiones eléctricas necesarias serán a base de conductores de cobre y conectores bimetálicos del tipo y capacidad apropiados.

#### **7.-Preparación del terreno y excavación para empotramientos**

Integrados todos los elementos que intervienen para formar la red de alimentadores en alta tensión, se procede a marcar el trazo de la línea y estacar la localización de cepas para postería.

Una vez conocida la distancia interpostal y el tipo de poste para cada tramo, se define la localización, se afina el trazo y se efectúa el estacado de la línea que marcará cada excavación de cepa para postes y retenidas.

En el siguiente capítulo, se analizarán los valores de cada uno de los componentes del sistema con el fin de conocer las capacidades del equipo a instalar.

# ***CAPITULO V***

## **MEMORIA DE CALCULO Y CEDULAS ANALITICAS**

**5.1 Sistema de alta tensión**

**5.2 Sistema de baja tensión**

**5.3 Sistema de alumbrado perimetral**



## **CAPITULO QUINTO.- MEMORIAS DE CALCULO Y CEDULAS ANALITICAS**

En los capítulos anteriores quedó establecido el criterio general para definir los elementos que integran el sistema de distribución en alta y baja tensión, se establecieron valores para las capacidades de los transformadores de potencia y se definieron los tipos de estructuras eléctricas.

En este capítulo, el contenido principal será el cálculo analítico de los elementos faltantes de especificar, mismos que se pueden relacionar en los tres siguientes puntos:

- 5.1.- Sistema de alta tensión.
- 5.2.- Sistema de baja tensión.
- 5.3.- Sistema de alumbrado perimetral.

### **5.1.- SISTEMA DE ALTA TENSION.-**

#### **• Cálculo de conductores. Alimentadores primarios en línea aérea.**

La primera característica que se establece para los conductores de los alimentadores aéreos de este proyecto, es que sean de aluminio por razones económicas, además, porque la Planta de Asfalto del DDF notificó que en la zona donde se hará la construcción las líneas aéreas a base de conductores de cobre, estos están en gran riesgo de vandalismo y robo.

Establecido lo anterior, los conductores que se seleccionen serán de aluminio con alma de acero del tipo ACSR (Aluminum Cable Steel Reinforced).

Características de fabricación del conductor.

Los datos técnicos para conductores tipo ACSR, se tomaron del catálogo general de Condumex 1990, Secc.I.6, I.175, I.180 e I.182 y para los calibres que pueden llenar los requisitos en esta red de distribución, sus características son:

Calibre Awg	Nº Hilos Al Ac	Diám. mm Nuc Cable		Peso Kg/m	Resist.60Hz 25°C Ω/Km	RMG Cm	X <sub>a</sub> Ω/m 30.48 cm	Ampacidad 40°C	
6	6 1	1.7	5.0	0.0530	2.150	0.120	0.000418	98	Amp
1/0	6 1	3.4	10.1	0.2160	0.537	0.136	0.000408	230	Amp
2/0	6 1	3.8	11.4	0.2720	0.426	0.155	0.000398	270	Amp
3/0	6 1	4.0	12.8	0.3430	0.339	0.183	0.000386	300	Amp
4/0	6 1	4.8	14.3	0.4330	0.270	0.248	0.000361	340	Amp
266.8	26 7	6.0	16.3	0.5460	0.215	0.661	0.000289	460	Amp

### Métodos de cálculo.

Aquí se aplica un método de cálculo como muestra a detalle de ejecución en el alimentador que va desde la subestación receptora hasta la subestación para los conjuntos de trituración N°5 y N°7. Se seleccionó este alimentador por ser el de mayor potencia en Kva.

Posteriormente para no repetir el mismo proceso de cálculo en cada alimentador, se elaborará una cédula analítica que muestre únicamente los valores resultantes que será necesario aplicar en cada alimentador de las subestaciones restantes para definir las especificaciones del conductor tipo ACSR.

### Alimentador primario para conjuntos de trituración N°5 y N°7.-

En base a la corta longitud de los alimentadores, no se requiere considerar su cálculo como si fuesen una línea aérea primaria para red de distribución y por lo tanto se desprecia en los conductores de todos los alimentadores primarios los parámetros de:

- Capacitancia
- Inductancia mutua
- Efecto superficial y corrección de  $X_L$
- Transposición de fases

Establecido lo anterior, la definición del calibre adecuado para estos alimentadores depende exclusivamente de:

- La densidad de corriente
- La regulación del voltaje

Datos básicos que se tienen para calcular el calibre de conductores:

Tipo de circuito	Trifásico balanceado simétrico	
Longitud del alimentador		
Cable aéreo	350.00 mt	
Cable subterráneo	<u>60.00 mt</u>	
	Total = 410.00 mt	
Potencia total en transformadores		
Conjunto T.C5	1500 Kva	Datos obtenidos de Cap.3
Conjunto T.C7.1	1000 Kva	
Conjunto T.C7.2 + C7.3	<u>1000 Kva</u>	
	Total = 3500 Kva	

### Consideraciones:

Por ser un circuito trifásico balanceado simétrico, cada fase puede resolverse como un problema independiente y la simetría del alimentador hace evidente que las magnitudes de todas las cantidades eléctricas sean iguales en las tres fases.

Componentes de este alimentador:

Frecuencia de sistema	60	Hz
Voltaje entre fases en la acometida	$23 \pm 10\% \angle 0^\circ$	Kv
Voltaje de fase a neutro en la acometida	13.28	Kv
Factor de potencia de la carga	98 %	atrasado
Factor reactivo de la carga	0.1990	(sen $\phi$ )
Potencia aparente	3500	Kva
Potencia Activa	3430	Kw
Potencia reactiva	696.15	Kvar
Temperatura ambiente promedio de operación	25	°C

Corriente nominal primaria

$$I_{\text{Prim}} = \frac{3430}{23\sqrt{3}} - j \frac{696.15}{23\sqrt{3}} \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Prim}} = 86.10 - j17.47 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{prim}} = 87.86 \angle -11.47^\circ$$

Considerando una sobrecarga transitoria del 25% en los transformadores, la corriente nominal primaria resultante será de:

$$I_{\text{prim}+25\%} = 1.25(87.86 \angle -11.47^\circ)$$

$$I_{\text{prim}} = 109.82 \angle -11.47^\circ$$

$$I_{\text{prim}} \approx 110 \angle -11.47^\circ \text{ Amp}$$

Condiciones para caída de voltaje según Norma CFE.

La Norma CFE 05 00 01-inciso N° 35, especifica la caída máxima permitida de voltaje en líneas

primarias en función de la tensión de operación, como sigue:

50 Volts/Km en 13 Kv  
**30 Volts/Km en 23 Kv**  
15 Volts/Km en 33 Kv

Aplicando esta norma al voltaje del sistema y a la longitud del alimentador se tiene que la caída máxima aceptada será de 30V en 23 Kv, porque el alimentador no es mayor de un Km.

La manera práctica que utiliza esta norma para verificar la caída de voltaje en un conductor determinado, es aplicando los factores de caída de voltaje por amper que se dan en la Norma CFE 05 00 06.

Datos básicos que utiliza la Norma:

Temp. Amb. 25°C

Distancia media geométrica 1.38m

Fórmula básica que utiliza la Norma:  $\Delta V = \sqrt{3} \times I (R \cos \Phi + X \text{sen} \Phi)$

Se aplica este método práctico para situar un determinado calibre de conductor y posteriormente verificarlo con métodos de cálculo más precisos.

Los factores de aplicación son tomados de las tablas pertenecientes a la norma que se cita y con el 95% de Factor de Potencia en la carga, corriente de sistema de 110 Amp. y longitud de 0.350 Km.

Cal.Cond.	Tipo	Factor $\Delta V$	Caída de voltaje
1/0	ACSR	1.154	44.43
3/0	ACSR	0.811	31.22
266.8	ACSR	0.573	22.06
336.8	ACSR	0.493	19.00

En base a la norma, los calibres que cumplen con el requisito son: el 266.8 y el 336.8 y se selecciona el 266.8 que es el primero de los conductores pesados y se le aplicará el método de cálculo preciso para verificar que se seleccionó el calibre adecuado.

Datos del cable.-

Calibre Awg	Nº Hilos Al Ac	Diám. mm Nuc Cable	Peso Kg/m	Resist.60Hz 25°C $\Omega$ /Km	RMG Cm	$X_a$ $\Omega$ /m 30.48 cm	Ampacidad 40°C
266.8	26 7	6.0 16.3	0.5460	0.215	0.661	0.000289	460 Amp

Cálculo de la Impedancia.-

El alimentador queda integrado por línea aérea con cable ACSR Cal. 266.8 donde la Impedancia es de la forma  $Z=R+jX$ .

Resistencia eléctrica.-

$$R = 0.215 \quad \Omega/\text{Km a } 25^\circ\text{C}$$

$$R = 0.215 \times 0.350$$

$$R = 0.0753 \quad \Omega \text{ para su longitud de 350 m.}$$

Reactancia inductiva.-

$$X_L = 2\pi fL$$

Donde la inductancia "L" será calculada en función de la Distancia Media Geométrica (DMG) para las crucetas tipo PT-200 que serán utilizadas en las estructuras de soporte y del radio Medio Geométrico (RMG) del conductor.

Valor para "L":

$$L = \left(4.605 \log_{10} \frac{DMG}{RMG}\right) 10^{-4} \quad \text{H/Km}$$

Para DMG y RMG se tiene:

DMG.

Distancia media geométrica entre conductores establecida por la cruceta PT-200

$$DMG = \sqrt[3]{62 \times 124 \times 186}$$

$$DMG = 112.6083 \quad \text{cm}$$

RMG.

Radio medio geométrico del conductor en función de los datos proporcionados por el fabricante.

Cable Acsr

Calibre 266.8

26 Hilos en 2 capas de conductor de aluminio

7 Hilos concéntricos de núcleo de acero

8.15 mm radio del conductor

$$\text{RMG} = 0.809 r$$

$$\text{RMG} = 0.809 \times 8.15$$

$$\text{RMG} = 6.5934 \text{ mm}$$

$$\text{RMG} = 0.659 \text{ cm} \quad (\text{El dato dado por el fabricante es de } \text{RMG} = 0.661)$$

Sustituyendo valores:

$$L = \left[ 4.605 \log_{10} \frac{112.60}{0.659} \right]$$

$$L = \left[ 4.605 \log_{10} 170.865 \right]$$

$$L = 0.00103 \text{ H/Km}$$

Valor de la reactancia inductiva:

$$X_L = 6.2832 \times 60 \times 0.00103$$

$$X_L = 0.3883 \quad \Omega/\text{Km}$$

Impedancia del alimentador aéreo en Ohms/Km.-

$$Z_{266.8} = R + jX_L$$

$$Z_{266.8} = 0.215 + j0.3883 \quad \Omega/\text{Km}$$

$$Z_{266.8} = 0.4438 \angle 61^\circ \quad \Omega/\text{Km}$$

Impedancia del alimentador en Ohms para su longitud.

$$Z_{266.8} = 0.350 \times 0.4438 \angle 61^\circ$$

$$Z_{266.8} = 0.1553 \angle 61^\circ \quad \text{Ohms en 350 Mts.}$$

### **Cálculo de la caída de voltaje para este alimentador aéreo.-**

Se consideran las mismas condiciones de circuito de ser trifásico balanceado simétrico.

Fórmula analítica:

$$V_{\text{carga}} = V_{\text{acom}} - [RI \cos \phi_R + X_L I \text{sen} \phi_R]$$

Donde:

I = Corriente nominal primaria	87.86 $\angle$ -11.47° Amp
Cos $\phi_R$ = Factor de potencia de la carga	98.00 %
Sen $\phi_R$ = Factor reactivo de la carga	19.90 %
R = Resistencia total del conductor	0.2150 $\Omega$ /Km
X <sub>L</sub> = Reactancia inductiva del conductor ACSR	0.3883 $\Omega$ /Km

Sustituyendo valores se tiene la caída de voltaje por Km:

$$V_{\text{carga}} = 23000 - [(0.215 \times 87.86 \times 0.9800) + (0.3883 \times 87.86 \times 0.1990)]$$

Volts/Km

$$V_{\text{carga}} = 22975 \text{ V/Km}$$

La diferencia entre voltaje primario de acometida y voltaje en el extremo de la carga es de 25 V/Km, y se tiene una caída máxima de 32 V/Km cuando la corriente es de 110 A por sobrecarga transitoria del 25%, por lo tanto se define que el calibre del cable si cumple con la Norma CFE1 05 00 06.

La caída total en el alimentador aéreo:

$$\Delta V = 25 \times 0.350$$

$$\Delta V = 8.00 \text{ Volts en 350 mts.}$$

Calibre del conductor.

Según las consideraciones anteriores, la definición del calibre del conductor para alimentador aéreo en voltaje primario de los conjuntos de trituración N°5 y N°7 son correctas y por lo tanto el cable a instalar será calibre 266.8 de aluminio tipo ACSR soportado en estructuras eléctricas de Norma CFE para construcción de líneas aéreas de distribución.

### **Alimentador primario con cable subterráneo.**

Cálculos para el cable de energía XLP-23, Cal. 3/0.

Para el alimentador aéreo se aplicó la Norma CFE se seleccionó el cable tipo ACSR de aluminio Cal. 266.8 que tiene un equivalente en cobre ( le corresponde el calibre 3/0 ) y por lo tanto el cable de potencia que se analizará en este párrafo es con aislamiento para 25 Kv, tipo XLP.

Características.-

Cable de potencia aislado para	25 Kv
Aislamiento tipo	XLP
Material del conductor	Cobre suave
Calibre	3/0 Awg

Area de la sección transversal de conductor	85.01 mm <sup>2</sup>
Diámetro nominal del conductor	10.7 mm
Diámetro nominal sobre aislamiento	25.1 mm
Diámetro nominal exterior	33.0 mm
Ampacidad en ducto subterráneo	260 Amp
Capacidad térmica	90 °C
Pantalla impregnada en el núcleo y en el aislamiento de PVC.	
Longitud del alimentador	60 m
Temp. ambiente promedio de operación	25 °C

### 1.-Resistencia eléctrica

#### Resistencia a la Corriente Directa.

$$R_{cd} = \frac{\rho L}{S_t} \quad \Omega \text{ a } 20^\circ\text{C y } 100\% \text{ de conductividad}$$

Donde:  $\rho$  = resistividad volumétrica  
 $\rho = 17.241 \quad \Omega/\text{mm}^2/\text{Km}$  para el cobre  
 $S_t$  = Sección transversal del conductor  
 $L$  = longitud del cable, en este caso 1 Km.

$$R_{cd} = \frac{17.241}{85.01} \times 1$$

$$R_{cd} = 0.2028 \quad \Omega/\text{Km}$$

#### Corrección de la resistencia por el cableado.

Normalmente la resistencia eléctrica en un cable aislado aumenta por la mínima diferencia en longitudes que hay entre los hilos que forman el cable, el fabricante da como dato el factor  $K_c$  que para cableado redondo normal es:  $K_c=0.020$ .

Por lo tanto:

$$R_{cd} = \rho \frac{L}{S_t} (1 + K_c)$$

$$R_{cd} = 0.2028 \times 1.020$$

$$R_{cd} = 0.2069 \quad \Omega/\text{Km a } 20^\circ\text{C}$$

#### Corrección de la resistencia a la temperatura de operación.

Sea la expresión:  $\alpha = \frac{1}{234.5 + X^\circ\text{C}}$  que determina el coeficiente de corrección de la resistencia eléctrica por temperatura y sus dimensiones son el recíproco de grados centígrados.

A manera de explicación diremos que para cada material del que está fabricado un conductor, existe un valor de temperatura  $T$  en °C, para la cual, la resistencia eléctrica es cero.

Para el cobre suave, recocido, estirado en frío y a 100% de conductividad, el valor de esta temperatura de resistencia cero es:  $T=234.5 \quad ^\circ\text{C}$ .

Por lo tanto el valor de alfa será:

$$\alpha = \frac{1}{234.5+20}$$

$$\alpha = 3.90 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Considerando que la resistencia eléctrica  $R_2$  a una temperatura  $T_2$ , en función de la resistencia  $R_1$  a una temperatura  $T_1$  diferente de cero, está dada por:

$$R_2 = R_1 [1 + \alpha(T_2 - T_1)]$$

Se tiene:

$$R_{cd_{a90^\circ}} = R_{cd_{a20^\circ}} [1 + \alpha(T_{90^\circ} - T_{20^\circ})]$$

$$R_{cd_{a90^\circ}} = 0.2069 [1 + 3.90 \times 10^{-3} (90^\circ - 20^\circ)]$$

$$R_{cd_{a90^\circ\text{C}}} = 0.2634 \text{ } \Omega/\text{Km}$$

#### **Resistencia a la Corriente Alterna.**

La resistencia eléctrica a la corriente alterna es mayor que la resistencia que presenta el mismo conductor a la corriente directa: esto causa que los watts de pérdidas de energía por resistencia resulten mayores que las pérdidas que se producen cuando circula corriente directa de magnitud igual al valor eficaz de la corriente alterna y esto se debe a dos factores:

- 1) Efecto superficial en los filamentos del conductor.
- 2) Efecto de proximidad de los filamentos del conductor.

El cable está formado por varios filamentos de modo que todos están conectados en paralelo y se cumple que la caída de tensión es igual en todos ellos y por lo tanto las corrientes en los filamentos centrales son menores que las corrientes en los filamentos superficiales. Esto ocasiona que la densidad de corriente sea mayor en la superficie del conductor que en el centro.

Este fenómeno es componente de la resistencia efectiva del cable y es calculable de la siguiente manera:

Cálculo del factor por efecto superficial:

$$Y_s = \frac{X_s^4}{192+0.8X_s^4}$$

Donde:

$$X_{sup}^2 = \frac{8\pi f}{R'} \times 10^{-4} K_s$$

$X_{sup}$  = Reactancia inductiva superficial

$f$  = Frecuencia del sistema

$R'$  = Resistencia del conductor a la CD y a la temp. de Op. (90°C) en  $\Omega/\text{Km}$

$K_s$  = Depende de la configuración del conductor y es dato del fabricante

**Factores  $K_s$  y  $K_p$**

Conductor redondo comprimido

$K_s$

$K_p$

1.00

1.00

Conductor redondo

1.00

1.00

Conductor compacto segmentado

0.435

0.370

Sustituyendo:

$$X_{sup}^2 = \frac{8\pi}{0.2634} \times 60 \times 10^{-4} (1.00)$$

$$X_{sup}^2 = 0.5725$$

Valor del factor  $Y_s$

$$Y_{sup} = \frac{0.5725^2}{192+0.8 \times 0.5725^2}$$

$$Y_{sup} = 0.0017$$

Cálculo del factor de proximidad:

El efecto de la corriente alterna que fluye por conductores paralelos de iguales características tiene como resultado una densidad no uniforme y un aumento aparente de la resistencia efectiva, la cual se calcula afectando la resistencia original por el factor  $Y_p$  utilizando la siguiente fórmula:

$$Y_p = \frac{X_p^4}{192+0.8X_p^4} \left( \frac{D_{3/0}}{s} \right)^2 \left[ 0.312 \left( \frac{D_{3/0}}{s} \right)^2 + \frac{118}{\frac{X_p^4}{192+0.8X_p^4}} + 0.27 \right]$$

Donde:

$$X_p^4 = (X_s^2)^2 = 0.5725^2 = 0.3278$$

Esta igualdad es cierta porque,  $K_s = K_p = 1$

$$\left(\frac{D_{3/0}}{s}\right)^2 = \left(\frac{1.07}{1.605}\right)^2 = 0.4444$$

Aquí, S es la distancia de separación entre conductores. Suponiendo configuración triangular equidistante en promedio, entonces  $S = 1.5$  Diám., siendo el diámetro del cable Cal. 3/0 de 10.7 mm.

Valor del factor de proximidad.-

$$Y_p = \frac{0.3278}{192 + 0.8 \times 0.3278} \times 0.4444 \left[ 0.312 \times 0.4444 + \frac{1.18}{\frac{0.3278}{192 + 0.8 \times 0.4444} + 0.27} \right]$$
$$Y_p = 0.0008 \times 4.4816$$

Valor de la Resistencia efectiva a la corriente alterna en Ohms por Km.

$$R_{ca-3/0_{90^\circ}} = R_{cd_{90^\circ}} (1 + Y_s + Y_p)$$
$$R_{ca-3/0_{90^\circ}} = 0.2634(1 + 0.0017 + 0.0036)$$
$$R_{ca-3/0_{90^\circ}} = 0.2648 \quad \Omega/\text{Km}$$

Valor de la Resistencia en la longitud del cable:

$$R_{(3/0-60m)_{90^\circ}} = 0.2648 \times 0.06$$
$$R_{(3/0-60m)_{90^\circ}} = 0.0159 \quad \text{Ohms en 60 mts.}$$

#### Reactancia Inductiva.-

Por construcción, el cable de energía con aislamiento XLP, Cal.3/0 para 23 Kv, contiene pantalla semiconductora extruída sobre el conductor, pantalla semiconductora extruída sobre el aislamiento y finalmente, pantalla electrostática a base de alambre de cobre suave bajo la cubierta de PVC.

Para calcular la Reactancia Inductiva total de este cable construído en la forma descrita, no es necesario calcular su inductancia y reactancia aparentes porque la sección de sus pantallas y su alta resistencia limita las corrientes a través de las pantallas en forma tal que sus valores son despreciables.

Fórmula analítica:

$$X_L = 2\pi fL$$

$$L = 2 \times 10^{-4} L_n \frac{S}{RMG}$$

Donde, S es la distancia de separación entre conductores, como se estableció considerar configuración triangular equidistante en promedio, se tiene que  $S = 1.5$  Diámetros y el diámetro del cable XLP Cal. 3/0 es de 10.7 mm.

$$RMG_{3/0} = 0.758r$$

$$RMG_{3/0} = 0.758 \times \frac{10.7}{2}$$

$$RMG_{3/0} = 4.0553 \text{ mm}$$

$$DMG_{3/0} = 1.5d$$

$$DMG_{3/0} = 1.5 \times 10.7 = 16.05 \text{ mm}$$

Valor de la Inductancia:

$$L = 2 \times 10^{-4} L_n \frac{16.05}{4.0553}$$

$$L = 0.2751 \text{ mH/Km}$$

$$L = 0.0003 \text{ H/Km}$$

Valor de la Reactancia Inductiva en ohms por Km de cable:

$$X_L = 2\pi \times 60 \times 0.0003$$

$$X_L = 0.1131 \quad \Omega/\text{Km}$$

Valor de la reactancia inductiva en la longitud total del cable:

$$X_{L_{60m}} = 0.06 \times 0.1131$$

$$X_{L_{60m}} = 0.0068 \quad \text{Ohms en 60 mts.}$$

Valor de la impedancia del cable en ohms/Km.

$$Z_{3/0} = (R_{ca-3/0_{90^\circ}} + jX_L) \angle \phi \quad \text{Donde: } \phi = \text{Tan}^{-1} \frac{X}{R}$$

$$R_{CA_{90^\circ}} = 0.2648 \quad \Omega/\text{Km}$$

$$X_L = 0.1131 \quad \Omega/\text{Km}$$

$$Z_{3/0} = 0.2648 + j0.1131$$

$$Z_{3/0} = 0.2879 \angle 23.12^\circ \quad \Omega/\text{Km}$$

Valor de la impedancia en la longitud total del cable

$$Z_{3/0_{60m}} = 0.06 \times 0.2879 \angle 23.12^\circ$$

$$Z_{3/0_{60m}} = 0.0173 \angle 23.12^\circ \quad \Omega \text{ en 60 mts.}$$

### **Cálculo de la caída de voltaje en el cable de potencia.-**

Caída de tensión al neutro, considerando sobrecarga del 25%

$$\Delta V_n = I_x Z_x L$$

$$\Delta V_n = [110 \angle -11.47^\circ] \times [0.2879 \angle 23.12^\circ] \times 0.06$$

$$\Delta V_n = 1.9001 \angle 11.65^\circ \quad \text{Volts en 60 mts.}$$

Caída de tensión entre fases:

$$\Delta V_{\text{fases}} = \sqrt{3} \times \Delta V_n$$

$$\Delta V_{\text{fases}} = \sqrt{3} \times 1.9001 \angle 11.65^\circ$$

$$\Delta V_{\text{fases}} = 3.2911 \angle 11.65^\circ \quad \text{Volts en 60 mts.}$$

### **Impedancia equivalente del alimentador completo.-**

Impedancia del alimentador con cable aéreo ACSR en Ohms/Km.-

$$Z_{266.8} = 0.215 + j0.3883 \quad \Omega/\text{Km}$$

Impedancia del alimentador con cable subterráneo XLP en Ohms/Km.-

$$Z_{3/0} = 0.2648 + j0.1131 \quad \Omega/\text{Km}$$

Suma de impedancias para obtener la equivalente:

$$Z_{\text{eq}} = (0.215 + j0.3883) + (0.2648 + j0.1131)$$

$$Z_{\text{eq}} = 0.4798 + j0.5014 \Omega$$

$$Z_{\text{eq}} = 0.6940 \angle 46.26^\circ \Omega$$

### **Regulación de voltaje.-**

El voltaje de la carga se define por:

$$V_{\text{carga}} = 23000 - (32 + 3.2911)V.$$

$$V_{\text{carga}} \approx 22965 \text{ V.}$$

Por lo tanto:

$$RV_{\%} = \frac{RI \cos \phi + X_L I \sin \phi}{V_{\text{carga}}} \times 100$$

$$RV_{\%} = \frac{(0.4798 \times 110 \times 0.98) + (0.5014 \times 110 \times 0.1990)}{22965} \times 100$$

$$RV_{\%} = 0.2730\%$$

Los volts totales en la caída resultante son equivalentes al 0.2730% del voltaje nominal y por lo tanto la selección de ambos conductores cumplen en calibre y especificaciones la Norma CFE 05 00 01-41, que exige la regulación de voltaje en líneas primarias y deberá ser del 5% como máximo en la trayectoria al punto crítico partiendo de la subestación receptora.

Al inicio de este capítulo se dijo que se aplicaría el método de cálculo al alimentador de mayor carga en Kva para mostrar el modo de analizar cada uno de los componentes que se requieren hasta llegar a obtener el valor de la impedancia. Así se desarrolló el cálculo para el alimentador primario de los conjuntos de trituración N°5 y N°7.

Los alimentadores restantes para los conjuntos de trituración N°2 y N°3, el de Servicios Propios y el de alumbrado perimetral se calcularon en grupo y su resultado se muestra en las tablas de la siguiente página. Los datos fueron obtenidos de las características físicas y eléctricas de los conductores desnudos tipo ACSR y de los cables aislados tipo XLP-25.

El sistema de cálculo en grupo se obtuvo utilizando una hoja electrónica de cálculo con la cual se obtienen los resultados que son aplicables a los demás conductores y el sistema queda establecido para recalculer cualquier conductor que así lo requiera en caso de necesitar cálculos de la misma naturaleza para revisión o diseño del sistema primario de conductores.

Ver tabla N°1

**TABLA Nº1**

**TABLA DE CALCULO DE IMPEDANCIAS Y CAIDAS DE VOLTAJE PARA CONDUCTORES AEREOS TIPO ACSR.**

UTILIZACION del ALIMENTADOR	Parametros Generales		Características del conductor tipo ACSR			Reactancia Inductiva Ohms / Km	Impedancia en Ohms/Km Cartesiana Z=R+jX	Impedancia en Ohms/Km Polar Z=√(R2+X2)	Caída de voltaje			
	Potencia Kva	Corriente Prim. en Amp	Calibre Avg	Resistencia Ω/Km a 25°C	Inductancia en H/Km DMG en cm				RMG en cm	Longitud en mts	Volts por Km	Volts en Long. total
C. Titración 5 y 7	3500	88	266.8 ACSR	0.215	112.60	0.659	0.00103	0.3883	0.215 + j0.3883	0.4438 / 61°	25	8.75
C. Titración 2 y 3	2500	63	3/0 ACSR	0.339	112.60	0.183	0.00128	0.4825	0.339 + j0.4825	0.5897 / 55°	27	9.45
Servicios Propios	500	13	3/0 ACSR	0.339	112.60	0.183	0.00128	0.4825	0.339 + j0.4825	0.5897 / 55°	6	2.7
Alumbrado perimetral	160	4	3/0 ACSR	0.339	112.60	0.183	0.00128	0.4825	0.339 + j0.4825	0.5897 / 55°	2	10.48

Para obtener la tabla de impedancias pertenecientes al cable de energía tipo XLP 25 Kv, se requiere una tabla auxiliar que calcule los valores de la resistencia y es la siguiente:

**TABLA DE CALCULO PARA RESISTENCIA ELECTRICA EN CABLES DE ENERGIA TIPO XLP-25, CAL. 1/0 Y 3/0.**

Conductor aislado Tipo XLP - 25 Kv Inicio de referencia	Diam.Nom. en cm	Sec. Transv. en mm2	Resistencia a la CD y correcciones		Resistencia resultante en Ω/Km
			Resistencia a la CD y correcciones Por Temp.	Inductancia Superficial	
Calibre 3/0 Avg	1.07	85.01	0.2028	0.5725	0.2648
Calibre 1/0 Avg	0.85	53.49	0.3223	0.3604	0.4194

**TABLA DE CALCULO DE IMPEDANCIAS Y CAIDAS DE VOLTAJE PARA CABLES DE ENERGIA TIPO XLP-25.**

UTILIZACION del ALIMENTADOR	Parametros Generales		Características del cable subterráneo tipo XLP-25			Reactancia Inductiva Ohms / Km	Impedancia en Ohms/Km Cartesiana Z=R+jX	Impedancia en Ohms/Km Polar Z=√(R2+X2)	Caída de voltaje			
	Potencia Kva	Corriente Prim. en Amp	Calibre Avg	Resist. Res. Ω/Km a 90°C	Inductancia en H/Km DMG en mm				RMG en mm	Longitud en mts	Volts por Km	Volts en Long. total
C/ Titulación 5 y 7	3500	88	3/0 XLP-25	0.2648	16.0500	4.0553	0.0003	0.1131	0.2648 + j0.1131	0.2879 / 23.13°	25	1.5
SE.Rec. a Est. TRA30	3500	88	3/0 XLP-25	0.2648	16.0500	4.0553	0.0003	0.1131	0.2648 + j0.1131	0.2879 / 23.13°	25	1
Cab. a Transb. C-7.1	1000	25	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	11	0.22
Cab. a Trato. C-7.2 y 7.3	1000	25	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	11	0.33
C. Titración 2 y 3	2500	63	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	27	3.105
SE.Rec. a Est. TRA30	2500	63	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	27	1.08
Cab. a Transb. C-3	1250	31	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	13	0.26
Servicios Propios	500	13	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	6	0.36
Alumbrado perimetral	160	4	1/0 XLP-25	0.4194	12.7500	3.2215	0.0003	0.1131	0.4194 + j0.1131	0.4344 / 15°	2	0.09

## 5.2.- SISTEMA DE BAJA TENSION.-

### Aplicación del método de cálculo al segundo sistema:

En esta sección, para analizar la baja tensión se procederá en forma semejante a como se hizo en alta tensión, es decir, se tomará como ejemplo de cálculo el lado secundario de la subestación del conjunto de trituración N°5 y las subestaciones restantes de los demás conjuntos serán analizadas con la hoja electrónica de cálculo.

Para el análisis de la baja tensión, se seguirá la siguiente secuencia:

- 1.- Corriente de corto circuito simétrico en las boquillas de baja tensión del transformador.
- 2.- Capacidad interruptiva del interruptor general.
- 3.- Cálculo a detalle del alimentador de mayor capacidad para conocer su corriente nominal, caída de tensión secundaria, calibre del conductor y porcentaje de regulación de voltaje.
- 4.- Hoja electrónica de cálculo con las tablas analíticas que muestren los valores de los parámetros del resto de alimentadores que forman el sistema de baja tensión.

### Subestación para conjunto de trituración N°5

- 1.- Corriente de corto circuito simétrico en las boquillas de baja tensión del transformador

Datos del transformador de potencia

Potencia nominal de placa	1500 Kva
Voltaje primario, conexión delta	23000 Volts
Voltaje secundario, conexión estrella	440 Volts
Impedancia	6.9 %
Fases	3 + neutro en Sec.
Tipo de enfriamiento AA	
Elevación de temperatura sobre ambiente	80 °C

Por su diseño el transformador puede sufrir sobrecargas del 25% en forma transitoria y para sostener esta sobrecarga en el interruptor general, éste se calcula incrementado en el porcentaje de sobrecarga.

Capacidad interruptiva mínima que debe tener este interruptor general secundario en función de la capacidad del transformador.

$$Z_{\Omega} = \frac{KV_B^2}{MVA_B} \times (Z_{\%}) \quad \text{tomando como base 1500 KVA y 440 V}$$

$$Z_{\Omega} = \frac{(0.440)^2}{(1.5)} \times \left(\frac{6.9}{100}\right) = 0.0089\Omega$$

$$I_{cc-440} = \frac{V}{\sqrt{3} \times Z_{\Omega}} = \frac{(440)}{\sqrt{3} \times 0.0089} = 28543A$$

Si consideramos el 25% de sobrecarga el valor sera de:

$$I_{cc-440} = (28543) \times (1.25) = 35678 \text{ Amp}$$

Este valor de corriente de corto circuito de 35678 amp es considerando únicamente el voltaje nominal secundario como base y la reactancia de placa en por unidad del transformador, sin tomar en cuenta la potencia de contribución al corto circuito del sistema primario.

### 2.- Capacidad interruptiva del interruptor general:

En el capítulo N° 3, tercera fase inciso N°4 se definió que el interruptor general debe ser de 3 polos, 2500 Amp de corriente nominal, tipo electromagnético con una capacidad interruptiva mínima de 35678 Amp. según se define en el punto anterior. Por su robustez, dimensiones y peso para cumplir con esta especificación, debe estar contenido en gabinete metálico autosoportado. Para la alimentación de un interruptor con estas características se requiere utilizar un conductor formado por barras de cobre con una densidad de corriente igual a la corriente nominal secundaria más el 25% de sobrecarga.

En la Tabla N°2 se muestran los resultados del cálculo para los pasos 1 y 2 para los alimentadores de los conjuntos de trituración 2,3,5 y 7

### 3.- Cálculo a detalle del alimentador de mayor capacidad para conocer su corriente nominal, caída de tensión secundaria, calibre del conductor y porcentaje de regulación de voltaje.

En el conjunto de trituración N°5, el motor de mayor potencia es el instalado en el alimentador primario y sus características son: tipo inducción, jaula de ardilla, con los siguientes datos.

Sistema	Trifásico, 3F-4H
Potencia nominal de placa	200 Hp
Voltaje de operación	440 Volts
Eficiencia	85 %
Factor de potencia	90 %
Longitud del alimentador	93 mts
Temp. ambiente prom. operación	25 °C

Cálculo de sus parámetros.-

Fórmula analítica para conocer la ampacidad del conductor en función de la corriente nominal de la carga.

$$I = \frac{746 \times \text{Hp}}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times \text{Fp}} \quad \text{Amp}$$

$$I = \frac{746 \times 200}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.85 \times 0.90}$$

$$I = 256 \quad \text{Amp}$$

**TABLA DE CALCULO PARA OBTENER CORRIENTE DE CORTO  
CIRCUITO SIMETRICO QUE VERIFICA LA CAPACIDAD  
INTERRUPTIVA DEL INTERRUPTOR GENERAL DE LOS CONJUNTOS  
DE TRITURACION 2,3,5 Y 7**

**TABLA Nº2**

Transformador	Potencia <b>KVA</b>	Voltaje Sec. <b>Volts</b>	Impedancia de placa <b>%</b>	Int. Gral B.T.	Imp en $\Omega$	Cte. Cto. Cto <b>Amp.</b>
Conjunto 2	1250	440	5.20	3 X 2000A	0.0081	39,203
Conjunto 3	1250	440	5.20	3 X 2000A	0.0081	39,203
Conjunto 5	1500	440	6.90	3 X 2500A	0.0089	35,678
Conjunto 7.1	1000	440	5.00	3 X 1600A	0.0097	32,736
Conjunto 7.2 Y 7.3	1000	440	5.00	3 X 1600A	0.0097	32,736

Con el valor que se obtuvo de corriente, se selecciona un conductor con aislamiento tipo THW con capacidad térmica de 90°C para 600 V, considerando que este conductor va instalado en tubo conduit con otro tres conductores, se deben aplicar los factores de reducción de ampacidad que invariablemente se consideran por agrupamiento de conductores dentro de su canalización y por temperatura ambiente.

El valor de la corriente corresponde con un conductor Cal. 250 Mcm con ampacidad de 270 Amp a temperatura ambiente de 30°C al cual se le aplican los siguientes factores de reducción:

Fac. de corrección por agrupamiento	1.00	para 3 conductores
Fac. de corrección por Temp. ambiente	1.14	p/25°C Temp. Amb.

Factor de reducción resultante,                      Fac.Red. =  $1 \times 1.14 = 1.14$

Ampacidad resultante en el conductor               $270 \times 1.14 = 308 \text{ Amp}$

La ampacidad del conductor aumenta porque su corriente nominal está dada para temperatura ambiente de 30°C y la temperatura promedio de operación será de 25°C.

Una vez conocido el calibre seleccionado para el conductor, se debe conocer su resistencia "R", considerando que es de cobre suave, calibre 250 Mcm, cableado clase B, al 100 % de conductividad y que operará a la temperatura ambiente promedio de 25°C, porque así son las condiciones con las cuales se ha calculado la ampacidad del conductor Calibre 250 Mcm.

Las pérdidas a considerar por resistencia en corriente alterna y efecto Joule son:

- Pérdidas por efecto superficial
- Pérdidas por efecto de proximidad
- pérdidas por canalización en tubo metálico
- Pérdidas en el aislamiento por efecto capacitivo
- Pérdidas por corrientes inducidas en las pantallas de los cables

Ahora bien, estas pérdidas analizadas a detalle son proporcionales al nivel de voltaje de operación de los cables aislados, pero se considera (y se ha normalizado) que para niveles de hasta 600 Volts, que es nuestro caso, estas pérdidas son despreciables, además de que en baja tensión no se utilizan cables con pantalla.

Por lo tanto los valores de resistencia a la CD que se tomen del catálogo del fabricante se pueden utilizar igual para CA con fines prácticos en el cálculo de conductores.

Por dato del catálogo de Conduflex, Secc. I.171:  
 Para el conductor de 250 Mcm, su resistencia eléctrica a la CD a 20°C y al 100% de conductividad es de 0.139 Ohms/Km, la Sección transversal es de 127 mm<sup>2</sup>.

Fórmula analítica para corrección de resistencia por temperatura:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{T + T_1}{T + T_2}$$

R<sub>1</sub> = resistencia a la CD a 20°C del conductor Cu.Cal. 250 Mcm  
 (0.139 Ω/Km)

R<sub>2</sub> = resistencia a la temperatura ambiente promedio de operación (25 °C)

T<sub>1</sub> = Temperatura ambiente de 20 °C para prueba estandar de resistencia

T<sub>2</sub> = Temperatura ambiente promedio de operación (25 °C)

T = (234.5 °C) Temperatura de valor constante para el cobre suave, recocido, estirado en frío y al 100% de conductividad, el valor de esta temperatura es cuando la resistencia del cobre es igual a cero.

$$\frac{0.139}{R_2} = \frac{234.5+20}{234.5+25}$$

$$R_2 = \frac{259.50 \times 0.139}{254.50}$$

R<sub>2</sub> = 0.1417 Ohms/Km a 25 °C

R<sub>2</sub> = 1.417x10<sup>-4</sup> Ω/m a 25 °C

A este valor de resistencia, se le aplica la Ley de ohm térmica para conocer la temperatura (T<sub>c</sub>) generada por el cable cuando está operando a plena carga con su máxima ampacidad. Este cálculo es para verificar que no excederá la capacidad térmica del aislamiento que es de 90 °C.

$$\Delta T = T_c - T_a$$

T<sub>c</sub> = temperatura generada en el cable debida al flujo de corriente

T<sub>a</sub> = temperatura ambiente de operación (25 °C)

El calor generado por el conductor es el producido por el efecto Joule:

$$P = RI^2 \quad \text{Watts de pérdidas}$$

I = 308 Amp, Corriente a plena carga y a 25 °C

R<sub>2</sub> = 1.417x10<sup>-4</sup> Ohms/m a 25°C

Por lo tanto:

$$T_c - T_a = RI^2$$

$$T_c = 1.417 \times 10^{-4} \times 308^2 + 25$$

$$T_c = 38.44 \text{ } ^\circ\text{C/m}$$

- Caída de voltaje.-

Establecido lo anterior, se define que el conductor en condiciones normales de operación no rebasa la capacidad térmica del aislamiento que es de 90 °C, por lo tanto se reconfirma que el calibre del conductor seleccionado puede ser de 250 Mcm Awg siempre y cuando la caída de voltaje no exceda del límite permitido que es del 4% para esta clase de alimentadores. A continuación se hará la verificación.

Considérese el voltaje entre fases de 440 volts: se calcula la caída de tensión en porciento para verificar que el calibre seleccionado es el correcto.

Por Ley de Ohm:  $V = RI$

$$R = \sqrt{3} \times L \times R_2 \text{ para circuitos trifásicos}$$

L = Longitud del conductor en mts y en un solo sentido.

R<sub>2</sub> = Resistencia eléctrica debida al material del conductor en función de su calibre, de la temperatura ambiente. Es dato que ya se tiene calculado =  $1.417 \times 10^{-4}$  omhs/m

I = Corriente nominal a plena carga y a 25 °C = 380 Amp

- Porcentaje de caída de potencial.-

$$\% \Delta V = \frac{\sqrt{3} \times L \times R_2 \times I}{440} \times 100$$

Constante para calcular la caída de voltaje en el conductor seleccionado, en función de su voltaje y de la resistencia a 25 °C:

$$K_{\Delta V-250} = \frac{\sqrt{3} \times 1.417 \times 10^{-4}}{440} \times 100 \quad \text{Volts por Amp/Mto}$$

$$K_{\Delta V-250} = 0.00005578 \quad \text{Volts por Amp/Mto}$$

Por lo tanto, para la longitud y corriente nominal del alimentador, su porcentaje de caída de potencial será:

$$\% \Delta V = K_{250} \times L \times I$$

$$\% \Delta V = 0.00005578 \times 93 \times 308$$

$$\% \Delta V = 1.60 \text{ Volts,} \quad \text{mucho menor del 4\% permitido}$$

La conclusión de estos cálculos es que el conductor seleccionado cumple absolutamente con todos los requisitos para operar en el alimentador al que ha sido designado.

- Cálculo de canalizaciones para alojar los conductores de baja tensión

Los Reglamentos Nacionales e Internacionales de obras e instalaciones eléctricas han establecido como norma utilizar el 40% de la sección transversal de la canalización para conductores cuando es ducto cerrado y esto obedece a la necesidad de provocar espacios libres que permitan la disipación del calor generado en los conductores por efecto Joule, por efectos inductivos y por las altas temperaturas del ambiente, es muy importante establecer dentro del ducto un sistema para disipación de calor porque de no hacerlo, el incremento de temperatura disminuye de manera muy rápida la vida útil del aislamiento y la ampacidad del conductor.

Visto lo anterior, se calcula el diámetro del ducto cerrado que va a contener a los tres conductores del alimentador que nos ocupa, considerando además un hilo desnudo de cobre Cal. 1/0 para sistema de tierras del cual hablaremos en su sección correspondiente.

Datos del fabricante para cable de cobre con aislamiento tipo THW - 600V

Calibre	250 Mcm
Conductor de cobre suave cableado	Tipo B
Número de hilos en el cable	37 de 2.088 mmø cada uno
Diámetro nominal del conductor	14.605 mm
Espesor del aislamiento	2.41 mm
Diámetro nominal exterior	19.5 mm
Diámetro del cable desnudo Cal. 1/0	9.5 mm
Secc. Transv. de cable desnudo Cal. 1/0	53.49 mm <sup>2</sup>

Sección transversal total:

$S_T$  para 3 hilos de CCu-250Mcm

$$S_{T-3/250} = \frac{\pi d^2}{4} \times 3$$

$$S_{T-3/250} = \frac{\pi \times 19.5^2}{4} \times 3$$

$$S_{T-3/250} = 895.95$$

$$S_{T_{total}} = 895.95 + 53.49 = 949.43 \text{ mm}^2$$

Diámetro del tubo conduit para canalizar el cable:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times S_{T_{total}}}{0.407\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 949.43}{0.407\pi}}$$

$$D_{tubo} = 54.97 \text{ mm}\varnothing$$

El diámetro comercial para tubo conduit galvanizado pared gruesa más cercano al calculado es de 64 mm $\varnothing$  y este es el diámetro que será utilizado para canalizar este alimentador trifásico, mas su cable para referencia a tierra.

**4.-**Hoja electrónica de cálculo con las tablas analíticas que muestran los valores de los parámetros del resto de los alimentadores que forman el sistema de baja tensión.

Ver las siguientes tablas:

Tabla N° 3 Conjunto N°2

Tabla N° 4 Conjunto N°3

Tabla N° 5 Conjunto N°5

Tabla N° 6 Conjunto N°7

Es importante hacer notar que la Planta de asfalto solicita que se cumplan las siguientes observaciones:

- El mínimo calibre de cable a utilizar deberá ser del N°10 AWG en circuitos de fuerza.
- El mínimo calibre de cable a utilizar deberá ser del N°14 AWG en circuitos de Control.
- El mínimo diámetro de tubo conduit pared gruesa a utilizar para canalizar alimentadores deberá ser de 19 mm $\varnothing$ .

TABLA Nº 5

CONJUNTO DE TRITURACION Nº 5

TABLAS DE CALCULO PARA CONOCER: AMPACIDAD, RESISTENCIA, CAIDA DE VOLTAJE Y CANALIZACION PARA CONDUCTORES AISLADOS PARA 600 V

Especificación de parámetros constantes.

Sistema eléctrico balanceado simétrico, Voltaje 440 V, Temp. Ambiente de operación 25 °C, Capacidad térmica del aislamiento 80°C, Tipo de aislamiento THW, Cables clase "B"

Aplicación del motor En su conjunto de Trituración	DATOS DE LOS MOTORES		AMPAACIDAD DEL CONDUCTOR			RESISTENCIA ELECTRICA		CAIDA DE VOLTAJE		CONDUCTOR DEFINITIVO			Sección						
	Pot. Hp	Es. (KW)	F. Pot. Es. (KW)	Amp. Nombre	F. Ind. A 25°C	R. Ca. D/Km	R. Ca. D/Km	Temp. en °C	Long. en mts	Conductores Cables V/Amp	Permisible de Cables de V	Cables Rombovite	Aluminio mm²	Cable T. Tierra	Transm. mm²	T. Caudal Diámetro mm Calc. Radial			
<b>CONJUNTO DE TRITURACION Nº 5</b>																			
Transportador Nº 6	500	0.8000	0.7300	8.00	1.00	1.14	5.4143	25.44	40.00	0.00213140	0.7673	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Quilador primario	200.00	0.8000	0.7300	33.00	1.00	1.14	0.0704	35.27	50.00	0.0002770	0.9629	3-500	25.60	515.00	1-10	51.490	1.598.490	71.33	76
Quilador primario	500	0.8000	0.7300	8.00	1.00	1.14	5.4143	25.44	50.00	0.00213140	1.8032	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Quilador secundario	200.00	0.8000	0.7300	33.00	1.00	1.14	0.0704	35.27	50.00	0.0002770	0.5396	3-500	25.60	515.00	1-10	51.490	1.598.490	71.33	76
Quilador terciario	200.00	0.8000	0.7300	33.00	1.00	1.14	0.0704	35.27	50.00	0.0002770	0.3915	3-500	25.60	515.00	1-10	51.490	1.598.490	71.33	76
Troncal de cable	15.00	0.8000	0.7300	25.00	1.00	1.14	2.1413	28.91	110.00	0.00084293	2.4889	3-2	6.00	24.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Transportador Nº 7	50.00	0.8000	0.7300	84.00	1.00	1.14	0.5333	28.91	91.00	0.00084293	1.8339	3-2	10.50	42.00	1-6	13.299	274.299	29.55	32
Transportador Nº 8	10.00	0.8000	0.7300	17.00	1.00	1.14	5.3100	26.95	36.00	0.0013140	1.6579	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Troncal de cable	15.00	0.8000	0.7300	25.00	1.00	1.14	2.1413	28.91	110.00	0.00084293	2.6889	3-2	6.00	24.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Transportador Nº 1	10.00	0.8000	0.7300	17.00	1.00	1.14	5.3100	26.95	36.00	0.0013140	2.2000	3-8	6.00	24.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Transportador Nº 2	10.00	0.8000	0.7300	17.00	1.00	1.14	5.3100	26.95	36.00	0.0013140	2.6703	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Transportador Nº 3	20.00	0.8000	0.7300	34.00	1.00	1.14	3.4000	30.18	46.00	0.0013405	2.4051	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Cable del qum. Secundario	5.00	0.8000	0.7300	25.00	1.00	1.14	3.4000	30.18	46.00	0.0013405	2.3716	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Transportador Nº 4	5.00	0.8000	0.7300	8.00	1.00	1.14	5.3100	25.44	48.00	0.00213140	0.9208	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Transportador Nº 5	20.00	0.8000	0.7300	34.00	1.00	1.14	3.4000	30.18	46.00	0.0013405	2.4724	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Transportador más lrg.	7.50	0.8000	0.7300	13.00	1.00	1.14	5.3100	25.44	40.00	0.00213140	2.4724	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Transportador más derecho	30.00	0.8000	0.7300	50.00	1.00	1.14	0.8443	27.76	163.00	0.0003396	3.1028	3-4	9.00	36.00	1-8	8.367	200.367	25.25	32
Bomba de lubricación	1.00	0.8000	0.7300	2.00	1.00	1.14	5.3100	25.07	94.00	0.0003396	3.0076	3-4	9.00	36.00	1-8	8.367	200.367	25.25	32
Ailustrador vibratorio	75.00	0.8000	0.7300	126.00	1.00	1.14	0.3290	31.96	102.00	0.00013206	1.9016	3-10	13.60	54.00	1-6	13.299	448.299	37.78	51

**TABLA Nº 4**

**CONJUNTO DE TRITURACION Nº3**

**TABLAS DE CALCULO PARA CONOCER: AMPACIDAD, RESISTENCIA, CAIDA DE VOLTAJE Y CANALIZACION PARA CONDUCTORES AISLADOS PARA 600 V**

Especificación de parámetros constantes. - Sistema trifásico balanceado eléctrico, Voltaje 440 V, Temp. Ambiente de operación 25 °C., Capacidad térmica del aislamiento 90°C., Tipo de aislamiento THW, Cables clase "B"

Aplicación del motor En el conjunto de Trituración	DATOS DE LOS MOTORES			AMPACIDAD DEL CONDUCTOR			RESISTENCIA ELÉCTRICA			CAIDA DE VOLTAJE			CONDUCTOR DEFINITIVO			Sección		T. Cond. en Diámetro Cable Real			
	Pot. Hp	Vel. RPM	F. Pot. Ef. (%)	Amp. Nominal	F. Ind. T=25°C	Amp. Nominal	Res. en Ohms	Res. en Ohms	Temp. en °C	Temp. en °C	Long. en pies	Cables VIA/Am	Constante Cable	Percentaje de Caída de V	Calibre Nominal	Aluminio mm <sup>2</sup>	Cable mm <sup>2</sup>		Aluminio mm <sup>2</sup>	Aluminio mm <sup>2</sup>	Aluminio mm <sup>2</sup>
<b>UNIDAD PRIMARIA</b>	200.00	0.8000	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1185	37.69	91.00	0.00094656	1.3771	3-350 mm <sup>2</sup>	22.20	387.00	1-1/0	53.490	1,214,490	62.18	64
Cable	50.00	0.8000	0.8000	71.00	1.00	1.14	81.00	0.8200	0.8485	30.57	91.00	0.00033096	2.4616	3-4	9.00	64.00	1-6	13.299	203.299	25.56	32
Alimentador	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1415	28.68	83.00	0.00084293	2.8625	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bombas de lubricación	1.00	0.8000	0.8000	1.00	1.00	1.14	1.00	5.3100	5.4143	25.01	90.00	0.00213140	0.1918	3-10	4.00	13.00	1-12	3.307	42.307	11.60	19
<b>UNIDAD SECUNDARIA</b>	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1415	28.68	66.00	0.00084293	2.7810	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Cable Nº1	200.00	0.8000	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1185	37.69	54.00	0.00094656	0.8474	3-350 mm <sup>2</sup>	22.20	387.00	1-1/0	53.490	1,214,490	62.18	64
Generador 1	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	55.00	0.00134065	3.0732	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bombas Nº2	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1415	28.68	72.00	0.00084293	2.4883	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bombas Nº3	10.00	0.8000	0.8000	14.00	1.00	1.14	16.00	5.3100	5.4143	25.34	47.00	0.00213140	1.6028	3-10	4.00	13.00	1-12	3.307	42.307	11.60	19
Bombas Nº4	3.00	0.8000	0.8000	4.00	1.00	1.14	5.00	5.3100	5.4143	25.34	53.00	0.00213140	0.5648	3-10	4.00	13.00	1-12	3.307	42.307	11.60	19
<b>UNIDAD TERCERA</b>	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	50.00	0.00134065	2.7483	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Cable Nº2	200.00	0.8000	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1185	37.69	58.00	0.00094656	0.8777	3-350 mm <sup>2</sup>	22.20	387.00	1-1/0	53.490	1,214,490	62.18	64
Generador Nº2	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	47.00	0.00134065	2.5834	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bombas Nº4	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	51.00	0.00134065	2.8033	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bombas Nº5	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	57.00	0.00134065	2.8393	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bombas Nº6	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1415	28.68	74.00	0.00084293	2.5374	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bombas Nº7	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1415	28.68	91.00	0.00084293	3.1450	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bombas Nº8	25.00	0.8000	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	58.00	0.00134065	0.3888	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19

**TABLA Nº 3**

**TABLAS DE CALCULO PARA CONOCER: AMPACIDAD, RESISTENCIA, CAIDA DE VOLTAJE Y CANALIZACION PARA CONDUCTORES AISLADOS PARA 600 V**  
**CONJUNTO DE TRITURACION Nº2**

Especificación de parámetros constantes.-  
 Sistema eléctrico balanceado trifásico, Voltaje 440 V, Temp. Ambiente de operación 25 °C., Capacidad térmica del aislamiento 90°C., Tipo de aislamiento THW, Cables de clase "B"

Aplicación del motor En un conjunto de Trituración	DATOS DE LOS MOTORES		AMPACIDAD DEL CONDUCTOR				RESISTENCIA ELECTRICA			CAIDA DE VOLTAJE			CONDUCTOR DEFINITIVO			T. Condición				
	Pot. Hp	P. Pot. En (KW)	Alamp. Amp.	F. Amp. Amp.	F. Amp. Amp.	Temp. en °C	Res. Ohm de Cal. Ohm	Temp. en °C	Temp. en °C	Long. en pies	Cuentas de Cables VAlent	Percentaje de Cables de V	Calibre Bussbars	Albedo mm²	Diam. Tierra	Cable SI mm²	Seción Transver. mm²	Calc.	Real	
<b>UNIDAD PRIMARIA</b>																				
Alimentador	200.00	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1183	37.49	62.00	0.00004656	0.9382	3-350 mm	22.20	387.00	1-10	33.690	1,214.490	62.18	64
Bomba Nº 1	25.00	0.8000	71.00	1.00	1.14	81.00	0.8300	0.8483	30.57	63.00	0.00131965	1.7042	3-4	7.80	48.00	1-10	5.260	149.260	21.80	32
Bomba de lubricación	1.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	56.00	0.00134065	3.0781	3-10	6.00	28.00	1-12	3.307	87.307	16.67	19
							5.3100	5.4143	25.01	38.00	0.00213140	0.1726	3-12	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
<b>UNIDAD SECUNDARIA</b>																				
Cable Nº 1	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	36.00	0.00134065	1.8788	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Cable Nº 2	200.00	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1183	37.49	26.00	0.00004656	0.2924	3-350 mm	22.20	387.00	1-10	33.690	1,214.490	62.18	64
Bomba Nº 2	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	26.00	0.00134065	1.4291	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bomba Nº 3	10.00	0.8000	14.00	1.00	1.14	16.00	3.3400	3.4056	30.72	43.00	0.00134065	2.5636	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bomba de lubricación	3.00	0.8000	4.00	1.00	1.14	5.00	5.3100	5.4143	25.14	21.00	0.00213140	0.7844	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
												0.2664	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
<b>UNIDAD TERCERA</b>																				
Cable Nº 1	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	41.00	0.00134065	2.2536	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Cable Nº 2	200.00	0.8000	285.00	1.00	1.14	325.00	0.1160	0.1183	37.49	48.00	0.00004656	0.7264	3-350 mm	22.20	387.00	1-10	33.690	1,214.490	62.18	64
Bomba Nº 4	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	32.00	0.00134065	1.7389	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bomba Nº 5	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	43.00	0.00134065	2.5636	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bomba Nº 6	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	3.3400	3.4056	30.72	43.00	0.00134065	2.5636	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19
Bomba Nº 7	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1413	28.60	66.00	0.00004293	2.8310	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bomba Nº 8	25.00	0.8000	36.00	1.00	1.14	41.00	2.1000	2.1413	28.60	82.00	0.00004293	2.8339	3-8	6.00	28.00	1-10	5.260	89.260	16.86	19
Bomba de lubricación	3.00	0.8000	4.00	1.00	1.14	5.00	5.3100	5.4143	25.14	51.00	0.00213140	0.5435	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15	19

**TABLA Nº 6**

**CONJUNTO DE TRITURACION Nº7**

**TABLAS DE CALCULO PARA CONOCER: AMPACIDAD, RESISTENCIA, CAIDA DE VOLTAJE Y CANALIZACION PARA CONDUCTORES AISLADOS PARA 600 V**

Specificación de parámetros constantes.- Sistema trifásico balanceado simétrico, Voltaje 440 V, Temp. Ambiente de operación 25 °C., Capacidad térmica del aislamiento 90°C., Tipo de aislamiento THW, Cables clase "B"

Aplicación del motor En su conjunto de Trituración	DATOS DE LOS MOTORES			AMPACIDAD DEL CONDUCTOR			RESISTENCIA ELECTRICA			CAIDA DE VOLTAJE			CONDUCTOR DEFINITIVO			Sección		T. Cables Dímetro mm Calc. Real	
	Pot. Hp	Et. (0/1) Es (0/1)	F. Pot. Ea (0/1)	F. Amp. Nominal	F. Amp. Aggr.	F. Amp. Residual	Res. de Cal. Ω/in	Res. de Cal. Ω/in	Temp. T <sub>c</sub> en °C	Long. en pies	Constante Cada V/A/ft	Factor 4 % Permitido de Caida de V	Calibre Rembaste	Alambre normal	Dim. Tierra Calibre	Dim. Tierra Si mm <sup>2</sup>	Transv. mm <sup>2</sup>		mm <sup>2</sup>
<b>PRIMERA SECCION 71</b>																			
Quebradora secundaria	200.00	0.8000	0.7800	314.00	1.00	1.14	0.0925	0.0943	37.09	50.00	0.00003713	0.6646	3-400 mcm	73.40	430.00	1-10	51.490	1343.490	76
Quebradora terciaria	200.00	0.8000	0.7800	314.00	1.00	1.14	0.0925	0.0943	37.09	48.00	0.00003713	0.6380	3-400 mcm	73.40	430.00	1-10	51.490	1343.490	76
Quebradora cuaternaria	250.00	0.8000	0.7800	392.00	1.00	1.14	0.0775	0.0536	36.71	48.00	0.00003308	0.4952	3-600 mcm	25.30	629.00	1-20	67.430	1954.430	102
Cable cónica	20.00	0.8000	0.7800	31.00	1.00	1.14	3.3400	3.4056	29.17	53.00	0.00134063	2.4869	3-10	4.60	17.00	1-6	13.299	64.239	19
<b>SEGUNDA SECCION 72</b>																			
Máquina Grizzly	10.00	0.8000	0.7800	16.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	26.75	10.00	0.00213140	0.3037	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Transportador Nº9	15.00	0.8000	0.7800	24.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	15.00	0.00213140	0.3632	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Chorro alimentador	30.00	0.8000	0.7800	47.00	1.00	1.14	1.3200	1.3459	28.92	30.00	0.00052984	0.8383	3-6	7.80	48.00	1-10	5.260	149.260	25
Transportador Nº3	10.00	0.8000	0.7800	16.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	10.00	0.00213140	0.3037	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Máquina Grizzly	20.00	0.8000	0.7800	31.00	1.00	1.14	3.3400	3.4056	29.17	20.00	0.00134063	0.9783	3-4	9.00	64.00	1-8	8.367	200.367	25.25
Cable Vibratoria general	40.00	0.8000	0.7800	63.00	1.00	1.14	0.8320	0.8483	29.40	40.00	0.00033396	0.9618	3-4	9.00	64.00	1-8	8.367	200.367	25.25
Transportador Nº5	5.00	0.8500	0.7800	7.00	1.00	1.14	1.3300	1.3459	28.92	5.00	0.00033396	0.8853	3-6	7.80	48.00	1-10	5.260	149.260	21.80
Transportador Nº4	30.00	0.8000	0.7800	47.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	30.00	0.00052984	0.8383	3-6	7.80	48.00	1-10	5.260	149.260	21.80
Transportador Nº6	15.00	0.8000	0.7800	24.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	15.00	0.00213140	2.3019	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Vibrador	15.00	0.8000	0.7800	24.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	15.00	0.00213140	2.3019	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Transportador de 47"	50.00	0.8000	0.7800	78.00	1.00	1.14	0.8320	0.8483	31.72	50.00	0.00033396	1.4861	3-4	9.00	64.00	1-8	8.367	200.367	25.25
Transportador Nº10	15.00	0.8000	0.7800	24.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	15.00	0.00213140	0.8632	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Transportador Nº11	15.00	0.8000	0.7800	24.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	28.95	15.00	0.00213140	0.8632	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Transportador Nº7	5.00	0.8000	0.7800	8.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.44	5.00	0.00033396	0.9959	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Quebrador primario	150.00	0.8000	0.7800	235.00	1.00	1.14	0.1390	0.1417	33.18	150.00	0.00006579	2.2429	3-250 mcm	19.50	299.00	1-10	51.490	950.490	64
<b>TERCERA SECCION 73</b>																			
Bomba de fabricación	5.00	0.8500	0.7800	7.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.35	5.00	0.00213140	0.3696	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de fabricación	2.00	0.8500	0.7800	3.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.05	2.00	0.00213140	0.3261	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Ventilador del radiador	7.50	0.8500	0.7800	11.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.92	7.50	0.00213140	1.4131	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de sistema hidráulico	0.50	0.8000	0.7800	1.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.01	5.00	0.00213140	0.1087	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Transportador Nº4	30.00	0.8000	0.7800	47.00	1.00	1.14	1.3200	1.3459	28.92	17.00	0.00052984	3.4334	3-6	7.80	48.00	1-10	5.260	149.260	25
Bomba de fabricación	5.00	0.8000	0.7800	8.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.44	5.00	0.00213140	0.9975	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de fabricación	2.00	0.8000	0.7800	3.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.05	2.00	0.00213140	0.3325	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Ventilador del radiador	7.50	0.8000	0.7800	12.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	26.06	7.50	0.00213140	1.5117	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de sistema hidráulico	0.50	0.8500	0.7800	1.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.01	5.00	0.00213140	0.1108	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de fabricación	5.00	0.8500	0.7800	7.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.35	5.00	0.00213140	0.9037	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de fabricación	2.00	0.8500	0.7800	3.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.05	2.00	0.00213140	0.3389	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Ventilador del radiador	7.50	0.8500	0.7800	11.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.92	7.50	0.00213140	1.4685	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15
Bomba de sistema hidráulico	0.50	0.8500	0.7800	1.00	1.00	1.14	5.3100	5.4143	25.01	5.00	0.00213140	0.1130	3-10	4.60	17.00	1-12	3.307	54.307	13.15

### **5.3.- SISTEMA DE ALUMBRADO PERIMETRAL.-**

#### **Descripción del criterio utilizado para definir el desarrollo de este sistema:**

Por el tamaño de su terreno y por la naturaleza del trabajo que debe desempeñar, la nueva Planta Trituradora de Productos Basálticos quedó integrada con las instalaciones que fueron definidas en los capítulos anteriores y estas a su vez, requieren de un sistema de alumbrado de las siguientes características:

- Interior.- Para oficinas, almacenes, talleres, casetas de subestaciones.
- Exterior.- Para patios de carga y descarga, áreas de instalación de los conjuntos de trituración, básculas, caminos de acceso y vías de circulación.
- Alumbrado perimetral.-

Este sistema es el más importante de todos los de alumbrado de la Planta y por tal razón se explicará a detalle la base y análisis de su diseño.

En el Cap.Segundo se dice: el terreno con sus 926,534.79 m<sup>2</sup> de superficie, tiene un perímetro de 4,888.59 mts. formado por una poligonal irregular que se muestra en el plano N<sup>o</sup> PLA.04 y Planta de Asfalto solicita que este perímetro sea iluminado para seguridad.

Ahora bien, en este capítulo se dan los detalles para esta etapa del proyecto que se basa en el criterio explicado en el Cap.segundo y es el siguiente:

La naturaleza del proyecto es iluminar con criterio de seguridad en un terreno completamente agreste y boscoso, sin pavimento, sin banquetas, sin construcciones urbanas de manera que algunos factores de los que normalmente se aplican en diseño de alumbrado de calles, obras y distribuidores viales, han sido despreciados porque no son rigurosas las normas aplicadas a los sistemas de iluminación en estas condiciones y en casos como este se depende en un gran porcentaje de la calidad del luminario para obtener resultados satisfactorios.

Uno de los factores que se desprecian es la uniformidad de iluminación que proporciona visibilidad, contraste y confort. No se toma en cuenta este factor porque la uniformidad depende de la iluminación mínima horizontal y del valor de iluminación promedio, aunque intrínsecamente son valores existentes en este sistema y medibles, su relación no es constante y por lo tanto no se toma en cuenta.

Las recomendaciones de la IES (Illuminating Engineering Society) en cuanto a niveles de iluminación promedio mantenido de 6, 12 y 20 luxes, representan el promedio mínimo que deberá mantenerse en calles o avenidas vehiculares de clasificación comercial, intermedia o residencial, sin embargo en este caso es otro factor que no se aplica rigurosamente por la naturaleza de las áreas por iluminar.

#### Factores de cálculo fotométrico.

- Tipo de poste para montaje del luminario.-

Como alimentador primario para este sistema de alumbrado, se tenderá en el perímetro del predio la línea aérea de 23 Kv cuyas características eléctricas y mecánicas se definieron y calcularon en la primera parte de este capítulo.

Esta línea aérea estará soportada en estructura Norma CFE a base de poste de concreto y la seleccionada es la tipo "V" porque en su configuración permite instalar la red de baja tensión muy independiente de la alta tensión por tener su cruceta volada lo que facilita el mantenimiento al sistema de luminarios y su control, sin exponer la seguridad del operario que esté en el poste en el lado de baja tensión.

- Altura de montaje para el luminario.-

Por lo anterior, este diseño no cuenta con postes tipo mobiliario urbano especiales para el alumbrado, de manera que deben ser utilizados los postes de Norma CFE para electrificación y sistemas de alumbrado tipo Rural que son de concreto 11-500.

Específicamente quiere decir, 11.00 mts de altura y 500 Kgs/cm<sup>2</sup> de resistencia mecánica, Se define su utilización de la siguiente manera:

Empotramiento	1.80 mts
Punta de poste para AT	1.00
Altura de montaje de bastidores de BT	8.20
Libramiento del último hilo de BT al suelo	7.60 mts

Por lo tanto, la altura de montaje de luminarios en el lado de baja tensión y a 20 cm abajo del último hilo de la red de BT es de 7.40 mts.

- Distribución del equipo de iluminación.

En función de la topografía del terreno, del ancho de los caminos de circulación, del tipo de vehículos que van a utilizar estos caminos, de la máxima velocidad permitida y de la posible localización de los postes, se define que la distribución del equipo de iluminación debe ser instalado con la configuración en una sola hilera.

- Distancia interpostal

Por la naturaleza de la instalación, por condiciones del terreno y para tener una modulación interpostal adecuada a la Norma CFE de zonas rurales, se decide instalar los postes de concreto con una distancia máxima de 45.00 mts, con un luminario en cada uno y en base a esta distancia se podrán calcular algunos parámetros fotométricos del sistema.

Si se observa, la relación entre la distancia interpostal y la altura de montaje del luminario es 6 veces, lo cual implica que la uniformidad luminosa no está dentro de las normas generales para alumbrado de calles que recomiendan una relación de 4 como mínimo.

- Longitud del brazo del luminario

Se dijo que los postes de concreto donde van montados los luminarios, quedan instalados pegados a la barda perimetral del predio de manera que en ciertos tramos se localizan a la vera del camino de circulación y en ciertos tramos alejados hasta 50 mts transversales a estos caminos.

Esta condición de instalación impone que para facilidad de mantenimiento de luminarios, controles y accesorios, un líniero con bandola y refacciones debe subir al poste y hacer labor de reposición de componentes, pero esta acción está condicionada a que una vez arriba del poste, su bandola extendida le permita alcanzar al luminario para maniobrar en el lo que se requiera.

Por esta razón, el largo del brazo del luminario debe ser de 60 cm y estar formado de tubo de acero cédula 30 galvanizado, con una placa soldada en uno de sus extremos para poder fijar este brazo al poste con abrazaderas de Norma propias para líneas de distribución en baja tensión.

- Selección del tipo de luminario

Los luminarios para alumbrado de calles definen su tipo en función del control que tenga en la distribución lateral del flujo luminoso, de manera que un luminario es de distribución simétrica y Tipo V, cuando su diagrama isocandela demuestra una traza de intensidad luminosa simétrica y circular de la misma intensidad en todos los ángulos laterales alrededor del luminario, por su naturaleza, este luminario se instala en áreas abiertas y preferentemente en punta de poste.

Asi mismo, un luminario es de distribución asimétrica y Tipo IV cuando su diagrama isocandela de la mitad de la intensidad máxima, tiene su lado calle contenido dentro de la zona que alcanza más allá del valor de 2.75 veces la altura de montaje con respecto al eje longitudinal de la vía de tráfico y se instala en las laterales de la vía de tráfico.

Por su buen diseño para control en la distribución lateral este luminario es el que utilizaremos para alumbrado del perímetro del predio.

#### Características generales de este luminario

##### Características fotométricas:

Eficiencia total mínima	80 %
Eficiencia mínima del lado calle	47 %
Eficiencia mínima del lado banqueta	25 %
Curva de distribución	Para lámpara del tipo HID-VSAP
Control vertical	Curva media
Control lateral	Tipo III y IV Norma IES/ANSI RP-8
Control de distribución	No cut-Off a Máx. candelas
Portalámparas para base mogul	12 posiciones, 3 Vert, 4 Horiz.
Depreciación del conjunto óptico	1% 1ºaño, 2% 4ºaño, 4% 8ºaño
Luminario de cierre hermético	através de empaques de neopreno y con sistema de filtrado a través de filtro de carbón activado que no permita el paso de impurezas dentro del luminario, lo preserva y ayuda a que su factor de mantenimiento cumpla sin permitir que se manifieste a corto plazo la depreciación del luminario.
Factor de depreciación del luminario	0.95 LDD

**Características mecánicas:**

Construcción del cuerpo del luminario	Fundición a presión de aluminio
Pintura de acabado	Gris claro, norma ASTM-D-3359-74
Herrajes y tornillería	Acero y aluminio
Fijación a la ménsula	Resista vibración de 2g V y 4g H.
Sistema de cierre	Seguro y operable a una mano
Módulo de potencia	Una sola pieza recinto de balastro

**Características fotométricas:**

Conjunto óptico	Reflector, refractor, portalámparas
Reflector	Aluminio de 1.5 mm hidroformado
Refractor	Prismático, borosilicato alta Resist.

● **Potencia y tipo de lámpara**

Las lámparas para iluminación del perímetro de este predio deben cumplir con los requisitos de eficiencia en la entrega de lúmenes/Watt, ahorro en el consumo de energía, confiabilidad en sus horas de vida útil y alta calidad en sus características físicas, fotométricas y eléctricas.

Con estas condiciones, las lámparas seleccionadas son del tipo de descarga eléctrica en gas de vapor de sodio en alta presión, alimentadas por balastros de potencia constante regulada.

**Características generales de esta lámpara:**

**Características físicas:**

Potencia nominal	250 Watts
Tipo de base	Mogul
Tipo de bulbo	Tubular transparente
Material del bulbo	Vidrio borosilicato de Pb
Diámetro del bulbo	57.2 mm
Longitud del arco	64 - 70 mm
Largo total	247.6 mm
Largo al centro de luz	146 mm
Temperatura máxima del bulbo	400 °C
Temperatura máxima en la base	210 °C

**Características fotométricas:**

Lúmenes iniciales promedio	27500
Lúmenes medios a 10 horas/arranque	24750
Vida mínima promedio considerando 10 hrs. por encendido	20000
Temperatura de color	2100 °Kelvin
Factor de depreciación Lúmenes/Lámp	0.90 LLD

**Características eléctricas y de encendido:**

Voltaje nominal RMS	100 Volts
Corriente nominal RMS	3 Amp
Máximo factor de cresta	1.8 Amp
Máxima corriente RMS de arranque	4.5 Amp
Voltaje RMS de circuito abierto	195 Volts

**Características de arranque:**

Voltaje pico del pulso de arranque	2.5 - 4.0 Kv
Ancho mínimo del pulso a 90% del voltaje mínimo del pulso	1.00 microsegundo
Mínima repetición del pulso en veces por ciclo	1.00
Mínima corriente de pico del pulso	0.2 Amp
Tiempo de encendido	3 a 4 min
Tiempo de reencendido	1 min

**Componentes de cálculo para el sistema:**

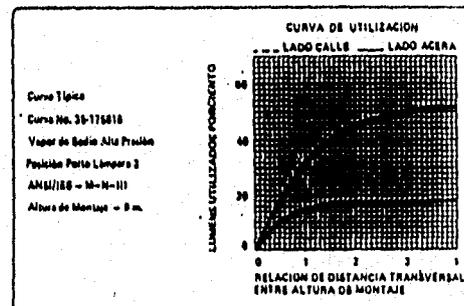
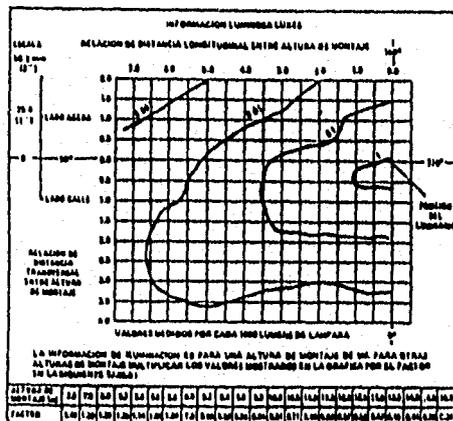
**Coefficiente de utilización.-**

Este factor determina, de la luz total emitida por la lámpara cual es el porcentaje que el luminario aprovecha, controla y envía hacia la superficie por iluminar.

Técnicamente es la relación del flujo luminoso recibido sobre una superficie desde un luminario dividido entre lúmenes emitidos por una lámpara por si sola.

**Procedimiento de cálculo práctico.-**

Puesto que el ancho de la vía no existe, se determina que la longitud por iluminar transversal al eje vertical del poste es de 20 mts. y la altura de montaje está definida en 7.40 mts, por lo tanto, la relación de distancia transversal sobre altura de montaje vale:  $20/7.40 = 2.70$ . Se lleva este valor a la gráfica del coeficiente de utilización proporcionada por el fabricante del luminario y se aplica sobre los valores del eje horizontal. Se levanta la vertical hasta interceptar la curva para el lado calle y se tiene que el valor obtenido es de: 54 % para la curva de utilización.



La siguiente relación matemática establece la manera de calcular en forma práctica el valor del nivel promedio de iluminación en luxes:

$$N_p = \frac{LL \times C_U \times F_m}{D_i \times A_v}$$

Donde:

$N_p$  = Nivel promedio de iluminación en Luxes

$LL$  = Lúmenes de lámpara, (27500)

$C_U$  = Coeficiente de utilización, (0.54, 0/1)

$F_m$  = Factor de mantenimiento del luminario

$D_i$  = Distancia Interpostal (45.00 mts)

$A_v$  = Ancho de la Vía (Se consideraron 20 mts transversales)

Para el valor de  $F_m$  se tiene:

$$F_m = LLD \times LDD$$

$$F_m = 0.90 \times 0.95 = 0.86$$

Por lo tanto:

$$N_p = \frac{27500 \times 0.54 \times 0.86}{45 \times 20}$$

$$N_p = 14.19 \text{ Luxes de iluminación promedio mantenida}$$

Estos valores son el resultado de una manera práctica de calcular el nivel de iluminación, pero no son rigurosamente ciertos porque la superficie del terreno no es homogénea y la altura de montaje con respecto a la línea imaginaria de horizonte también es variable por la topografía del terreno. Finalmente, son bastantes los tramos que contienen una gran cantidad de vegetación de manera que casi se pierde la eficiencia del luminario. Básicamente se considera que este nivel de 14.19 luxes existe en los tramos donde el terreno es más o menos plano y se mantiene así durante dos o tres distancias interpostales consecutivas y si así no sucede, el nivel calculado existe a pie de poste y sin tener buena contribución de iluminación de los luminarios vecinos.

Por esta razón no se utilizó el método de cálculo de punto por punto que es el más preciso para conocer analíticamente los parámetros de un sistema de alumbrado de calles.

Aplicando normas CFE para electrificación Rural y colocando un luminario en cada poste de esta línea de distribución donde la distancia interpostal es de 45 mts en el terreno caben 110 luminarios en el perímetro, más 39 luminarios en caminos vecinales y áreas de oficinas, almacenes y talleres.

De los 110 luminarios perimetrales, 45 serán de 400 W porque van al frente del predio donde la Planta de Asfalto pidió mayor iluminación y el resto de 65 luminarios serán de 250 W instalados en el perímetro.

Los circuitos alimentadores en baja tensión para estos luminarios se forman con una línea de 2 fases, 3 hilos de cable desnudo ACSR Cal.6, tendida en bastidores con aisladores tipo carrete y esta a su vez es alimentada por transformadores monofásicos de 15 y 25 Kva colocados en los postes de manera que cada transformador maneja dos circuitos con 10 lámparas cada uno, controlados por contactor electromagnético de apertura y cierre automático por medio de fotocelda.

La disposición de este equipo de iluminación se muestra en plano PLA.08 Alumbrado Perimetral, incluyendo su cuadro de cargas, diagrama de balanceo de fases, diagrama de regulación de voltaje, diagrama de corrientes por circuito y diagrama esquemático del circuito de control para los contactores y fotocelda.



# ***CAPITULO VI***

## **CALCULO ANALITICO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA BAJO CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO**

- 6.1 Consideraciones generales para el diagrama de impedancias**
- 6.2 Datos generales**
- 6.3 Valores base**
- 6.4 Valores en por unidad**
- 6.5 Valores de impedancias equivalentes**
- 6.6 Valores de corto circuito trifásico simétrico**
- 6.7 Consideraciones generales**



## **CAPITULO SEXTO.-**

### **CALCULO ANALITICO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA BAJO CONDICIONES DE CORTO CIRCUITO.**

Para este análisis se ha implementado el mismo sistema utilizado en todos los capítulos técnicos anteriores y consiste en calcular con todo detalle uno de los alimentadores y el resto del sistema se calcula por medio de hoja electrónica de cálculo.

En el diagrama unifilar general se muestra el arreglo eléctrico de esta Planta Industrial y por lo tanto la configuración del sistema de potencia y el circuito de distribución que será analizado.

Este análisis calcula la magnitud de las corrientes de corto circuito que serán comparadas con las capacidades interruptivas de los dispositivos como interruptores y fusibles, destinados a proteger los circuitos en donde se hagan presentes estas corrientes.

Cuando la capacidad interruptiva de los equipos de protección sea congruente con las magnitudes de estas corrientes en sus condiciones más severas, se seleccionarán los rangos o ajustes de estos dispositivos para coordinar su accionamiento directo principalmente sobre relevadores y fusibles.

Se tomará en cuenta que la subestación Coapa de CLF, es de donde saldrá el alimentador para la acometida en 23 Kv y la misma CLF proporcionó los datos de la potencia de contribución al corto circuito así como la impedancia en Ohms de este alimentador que mide 26.800 Km de longitud desde esa subestación de salida hasta el punto de entrega de la acometida en la Planta Productora de Triturados Basálticos en Parres, Tlalpan D.F.

#### **6.1 CONSIDERACIONES PARA EL DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS .**

- El diagrama unifilar de impedancias, representa el arreglo del sistema eléctrico que está en análisis y los valores de las impedancias utilizadas están en por unidad a la potencia base definida de 100 Mva con el voltaje base propio del sistema.

- Para este análisis se escogieron 6 puntos de falla que son en :
  - 1.- Barras de la Subestación receptora.
  - 2.- Barras de la Subestación Conjunto 5 y 7.
  - 3.- Barras de la Subestación Conjunto 2 y 3.
  - 4.- Barras del C.C.M. del conjunto N°5
  - 5.- Barras del C.C.M. del conjunto N°2
  - 6.- Barras del interruptor de seguridad del motor de mayor capacidad del conjunto 7.1

- Los conductores del sistema están representados por su impedancia en por unidad a las bases del estudio utilizando los datos de las impedancias en Ohms calculadas en la tabla de impedancias del Cap.V. (tabla N°1)

- Los transformadores de cada subestación tienen sus datos de placa con valores de impedancia en por ciento a las bases propias del transformador y para fines de este análisis se convierten a las bases propias establecidas en el estudio.

- Para el caso de los puntos de falla del N°1 al 5, se agruparon todos los motores de cada conjunto en un impedancia equivalente, con la siguiente notación:

Conjunto 5	(Z <sub>C5</sub> )
Conjunto 7.1	(Z <sub>C7.1</sub> )
Conjunto 7.2.3.	(Z <sub>C7.23</sub> )
Conjunto 2	(Z <sub>C2</sub> )
Conjunto 3	(Z <sub>C3</sub> )

Para analizar el punto de falla N°6, se separó en dos impedancias, una para el motor de mayor capacidad del conjunto 7.1 (Z<sub>MGC71</sub>) y la segunda para el resto de los motores agrupados en una impedancia equivalente (Z<sub>EqC71</sub>), y se adiciona la impedancia del alimentador para el motor de mayor capacidad (Z<sub>AMGC71</sub>).

Para todos los casos se considera un valor de reactancia subtransitoria (X<sub>d</sub>) 25% para los motores de inducción del tipo de los existentes.

- En esta Planta Industrial se ha considerado que el sistema es trifásico, balanceado y simétrico, por lo tanto la mayor corriente de corto circuito se presenta cuando la falla es trifásica y esta corriente será menor cuando la falla sea de fase a tierra o de fase a fase.

Los cálculos serán por lo tanto para obtener los valores de la corriente de corto circuito trifásico precisamente por ser el más severo y de mayor valor.

- Siendo el sistema operado en 440 V, la resistencia eléctrica de los cables es la parte predominante para conocer la magnitud total de la corriente de corto circuito y considerando que la longitud de los alimentadores en baja tensión es semejante a la de alimentadores aéreos en 23 Kv, se tomarán por esa razón para todo el sistema las impedancias en sus dos componentes, resistivas y reactivas para todos los dispositivos integrantes de la red eléctrica en estudio.

## 6.2 DATOS GENERALES

### 6.2.1 SISTEMA DE CLF .-

- La impedancia en Ohms de suministro de CLF es en forma cartersiana:  $Z_L = 5.4381 + j7.1944 \Omega$

### 6.2.2 SISTEMA DE LA PLANTA P.T.B.

- El cálculo se efectuará con el método de por unidad [0/1]
- La base de potencia trifásica es de 100 Mva
- La base de voltaje trifásico es de 23 Kv.
- Los voltajes se referirán a la base utilizando la relación de transformación de cada transformador.
- Se calcularán únicamente valores de corto circuito trifásico.

### 6.2.3 CONSIDERACION DE IMPEDANCIAS

Aquí se da el valor de las impedancias para los componentes que integran el diagrama unifilar, considerados desde las barras de la subestación receptora en 23 Kv hasta el grupo de los motores equivalentes del sistema en baja tensión de 440 V y se establece que se toman con valor de impedancia cero, las barras de las subestaciones, los interruptores en 23 y 0.440 Kv, las barras de los CCM's y los arrancadores para motores.

El arreglo físico se muestra en:  
Plano N° DUZ.01, Diagrama unifilar de impedancias.

La secuencia de cálculo es como sigue:

- Obtención de los valores base de Voltaje, Corriente e Impedancia.
- Convertir los valores de CLF a las bases del estudio.
- Determinar los valores de las impedancias en por unidad para los sistemas en alta y baja tensión.
- Determinar los valores de las impedancias equivalentes para cada punto de falla.
- Determinar la corriente simétrica trifásica en Amperes de corto circuito para cada punto de falla.

Cada componente se dará en sus valores de por unidad y a las bases establecidas de 100 Mva y a su nivel de voltaje en 23 ó 0.440 Kv.

### 6.3 VALORES BASE .-

$$V_{B23} = 23 \text{ KV}$$

$$V_{B0.44} = 0.440 \text{ KV}$$

Corriente Base para 23 Kv y 100 Mva:

$$I_{B23} = \frac{[Kva]_B}{\sqrt{3} \times [Kv]_B}$$

$$I_{B23} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 23}$$

$$I_{B23} = 2510 \text{ Amp}$$

$$I_{B0,44} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 0.44} = 131,215.9703 \text{ Amp}$$

Impedancia base en Ohms por fase para 23 Kv y 100 Mva:

$$Z_{B23} = \frac{1000 \times [Kv]_B^2}{[Kva]_B}$$

$$Z_{B23} = \frac{1000 \times 23^2}{100000}$$

$$Z_{B23} = 5.2900 \text{ Ohms}$$

$$Z_{B0,44} = \frac{1000 \times 0.44^2}{100000} = 0.0019 \text{ Ohms}$$

#### **VALORES DE C.L.F. A LAS BASES DEL ESTUDIO.**

Impedancia en por unidad del sistema CLF para la acometida.-

$$Z_L = 5.4381 + j7.1944 \quad \Omega$$

$$Z_{pu} = \frac{5.4381 + j7.1944}{5.2900} = 1.0280 + j1.3600$$

$$Z_{CLF} = 1.7048 \angle 52.91^\circ \quad [0/1] \text{ a las bases de 23 Kv y 100 Mva.}$$

#### **6.4 VALORES EN POR UNIDAD**

##### **VALORES DE LAS IMPEDANCIAS EN POR UNIDAD Y A LOS VALORES BASE DEL ESTUDIO.**

PRIMERA PARTE .- Sección de alta tensión.

En seguida se calcula el valor de las impedancias de los componentes que integran el diagrama unifilar.

Los alimentadores del sistema de alta tensión de acuerdo al plano N° DUZ.01 son los siguientes:

**ZAAC57** = Alimentador aéreo para el conjunto 5 y 7.

Este alimentador está compuesto por tres secciones: La primera es cable de potencia XLP-25 con longitud de 40 mts, la segunda es línea aérea con cable de aluminio ACSR con longitud de 350 mts, la tercera es cable de potencia XLP-25 con longitud de 60 mts.

**ZAAC23** = Alimentador aéreo para los conjuntos 2 y 3.

Este alimentador está compuesto por tres secciones: La primera es cable de potencia XLP-25 con longitud de 40 mts, la segunda es línea aérea con cable de aluminio ACSR con longitud de 350 mts y la tercera es cable de potencia XLP-25 con longitud de 115 mts.

**ZATC71** = Alimentador al transformador del conjunto 7.1.

Formado con cable de potencia XLP-25 con longitud de 20 mts.

**ZATC723** = Alimentador al transformador del conjunto 7.2.3.

Formado con cable de potencia XLP-25 con longitud de 30 mts.

**ZATC3** = Alimentador al transformador del conjunto 3.

Formado con cable de potencia XLP-25 con longitud de 20 mts.

Se obtiene la impedancia en por unidad de la segunda sección de la impedancia **ZAAC57** y el resto se calcula por tabla.

Conductor aéreo ACSR Cal. 266.8, 350 mts.

$$Z_{\Omega 266} = 0.215 + j0.3883 \quad \Omega/\text{Km}$$

$$Z_{\Omega 266} = 0.4438 \angle 61^\circ \quad \Omega/\text{Km}$$

Conversión de esta impedancia a su valor, en por unidad  $[0/1] / \text{Km}$  y a las bases del estudio de 23 Kv y 100 Mva.

$$Z_{pu} = \frac{Z_{\Omega}}{Z_B}$$

$$Z_{pu} = \frac{0.2150 + j0.3883}{5.2900}$$

$$Z_{pu-266} = 0.0406 + j0.0734 \quad [0/1] / \text{Km}$$

Valor de esta impedancia en función de su longitud por fase de cable.

$$Z_{266} = (0.0406 + j0.0734) \times 0.350 \quad [0/1]$$

$$Z_{266} = 0.0142 + j0.0257$$

$$Z_{266} = 0.0294 \angle 61.05^\circ \quad [0/1] \text{ para el tramo de 350 Mts.}$$

El resto de los alimentadores se calculan en la Tabla N° 7.

Los transformadores del sistema según plano N° DUZ.01 son los siguientes:

- $Z_{TC5}$  = Impedancia del transformador del conjunto N°5
- $Z_{TC71}$  = Impedancia del transformador del conjunto N°7.1
- $Z_{TC723}$  = Impedancia del transformador del conjunto N° 7.2.3
- $Z_{TC2}$  = Impedancia del transformador del conjunto N°2
- $Z_{TC3}$  = Impedancia del transformador del conjunto N°3

Se obtiene la impedancia en por unidad del Transformador del Conjunto N° 5 y el resto se calcula por tabla.

Transformador Conjunto N°5, tipo industrial de 1500 Kva,  
23/0.44 Kv, 60 Hz, devanado primario en delta y secundario en  
estrella con hilo neutro sólidamente aterrizado.

$$Z_{TC5-1500} = 6.9\% \quad \text{a su propia base de 23 Kv y 1.5 Mva}$$

En este punto en el diagrama de impedancias, el transformador  $Z_{TC5}$  por su propia naturaleza establece una diferencia de voltaje y una potencia de base diferente a los considerados de modo que tiene dos voltajes base y dos potencias que deben ser relacionadas para que la impedancia a las bases establecidas del estudio sea la misma.

Por lo anterior, se aplica la conversión para cambio de bases y obtener la impedancia en su valor en por unidad a las bases del estudio a partir de las propias del transformador.

Por lo tanto:

$$Z_{TC5} = \left[ \frac{Z\%}{100} \right] \times \frac{[Kva]_{B2}}{[Kva]_{B1}} \times \frac{[Kv]_{B1}^2}{[Kv]_{B2}^2}$$

$$Z_{TC5} = \frac{6.9}{100} \times \frac{100000}{1500} \times \frac{23^2}{23^2}$$

$$Z_{TC5} = 4.6000 \quad [0/1]$$

Se estableció que para tener mayor precisión en el valor de las corrientes de corto circuito, se tomarían las impedancias completas en los componentes del diagrama de impedancias, por lo tanto para tener un valor de resistencia en los devanados del transformador se considerará un ángulo de 88° en su impedancia en por unidad, por lo tanto en forma cartesiana queda de la siguiente forma:

$$Z_{TC5} = 4.6000 \angle 88^\circ \quad [0/1]$$

$$Z_{TC5} = 0.1605 + j4.5972 \quad [0/1] \quad \text{Valores base de 0.44 Kv y 100 Mva}$$

El resto de los transformadores se calculan en la Tabla N° 8.

CALCULO DE IMPEDANCIA EN POR UNIDAD PARA  
LOS CONDUCTORES EN ALTA TENSION

TABLA Nº 7

IMPEDANCIA	Calibre del Conductor	Tipo de Cable	LONG Mts	IMPEDANCIA BASE EN $\Omega$	Impedancia rectangular			Impedancia polar en (D/I)		Impedancia total	
					en $\Omega/Km$	en por (D/I)	para la long	en (D/I)	Rectangular	Polar	
ZAACS7	3/0	XLP	40	5.2900	0.2648 + j0.1131	0.0501 + j0.0214	0.0020 + j0.0009	0.0022 / 23.13°	0.0192 + j0.0278	0.0338 / 55.35°	
	266.8	ACSR	350	5.2900	0.2150 + j0.3883	0.0406 + j0.0734	0.0142 + j0.0257	0.0294 / 61.03°			
	3/0	XLP	60	5.2900	0.2648 + j0.1131	0.0501 + j0.0214	0.0030 + j0.0013	0.0033 / 23.13°			
ZAACS3	1/0	XLP	40	5.2900	0.4194 + j0.1131	0.0793 + j0.0214	0.0032 + j0.0009	0.0033 / 15.09°	0.0347 + j0.0352	0.0495 / 45.43°	
	3/0	ACSR	350	5.2900	0.3390 + j0.4825	0.0641 + j0.0912	0.0224 + j0.0319	0.0390 / 54.91°			
	1/0	XLP	115	5.2900	0.4194 + j0.1131	0.0793 + j0.0214	0.0081 + j0.0025	0.0094 / 15.09°			
ZATC71	1/0	XLP	20	5.2900	0.4194 + j0.1131	0.0793 + j0.0214	0.0016 + j0.0004	0.0016 / 15.09°	0.0016 + j0.0004	0.0016 / 15.09°	
ZATC73	1/0	XLP	30	5.2900	0.4194 + j0.1131	0.0793 + j0.0214	0.0024 + j0.0006	0.0025 / 15.09°	0.0024 + j0.0006	0.0025 / 15.09°	
ZATC3	1/0	XLP	20	5.2900	0.4194 + j0.1131	0.0793 + j0.0214	0.0016 + j0.0004	0.0016 / 15.09°	0.0016 + j0.0004	0.0016 / 15.09°	

TABLA Nº 8

CALCULO DE IMPEDANCIA EN POR UNIDAD PARA  
LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA

IMPEDANCIA	POTENCIA KVA	Impedancia de Placa %	Potencia Base MVA	Voltaje Base KV	Angulo de Imp en ° E	Impedancia en (ΩT)	Impedancia total	
							Rectangular	Polar
ZTC5	1500	6.90	100	23.00	88	4.6000	0.1605 + j4.5972	4.6000 / 88.00°
ZTC71	1000	5.00	100	23.00	88	5.0000	0.1745 + j4.9970	5.0000 / 88.00°
ZTC723	1000	5.00	100	23.00	88	5.0000	0.1745 + j4.9970	5.0000 / 88.00°
ZTC2	1250	5.20	100	23.00	88	4.1600	0.1452 + j4.1575	4.1600 / 88.00°
ZTC3	1250	5.20	100	23.00	88	4.1600	0.1452 + j4.1575	4.1600 / 88.00°

SEGUNDA PARTE .- Sección de baja tensión.

Los conjuntos de trituración formados por motores de inducción se analizaron como un motor equivalente de la siguiente forma:

- Conjunto 5 =  $Z_{C5}$
- Conjunto 7.1 =  $Z_{C71}$
- Conjunto 7.2.3. =  $Z_{C723}$
- Conjunto 2 =  $Z_{C2}$
- Conjunto 3 =  $Z_{C3}$

Para los casos en que se analice la falla en las barras de los interruptores de los motores de mayor capacidad entonces se definen las impedancias de la siguiente forma:

- $Z_{MGC5}$  = Impedancia del motor de mayor capacidad del conjunto N°5
- $Z_{EqC5}$  = Impedancia del resto de los motores del conjunto N°5
- $Z_{MGC71}$  = Impedancia del motor de mayor capacidad del conjunto N°7.1
- $Z_{EqC71}$  = Impedancia del resto de los motores del conjunto N°7.1
- $Z_{MGC723}$  = Impedancia del motor de mayor capacidad del conjunto N°7.2.3
- $Z_{EqC723}$  = Impedancia del resto de los motores del conjunto N°7.2.3
- $Z_{MGC2}$  = Impedancia del motor de mayor capacidad del conjunto N°2
- $Z_{EqC2}$  = Impedancia del resto de los motores del conjunto N°2
- $Z_{MGC3}$  = Impedancia del motor de mayor capacidad del conjunto N°3
- $Z_{EqC3}$  = Impedancia del resto de los motores del conjunto N°3

Se obtiene la impedancia en (0/1) del Conjunto N°5, el resto se calcula por tabla.  
Motor equivalente .-

Datos para cálculo:

Potencia aparente	1025.22 Kva
Potencia equivalente	943.5 Hp
Eficiencia	80 %
Factor de potencia	73 %
Reactancia subtransitoria	25%

$$KVA_{C5} = \frac{Hp \times 746}{FP \times \eta \times 1000}$$

$$KVA_{C5} = \frac{943.5 \times 746}{0.73 \times 0.8 \times 1000} = 1205.22$$

$$Z_{C5} = \frac{V^2}{Kva \times 1000}$$

$$Z_{C5} = \frac{440^2}{1205.2 \times 1000} = 0.1606 \Omega$$

Para obtener los valores en por unidad

$$Z_{C5(0/1)} = X_{d''} \times \frac{Z_{C5}}{Z_{B0.44}}$$

$$Z_{C5(0/1)} = 0.25 \times \frac{0.1606 \angle 43.11^\circ}{0.0019} = 21.1361 \angle 43.11^\circ$$

El resto de los motores y conjuntos se calculan en la Tabla N° 9.

Para analizar la falla en las barras del interruptor de seguridad de los motores de mayor capacidad es necesario conocer las impedancias de los alimentadores en baja tensión las cuales se definen de la siguiente forma:

- ZAMGC5** = Alimentador del motor de mayor capacidad del Conjunto N°5
- ZAMGC71** = Alimentador del motor de mayor capacidad del Conjunto N°7.1
- ZAMGC723** = Alimentador del motor de mayor capacidad del Conj. N°7.2.3
- ZAMGC2** = Alimentador del motor de mayor capacidad del Conjunto N°2
- ZAMGC3** = Alimentador del motor de mayor capacidad del Conjunto N°3

Se obtiene la impedancia en por unidad del alimentador del motor de mayor capacidad del conjunto N° 5.

$$Z_{AMGC5} = R + jX$$

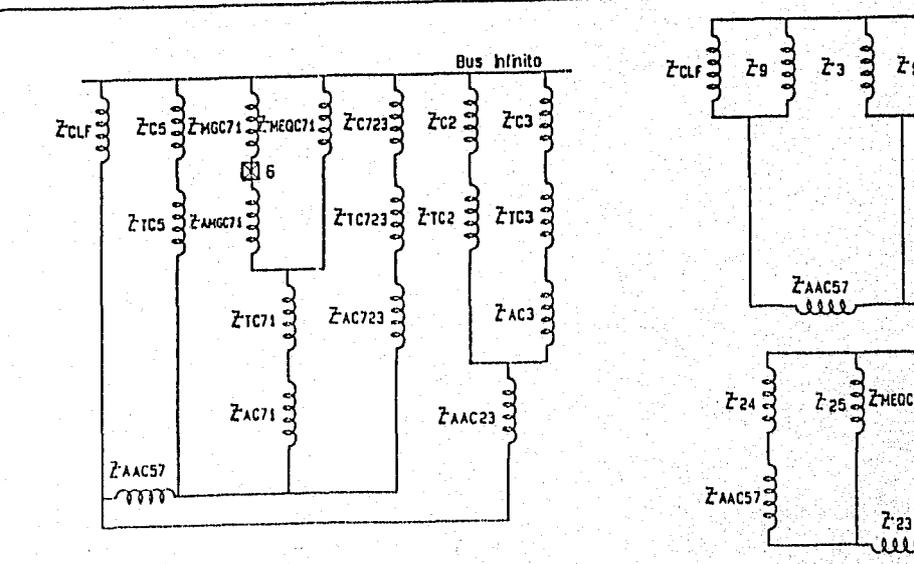
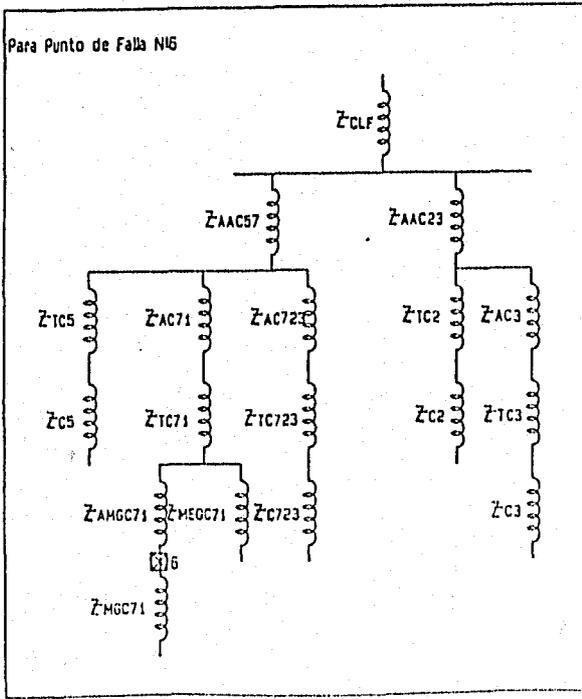
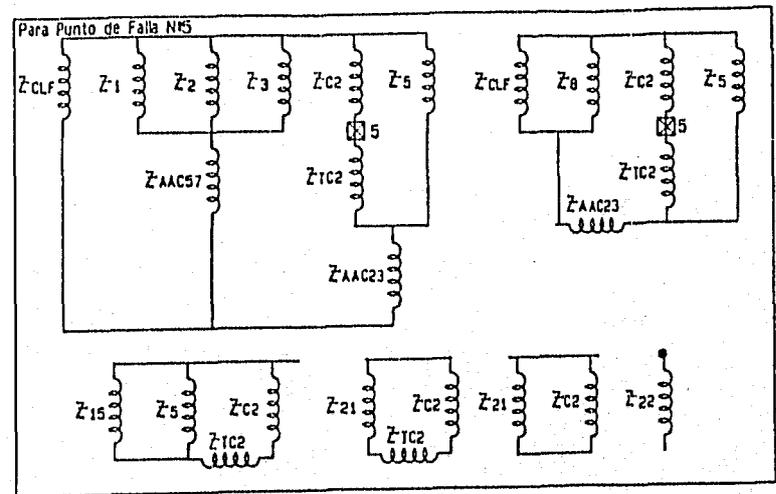
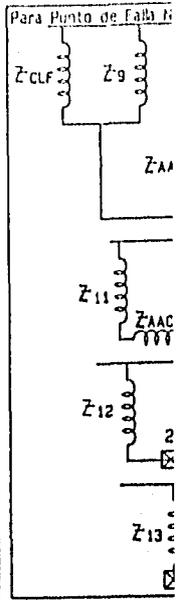
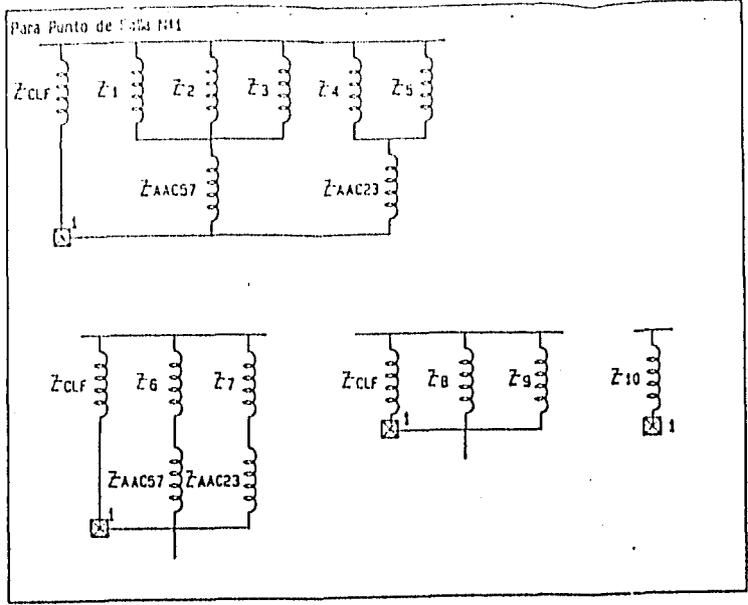
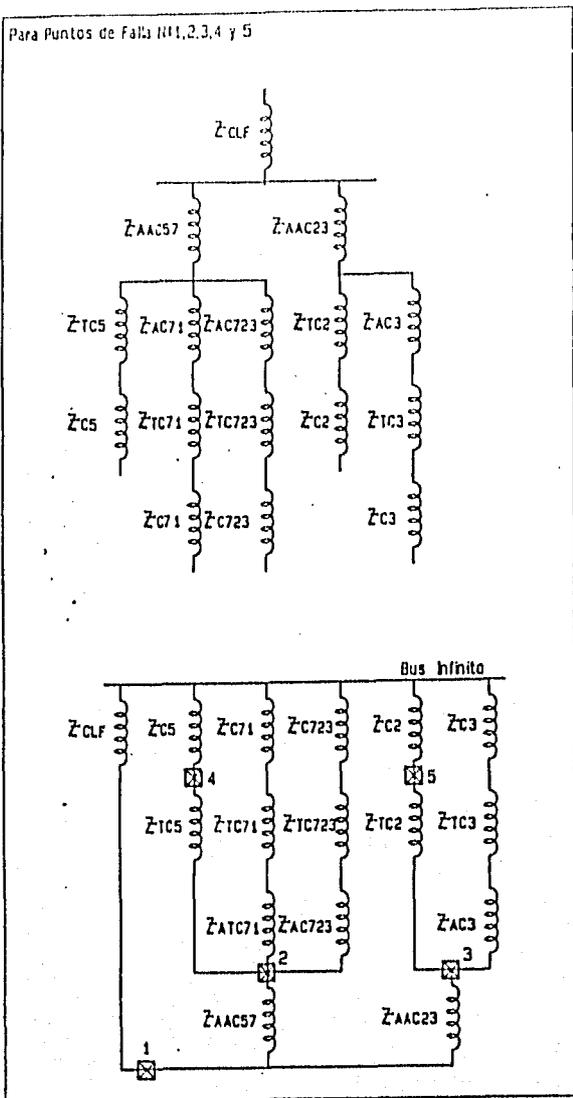
En donde

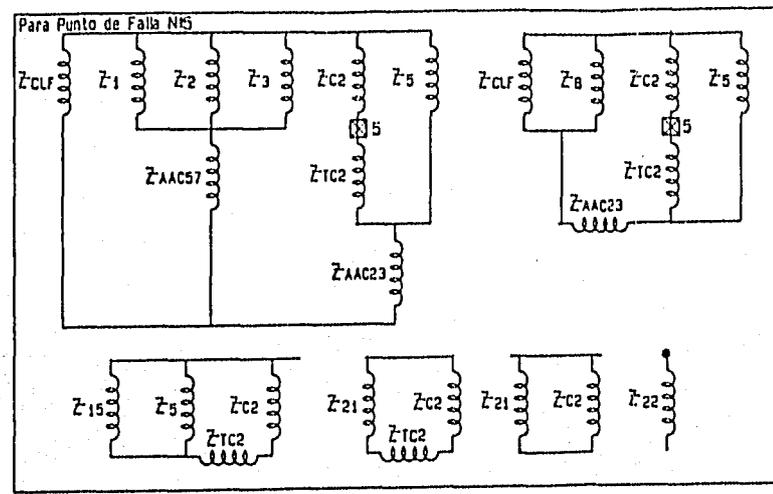
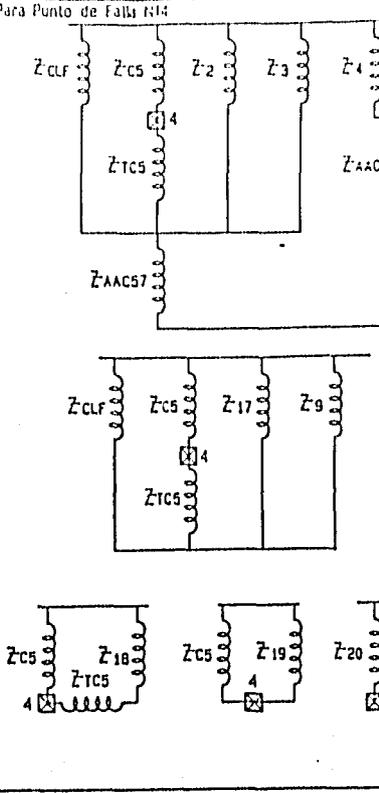
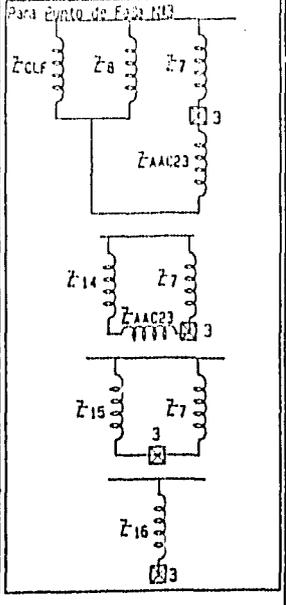
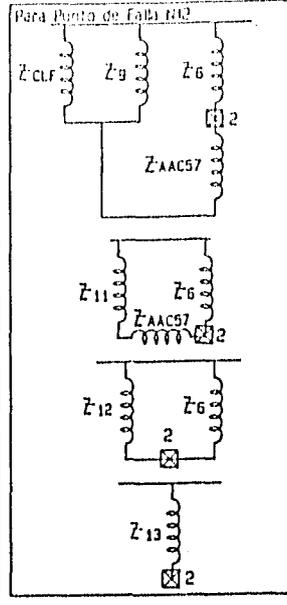
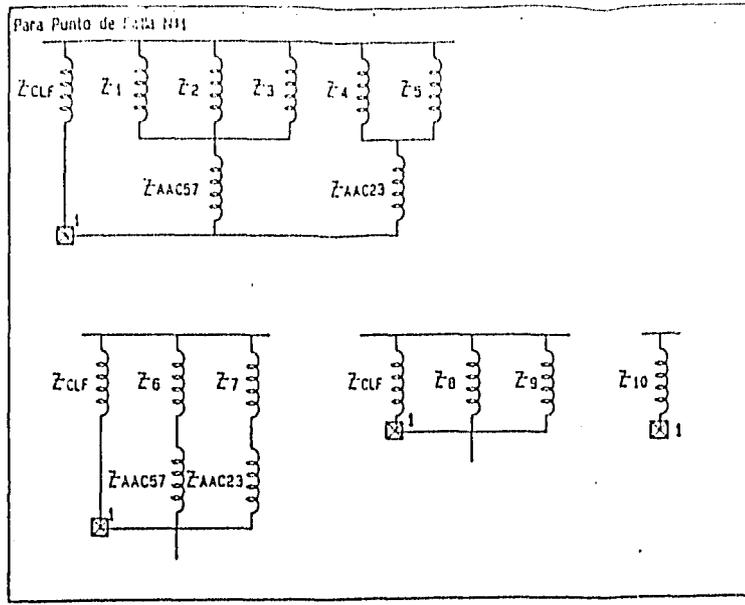
- R = dato del Tabla N° 5 Cap.V
- X = dato basado en el Std IEEE 141-1993

Para cable de 500 mcm con longitud de 37 mts la Reactancia es de

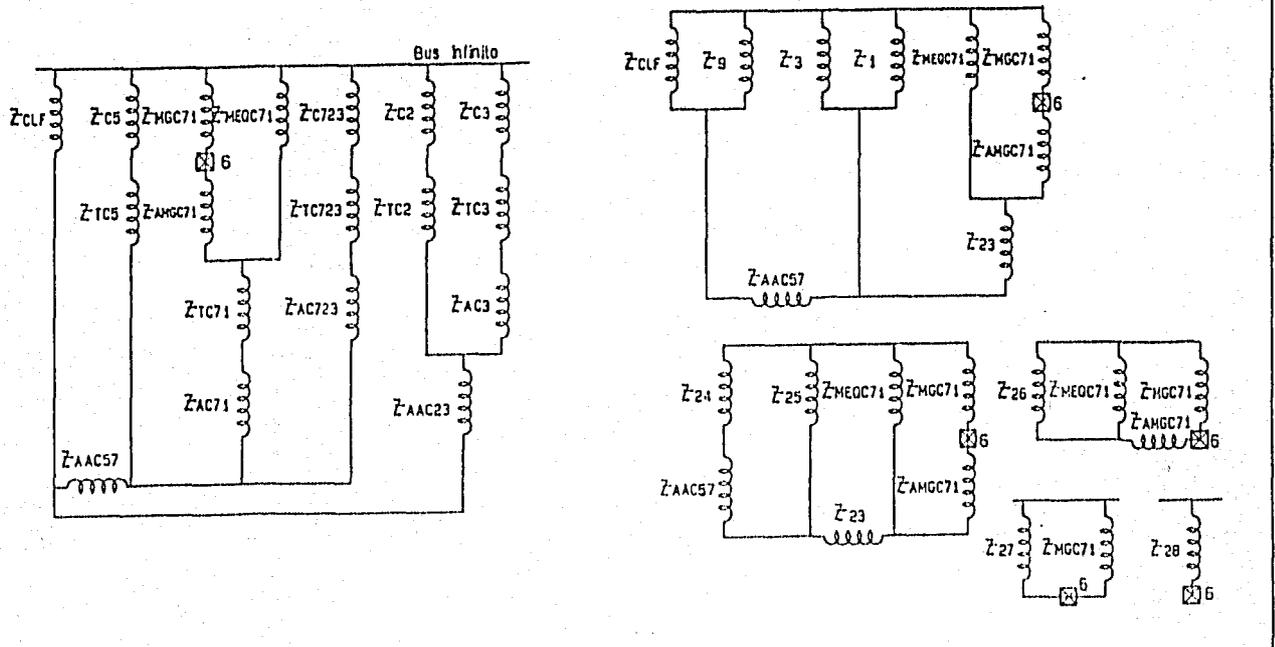
$$X = 0.0839 \quad \Omega/1000 \text{ ft}$$

$$X = 0.0839 \times 0.3048 = 0.0256 \quad \Omega / \text{Km}$$



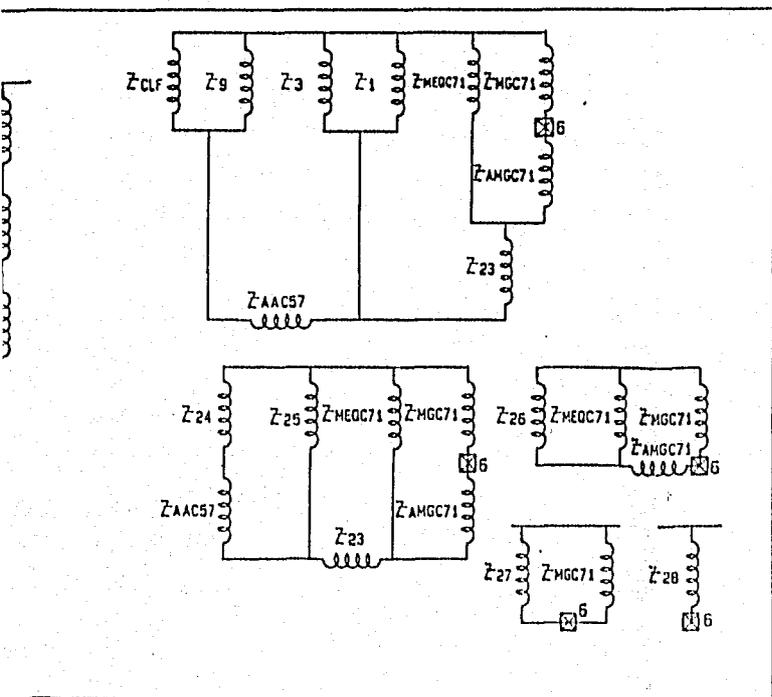
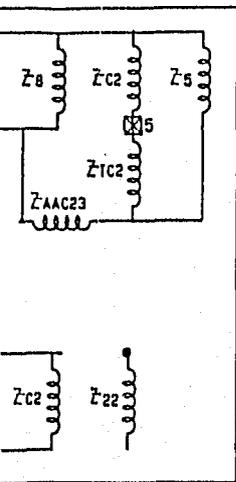
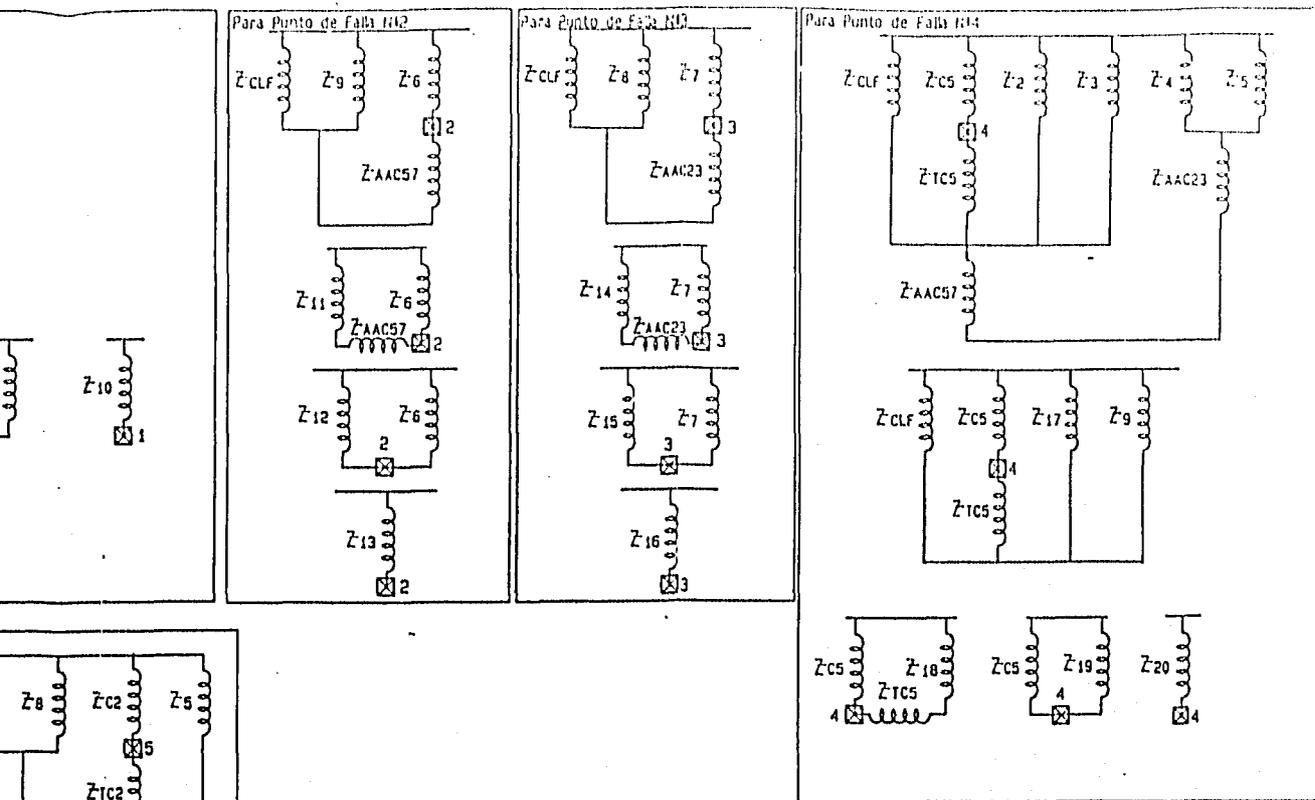


COMP.	FORMULA	IMP. EN RECT.	IMP. EN POLAR.
Zcuf		0.1200 + j1.0000	1.0100 / 89.47°
Zc5		0.0200 + j0.1400	0.1411 / 89.11°
ZTC5		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z1		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z2		0.1100 + j1.0000	1.0000 / 89.47°
Z3		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z4		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
ZAAC57		0.0100 + j0.0000	0.0100 / 0.0000°
ZAAC23		0.0100 + j0.0000	0.0100 / 0.0000°
Z6		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z7		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z8		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z9		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z10		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z11		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z12		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z13		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z14		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z15		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z16		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z17		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z18		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z19		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z20		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z21		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z22		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z23		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z24		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z25		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z26		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z27		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z28		0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°



Z1	Z1= Z1	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z2	Z2= Z2	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z3	Z3= Z3	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z4	Z4= Z4	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z5	Z5= Z5	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z6	Z6= Z6	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z7	Z7= Z7	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z8	Z8= Z8	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z9	Z9= Z9	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z10	Z10= Z10	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z11	Z11= Z11	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z12	Z12= Z12	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z13	Z13= Z13	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z14	Z14= Z14	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z15	Z15= Z15	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z16	Z16= Z16	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z17	Z17= Z17	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z18	Z18= Z18	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z19	Z19= Z19	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z20	Z20= Z20	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z21	Z21= Z21	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z22	Z22= Z22	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z23	Z23= Z23	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z24	Z24= Z24	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z25	Z25= Z25	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z26	Z26= Z26	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z27	Z27= Z27	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z28	Z28= Z28	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°
Z29	Z29= Z29	0.0000 + j0.0000	0.0000 / 0.0000°

Clave:  
**PLA.DUZ.01**  
 Nombre: **DIAGRAMA UNIFILAR DE IMPEDANCIAS**



CODIGO	FORMULA	IMP. EN PU.1	IMP. EN PU.10	IMP. EN PU.1
ZCLF		1.0000 + j1.0000	1.0000 / 0.0000	
ZC5		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C5		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z2		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z3		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z4		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z5		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
ZAAC57		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z17		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z9		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z18		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z19		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z20		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C5		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C3		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C2		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C1		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C4		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C5		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C6		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C7		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C8		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C9		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C10		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C11		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C12		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C13		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C14		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C15		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C16		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C17		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C18		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C19		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C20		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C21		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C22		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C23		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C24		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C25		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C26		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C27		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C28		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C29		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	
Z1C30		10.0000 + j11.0000	10.0000 / 0.1100	

Clave:  
**PLA.DUZ.01**

Nombre:  
**DIAGRAMA UNIFILAR DE IMPEDANCIAS**

TABLA Nº 9

CALCULO DE IMPEDANCIA EN POR UNIDAD PARA  
LOS MOTORES DE LOS CONJUNTOS DE TRITURACION

IMPEDANCIA	POT. Hp	F.P. (0/1)	Efic. (0/1)	POT. KVA	React. Xd''	Impedancia en Ω	Impedancia base	Impedancia en (0/1)	Impedancia total	
									Rectangular	Polar
ZC5	943.5	0.73	0.8	1205.2	0.25	0.1606	0.0019	21.1361	15.4294 + j14.4454	21.1361 / 43.11°
ZC71	670	0.78	0.8	800.99	0.25	0.2417	0.0019	31.8027	24.8061 + j19.9015	31.8027 / 38.74°
ZC723	500	0.78	0.8	597.76	0.25	0.3239	0.0019	42.6152	33.2399 + j26.6677	42.6152 / 38.74°
ZC2	917	0.8	0.8	1068.9	0.25	0.1811	0.0019	23.8321	19.0657 + j14.2993	23.8321 / 36.87°
ZC3	917	0.8	0.8	1068.9	0.25	0.1811	0.0019	23.8321	19.0657 + j14.2993	23.8321 / 36.87°

IMPEDANCIA	POT. Hp	F.P. (0/1)	Efic. (0/1)	POT. KVA	React. Xd''	Impedancia en Ω	Impedancia base	Impedancia en (0/1)	Impedancia total	
									Rectangular	Polar
ZMGC5	200	0.73	0.8	255.48	0.25	0.7578	0.0019	99.7091	72.7877 + j68.1459	99.7091 / 43.11°
ZMEqC5	743.5	0.73	0.8	949.74	0.25	0.2038	0.0019	26.8217	19.5799 + j18.3312	26.8217 / 43.11°
ZMGC71	250	0.78	0.8	298.88	0.25	0.6478	0.0019	85.2305	66.4798 + j53.3355	85.2305 / 38.74°
ZMEqC71	420	0.78	0.8	502.12	0.25	0.3856	0.0019	50.7323	39.5712 + j31.7472	50.7323 / 38.74°
ZMGC723	150	0.78	0.8	179.93	0.25	1.0796	0.0019	142.0492	110.7984 + j88.8915	142.0492 / 38.74°
ZMEqC723	350	0.78	0.8	418.43	0.25	0.4627	0.0019	60.8792	47.4858 + j38.0970	60.8792 / 38.74°
ZMGC2	200	0.8	0.8	233.13	0.25	0.8304	0.0019	109.2682	87.4145 + j65.5609	109.2682 / 36.87°
ZMEqC2	717	0.8	0.8	835.75	0.25	0.2316	0.0019	30.4800	24.3840 + j18.2880	30.4800 / 36.87°
ZMGC3	200	0.8	0.8	233.13	0.25	0.8304	0.0019	109.2682	87.4145 + j65.5609	109.2682 / 36.87°
ZMEqC3	717	0.8	0.8	835.75	0.25	0.2316	0.0019	30.4800	24.3840 + j18.2880	30.4800 / 36.87°

Por lo que:

$$Z_{AMGC5(0/1)} = \frac{Z_{AMGC5(\Omega/Km)}}{Z_{B0,44}} \times (\text{long. Km})$$

$$Z_{AMGC5(0/1)} = \frac{0.0704 + j0.0256}{0.0019} \times 0.037 = 1.3709 + j0.4979$$

El resto de los alimentadores se calculan en la Tabla N° 10.

### 6.5 VALORES DE LAS IMPEDANCIAS EQUIVALENTES PARA CADA PUNTO DE FALLA.

Una vez obtenidos los valores en por unidad de cada impedancia se redibuja el diagrama unifilar de impedancias DUZ.02, en donde se calculan las impedancias equivalentes para los 6 puntos de falla con ayuda de una hoja de cálculo, de donde se obtiene que:

$$Z_{Eq1} = 1.3323 / 51.3251^\circ$$

$$Z_{Eq2} = 1.3579 / 51.3760^\circ$$

$$Z_{Eq3} = 1.3683 / 51.0017^\circ$$

$$Z_{Eq4} = 4.7044 / 72.0409^\circ$$

$$Z_{Eq5} = 1.3619 / 50.5668^\circ$$

$$Z_{Eq6} = 6.3014 / 63.1465^\circ$$

### 6.6 VALORES DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO TRIFASICO SIMETRICO PARA CADA PUNTO DE FALLA.

Con esta impedancia se puede obtener la Corriente de corto circuito trifasico simetrico en cada uno de los puntos de falla, se calcula la corriente para el punto N° 1 y los demás por tabla.

$$I_{CC.3\phi-P1} = \frac{Kva_{base}}{Z_{Eq1} \times \sqrt{3} \times Kv} \quad \text{Amp. Sim. trifásicos}$$

$$I_{CC.3\phi-P1} = \frac{100,000}{1.3323 \times \sqrt{3} \times 23} = 1884.1241 \quad \text{Amp. Sim. trifásicos}$$

$$I_{CC.3\phi-P1} = 1884.12 \quad \text{Amp. Sim. trifásicos}$$

El resto de las corrientes se calculan en la tabla N°11

TABLA Nº 10

CALCULO DE IMPEDANCIA EN POR UNIDAD PARA  
LOS CONDUCTORES EN BAJA TENSION

IMPEDANCIA	Calibre del Conductor	Tipo de Cable	LONG Mts	IMPEDANCIA BASE EN Ω	Impedancia rectangular		Impedancia polar en (Ω)		Impedancia total	
					en Ω/Km	en por (Ω)	para la long	en (Ω)	Rectangular	Polar
ZAMGC5	500	THW	37	0.0019	0.0704 + j0.0256	37.0538 + j13.4579	1.3709 + j0.4979	1.4586 / 19.96°	1.3709 + j0.4979	1.4586 / 19.96°
ZAMGC71	600	THW	48	0.0019	0.0586 + j0.0249	30.8421 + j13.1211	1.4804 + j0.6238	1.6088 / 23.05°	1.4804 + j0.6238	1.6088 / 23.05°
ZAMGC723	250	THW	150	0.0019	0.1417 + j0.0281	74.5789 + j14.7865	11.1868 + j2.2184	11.4047 / 11.22°	11.1868 + j2.2184	11.4047 / 11.22°
ZAMGC2	350	THW	28	0.0019	0.1183 + j0.0269	62.2632 + j14.1632	1.6188 + j0.3682	1.6602 / 12.82°	1.6188 + j0.3682	1.6602 / 12.82°
ZAMGC3	350	THW	56	0.0019	0.1183 + j0.0269	62.2632 + j14.1632	3.4867 + j0.7931	3.5759 / 12.82°	3.4867 + j0.7931	3.5759 / 12.82°

**CALCULO DE CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO  
TRIFASICO SIMETRICO EN LOS 6 PUNTOS DE FALLA**

TABLA Nº 11

Punto de Falla Planc DUZ.02	Imp. Equivalente (0/1)	Potencia en KVA	Voltaje en KV	Corriente C.C. 3Ø-Sim. A
1	1.3324	100000	23	1,883.98
2	1.3579	100000	23	1,848.60
3	1.3710	100000	23	1,830.94
4	4.7044	100000	0.44	27,892.18
5	4.5747	100000	0.44	28,682.97
6	6.3014	100000	0.44	20,823.30

## **6.7 CONSIDERACIONES FINALES.-**

### **Dispositivos y sistemas de protección eléctrica.-**

En todos los sistemas eléctricos de potencia, de distribución o para alimentadores particulares, lo que se busca en primer término por parte de la Ingeniería de diseño es obtener un esquema de protección eléctrica que responda ante cualquier circunstancia o situación de estado del sistema, de manera que, en estado estable garantice la continuidad de servicio en todos los circuitos y en condiciones de corto circuito, libere las fallas sin afectar la continuidad de servicio en las áreas eléctricas que nada tienen que ver con la que está operando en forma inestable.

El propósito de un buen esquema de protección es lograr a base de respuestas en dispositivos de protección, una seccionalización adecuada de circuitos en voltajes primarios desde la subestación principal hasta los circuitos secundarios localizados en el punto eléctricamente más remoto y en el alimentador de menos importancia en función de la corriente que demanda y este esquema se logra aplicando estos dispositivos de tal manera, que el sistema quedará dividido en secciones cada una de las cuales tiene su propia importancia en función del tipo de servicio eléctrico que presta y del tipo de carga que maneja.

No es recomendable diseñar un esquema de protección que resulte muy complejo y por lo tanto muy costoso si básicamente está exagerado en la seccionalización y en la utilización de dispositivos porque ya en operación, un sistema de protección exagerada es más susceptible de fallar comparado con otro exageradamente sencillo.

Por lo tanto, un justo medio es siempre lo adecuado y los factores que más influyen para un diseño en estas condiciones son:

- Bajo costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Operación que garantice un sistema eficiente y flexibilidad para cambios futuros.
- Experiencia previa para el personal de operación y mantenimiento.
- Disponibilidad de indicadores de estado para detección de fallas y problemas.

La aplicación lógica de los dispositivos de protección proporcionan al sistema una división por zonas de las cuales, cada una tendrá sus propios riesgos, pero en general cada una cumplirá con los principios básicos siguientes:

- Veracidad de operación y respuesta en todo tipo de problemas.
- Selectividad que garantice continuidad de servicio al seccionar únicamente la zona en falla.
- Velocidad de respuesta para sostener un tiempo mínimo la corriente de falla sin permitir que se dañe el equipo al cual se está protegiendo.

Ahora bien, en el sistema que nos ocupa, después de todo el proceso de cálculo se determina que se han seleccionado bien los seis puntos de falla escogidos en base al diagrama unifilar general seleccionándolos en función de su importancia en cuanto a su corriente nominal y de contribución al punto de falla, demanda de potencia, configuración de la malla del circuito equivalente e importancia del alimentador para garantizar continuidad de servicio.

El resultado obtenido en el cálculo son los valores que se muestran en la tabla N°11 y de su observación se define que los dispositivos de protección eléctrica contra sobrecorriente que deben ser aplicados al sistema en los circuitos derivados, pueden ser en general del tipo capacidad interruptiva normal porque ninguno de los puntos considerados para estudio de corto circuito trifásico simétrico sobrepasó los valores de esta capacidad interruptiva y por diseño de fabricación, los interruptores de línea normal, tipo termomagnético contienen un elemento térmico para interrumpir corrientes de sobrecarga y un elemento magnético para disparar debido a las elevadas corrientes de corto circuito y generalmente por diseño estos elementos manejan de 14 a 30 KAmperios simétricos cuyo flujo durante la permanencia del corto circuito se ve limitada por la impedancia propia del circuito integrada por la de conductores y por la del equipo conectado y en operación.

Por naturaleza propia del sistema eléctrico de potencia industrial que hemos analizado, los puntos de falla considerados y los no considerados deben estar protegidos contra corto circuito trifásico, pero si la falla es de fase a tierra la magnitud de la corriente de corto circuito para esta condición generalmente llega a tener valores de un porcentaje por abajo de la falla trifásica, sin embargo siendo sistema trifásico no es conveniente abrir con un interruptor una sola fase si la falla que se presenta es de fase a tierra porque inmediatamente se establecería una condición de inestabilidad severa originada por estar operando el sistema en dos fases, por lo tanto los interruptores que se instalen para protección deben tener elementos sensores en cada polo y una barra de disparo común para que cualquier sobrecorriente en un solo polo origine la apertura simultánea de todos los polos.

#### **Coordinación de protecciones eléctricas.**

El obtener las corrientes de corto circuito en cada punto de falla permite no solo escoger el tipo de equipo de protección a utilizar sino también el poder seleccionar el ajuste que deban llevar estos dispositivos de manera coordinada y secuencial con el fin de evitar que una falla en un motor (punto de falla N°6) dispare el interruptor general de la subestación principal de la planta, pues lo que debe disparar es precisamente el interruptor propio del equipo que haya fallado.

Este principio de selectividad se aplica a todos los dispositivos diseñados para protección de circuitos eléctricos y los fabricantes de este equipo suministran la familia de curvas tiempo-corriente en sistema cartesiano que son características indicativas de como y cuando disparan sus interruptores ante la presencia de corrientes con determinados valores.

En base a esa familia de curvas con tiempo en mili segundos por absisa contra amperes de corto circuito por ordenada se deben seleccionar los disparos de los interruptores en forma escalonada para lograr la garantía de una operación secuencial, selectiva y coordinada en los interruptores.

No todos los interruptores disponibles para circuitos de baja tensión son susceptibles a ser ajustados en su tiempo de disparo, los de tipo termomagnético ya vienen ajustados de fábrica para disparar en las condiciones marcadas en sus datos de placa, los interruptores generales de tipo electromagnético, sí manejan una familia de curvas de disparo tiempo-corriente de manera que para este análisis en particular se considera que el dispositivo en el punto de falla N°1 debe de ser el último en operar y el primero el dispositivo en el punto N°6, basado en lo anterior se ajustan el tipo de curva de los interruptores electromagnéticos y se selecciona el tipo de fusible en alta tensión tanto para las subestaciones de los conjuntos como para la subestación receptora de manera que cada elemento queda como respaldo del anterior estableciendo así el esquema de coordinación de protecciones.

La subestación receptora principal se diseña con un interruptor general del tipo en vacío para sus cámaras de arqueo, complementado con una ménsula de protección provista de tres relevadores de sobrecorriente de fase y un relevador de sobrecorriente de tierra, que con su respectiva familia de curvas, es susceptible a ser ajustado para disparar en coordinación con el resto del sistema.

# ***CAPITULO VII***

## **SISTEMA DE TIERRAS PROGRAMA CALENDARIZADO Y CONSIDERACIONES A PROYECTO**

- 7.1      Sistema de tierras**
- 7.2      Programa calendarizado**
- 73       Consideraciones al proyecto**



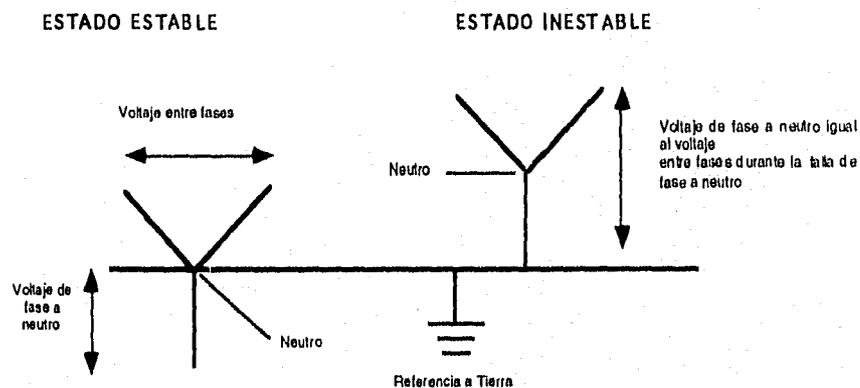
## CAPITULO SIETE.-

### SISTEMA DE TIERRAS, PROGRAMA CALENDARIZADO Y CONSIDERACIONES A PROYECTO.

En este capítulo se analizará el sistemas de tierras, y se darán a conocer algunas consideraciones de proyecto y las causas por las cuales no fueron ejecutadas, así mismo se presenta un programa calendarizado de las actividades a realizar.

#### 7.1.- SISTEMA DE TIERRAS.-

El sistema general de distribución en alta tensión se ha considerado trifásico balanceado simétrico, sin embargo en el lado de baja tensión el devanado secundario de los transformadores está en estrella para alimentar circuitos de 3 fases, 4 hilos de los cuales el cuarto hilo es el neutro que debe estar efectivamente aterrizado de tal manera que haya una impedancia lo más baja posible entre el hilo neutro y tierra, o bien que no quede flotando el hilo neutro sin estar referido a tierra porque de ser así y se presenta el caso de una falla de fase a tierra, provocará que se establezca pleno voltaje de fase medido entre tierra y las dos fases que no hayan fallado y este voltaje es del 73 % mayor del normal.



Normalmente el nivel de aislamiento entre cada fase y cada una a tierra es suficiente para los voltajes que se manejan, pero si el voltaje de falla de fase a neutro flotante se mantiene aplicado por largos períodos resultan fallas de aislamiento por estar sometido este a severos esfuerzos y además, en estas condiciones de falla de fase a tierra con el hilo neutro no aterrizado se genera una corriente de falla que fluye a través de la capacitancia de los cables aislados, transformadores, motores y demás equipo eléctrico instalado en el sistema y el voltaje se comporta de manera inestable.

Esta corriente alcanza una magnitud que no provoca operación de apertura en los interruptores, pero hace considerable daño a los aislamientos si se le permite que permanezca fluyendo por períodos prolongados.

Para evitar estos esfuerzos a los aislamientos y garantizar la confiabilidad de las protecciones y tener continuidad de servicio con estabilidad de sistema, se diseñó el sistema con neutro efectivamente aterrizado con lo cual se obtienen las siguientes ventajas:

- 1.- Se reducen gastos de operación y mantenimiento correctivo por lo siguiente:
  - Notable reducción en magnitud de sobrevoltajes transitorios
  - Se proporciona protección contra descargas atmosféricas
  - Simplifica la localización de fallas de fase a tierra
  - Garantiza la actuación de dispositivos de protección
- 2.- Proporciona estabilidad en los niveles de voltaje de fase a tierra
- 3.- Proporciona una baja impedancia para las corrientes de falla de fase a tierra facilitando la operación a los dispositivos de protección.
- 4.- Incrementa la seguridad de operación y maniobras para el personal y equipo

Son dos los principales objetivos que se establecieron en el diseño de este sistema de tierras con el hilo neutro corrido y efectivamente aterrizado y en seguida se explican:

- **Primero.-**

Considerando la importancia de lograr una efectiva estabilidad del sistema a través de sus parámetros de voltaje y de corriente de falla de fase a tierra, se calculan los calibres de los hilos neutros y se conectan sólidamente a tierra mediante los sistemas establecidos de manera que garanticen una baja impedancia precisamente entre tierra y el propio neutro.

- **Segundo.-**

Limitar los niveles de potencial entre las partes metálicas no conductoras de energía y tierra para garantizar la seguridad del personal que trabaja cerca o directamente en el exterior de los gabinetes de equipo, tableros y estructuras metálicas no destinadas a conducir energía eléctrica. Todo este mobiliario, soportera, estructuras, canalizaciones, etc., debe estar sólidamente aterrizado mediante los métodos que sobre el particular marcan las Normas internacionales.

Las bases de diseño para sistemas efectivamente aterrizados, son tomadas de las recomendaciones que hace el IEEE sobre la materia en su Std 1100-1992.

#### Consideraciones para el hilo neutro.-

Para diseñar el calibre del conductor es necesario poner como el peor de los casos un desbalanceo del 100 %, esto provocara que el conductor tenga que soportar por lo menos la corriente de una fase, siempre y cuando no existan armónicas en el sistema pues en ese caso habria que considerar una conductor de mayor calibre.

Este conductor debe ir sólida y efectivamente conectado al sistema de tierras formado con los elementos que más adelante se describen.

Banco de material conductor para tierras.-

En el diseño de un sistema de tierras los factores que más pesan son la resistividad propia del suelo, el material y el porcentaje de humedad contenidos, la temperatura media anual en la superficie y en las diferentes capas del suelo así como de la estación del año en que se hagan las mediciones y verificaciones de la resistividad del suelo.

La naturaleza del suelo del predio que nos ocupa es rocoso, seco, con alta resistencia eléctrica por unidad de área (entre 60 y 90  $\Omega/m^2$ ), en las mediciones preliminares que se efectuaron al terreno en la superficie donde se construirían las casetas de control y alojamiento de equipo eléctrico, se obtuvieron lecturas promedio de hasta 42  $\Omega/m^2$ , de manera que fue necesario tomar la decisión de aplicar material conductor al terreno para bajar los valores de esta resistencia.

La manera de hacerlo fue aprovechando las celdas de cimentación de las casetas que es un recinto reticular con 6 módulos de 3.50 x 4.00 x 1.20 mts de largo x ancho x profundidad respectivamente, de modo que fueron rellenas y compactadas con material de alta conductividad aplicado en capas en los espesores y en el orden que se muestra en la Figura N°23 y en este terreno altamente conductor se instaló la red de tierras con electrodos tipo varilla copperweld, cable de cobre suave desnudo Cal. 2/0 Awg.

El sistema de aprovechar las celdas de cimentación para rellenas con material altamente conductor, se aplicó en todas y cada una de las casetas de alojamiento de subestaciones y por razones de la naturaleza rocosa del terreno, no se cuenta con la continuidad suficiente para que a través de tierra queden interconectados todos estos bancos de tierra existentes en cada caseta y para evitar que se formen sistemas individuales se aprovecharon las estructuras eléctricas y con el herraje adecuado se instaló en los postes de concreto un hilo a manera de hilo de tierra corrido que interconecta todas las subestaciones en sus celdas de cimentación con cable de cobre desnudo Cal. N° 250 Mcm.

Con este hilo de tierra, corrido y conectado en forma aérea por todo el sistema, se aplicó el puente analizador para medir la resistencia de esta red y las lecturas obtenidas fueron de 0.20 hasta 1.00 Ohm lo cual garantiza la estabilidad del voltaje, la seguridad de operación de la red a través de tierra, un dren para desfogue de las descargas atmosféricas y una baja impedancia para establecer una segura trayectoria de retorno entre tierra y la corriente de falla de fase a tierra y limitar el voltaje entre tierra y las partes metálicas no conductoras.

La Norma CFE para sistemas de distribución indica que una varilla para electrodo de tierra debe ser instalada al pie de cada poste y la conductividad que haya en el terreno del poste que en general es muy escasa, se enriquece con la presencia del hilo de tierra corrido instalado en forma aérea que además de interconectar todas las subestaciones, también lo hace con los electrodos de tierra de cada poste.

### **Componentes del sistema .-**

Los principales componentes que integran este sistema de tierras son los siguientes:

#### **Electrodo de tierra.**

Es el conductor sólido, hincado en el terreno que en este caso es el material conductor y se utiliza para mantener a tierra el potencial que puedan llevar los conductores conectados a este electrodo y así disipar las corrientes de tierra.

El electrodo de tierra que se utilizó en este caso es varilla de tierra comercial tipo Copperweld de 3.00 m de longitud por 16 mm $\varnothing$  diseñada precisamente para esta aplicación; se hincaron 4 en cada retícula de la red y cada una con resistencia eléctrica medida de 8.5 Ohms.

#### **Bus de tierra.**

Un conductor de cobre desnudo forma este bus configurando retículas en forma de red, su calibre depende de la magnitud de la corriente de falla de fase a tierra y el tiempo que esta corriente permanece fluyendo en ese conductor antes de que sea despejada por la operación de los dispositivos de protección. En nuestro caso quedaron retículas de 0.80 x 0.80 m y formadas con cable de cobre desnudo Cal. 2/0 Awg y localizadas en el banco de material conductor según lo marca la figura.

Esta retícula es utilizada para establecer un potencial bajo y uniforme en las estructuras metálicas no conductoras. Cada una de las terminales de esta retícula se conectan sólidamente a todos los electrodos de tierra.

La manera práctica de seleccionar el calibre de este bus de tierra, es considerando un electrodo de tierra.

#### **Conductor de tierra.**

Son tramos de conductor del mismo calibre del bus de tierra, utilizados para conectar a la red de tierras las estructuras metálicas no conductoras.

## 7.2 PROGRAMA DE ACTIVIDADES CALENDARIZADO

Como la Planta de asfalto no tiene definida una fecha de inicio de los trabajos, se elabora un programa en meses y a este se le pondrán fechas una vez definida la fecha de inicio.

Las actividades se agrupan en las siguientes:

- Trazo y nivelación de terreno para las casetas.
- Trazo de líneas aéreas y trincheras.
- Sistemas de tierras.
- Cimentación y estructura de Casetas.
- Hincado y plomeado de postes.
- Acabados en Casetas.
- Colocación de Estructuras.
- Colocación de Equipo en casetas.
- Colocación de canalizaciones en Baja tensión
- Tenido y tensionado de Conductor en poste.
- Colocación de conductores en ducto.
- Colocación de luminarios en poste.
- Entrega del equipo a la Planta de asfalto.

Trazo y nivelación de terreno para las casetas.-

En esta etapa se traza las casetas en su lugar definitivo y se realiza en las excavaciones y rellenos necesarios para el desplante de la cimentación de cada caseta. Esta etapa tendrá una duración de 3 semanas.

Trazo de líneas aéreas y trincheras.-

En esta etapa se marcan la posición final de los postes tanto para las estructuras de alta tensión y alumbrado incluidos los superpostes. Esta actividad tendrá una duración de 1 semana.

Sistemas de tierras.-

En esta etapa en paralelo con la preparación del terreno para las casetas se prepara el sistema de tierra. Esta actividad tendrá una duración de 2 semanas.

Cimentación y estructura de Casetas.-

En esta etapa se hacen los elementos estructurales de la caseta y se dejan las preparaciones para los registros y trincheras que contendrá cada caseta. Esta etapa tendrá una duración de 8 semanas.

#### Hincado y plomeado de postes.-

En esta etapa se colocan los postes y se hacen ajuste a la localización tratando de librar en la manera de lo posible los bancos de roca basáltica para evitar retrasos en la excavación. Esta actividad dura 3 semanas.

#### Acabados en Casetas.-

En esta etapa se dan los últimos toques a la caseta como son los muros y el terminado a los mismos en esta etapa también se construyen las bases para los equipos a instalar, se coloca la herrería y se pintan los locales. Esta actividad tendrá una duración de 4 semanas.

#### Colocación de Estructuras.-

En esta etapa se visten las estructuras y se colocan los transformadores tipo poste para el alumbrado perimetral. Esta actividad tendrá una duración de 2 semanas.

#### Colocación de Equipo en casetas.-

En esta etapa se colocará el equipo en las casetas. Esta actividad tendrá una duración de 1 semana.

#### Colocación de canalizaciones en Baja tensión.-

En esta etapa se colocarán las canalizaciones como charola de aluminio y tubo conduit Pared gruesa para cada uno de los motores con su soportería. Esta actividad tendrá una duración de 3 Semanas.

#### Tendido y tensionado de Conductor en poste.-

En esta etapa se hará el tendido y tensionado de los conductores en las estructuras y bastidores, se colocan los cables tipo XLP para alta tensión, se harán las conexiones de los transformadores y terminales de transición para el cable de alta tensión. Esta actividad tendrá una duración de 1 semana.

#### Colocación de conductores en ducto.-

En esta etapa contemplará el colocar el conductor restante en la tubería y charola dispuesta y se harán las conexiones desde el centro de control de motores hasta los motores, así como todos los demás servicios en 440 y 220V. Esta actividad tendrá una duración de 2 semanas.

#### Colocación de luminarios en poste.-

En esta etapa se colocan los luminarios y se conectan todos los dispositivos de control de alumbrado como contactores y fotoceldas. Esta actividad tendrá una duración de 1 semana.

- Entrega del equipo a la Planta de asfalto.-

En esta etapa se hace la entrega a la planta de asfalto y su personal toma bajo su cargo la operación del sistema. Esta actividad tendrá una duración de 2 semanas.

El diagrama de barras se puede observar en la Tabla N°12 Programa de Actividades.

Con el programa de obra se da por terminado el proyecto ejecutivo para el sistema eléctrico en alta y baja tensión en la planta productora de triturados basálticos propiedad de la Planta de Asfalto del D.D.F.



### **7.3 CONSIDERACIONES GENERALES A PROYECTO.**

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y en el entendido de utilizar en este proyecto el equipo y la tecnología de punta se hicieron las siguientes recomendaciones:

#### **Subestación receptora en 85 Kv.**

Tomando en cuenta la línea de subtransmisión en 85 Kv que pasa del lado poniente del predio conocido como alimentador Cuernavaca I, y que los costos en promedio de una tarifa H-S son 20 % más económicos que la de la tarifa H-M, se propuso una Subestación receptora de 85 Kv a 23 Kv, esta se planteó de 2 maneras:

- 1) Subestación exterior abierta en estructura de acero.
- 2) Subestación interior compacta en SF<sub>6</sub>.

Teniendo en un alimentador en 85 Kv además de una mayor confiabilidad, regulación y continuidad de servicio, se tendría un ahorro importante por la diferencia de tarifas.

El gas hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) es el gas aislante ideal entre los gases sintéticos. Se caracteriza por su alta rigidez eléctrica, la cual es de dos a tres veces mayor que la del aire bajo las mismas condiciones.

Estas propuestas tenían la desventaja de que no hay personal capacitado en la Planta de asfalto para manejar estos voltajes de operación y la planta dependería de la CLF.

Además la segunda alternativa requiere de una caseta para alojar el equipo con temperatura controlada y a prueba de polvo, en un ambiente cuyo principal componente es el polvo mismo como producto derivado del proceso.

La planta de asfalto decide no instalar una subestación receptora en 85 Kv, debido a que la inversión inicial no se justifica con el ahorro en la tarifa y que la dependencia con CLF del mantenimiento correctivo y preventivo hace que la planta pierda su autonomía de operación.

#### **Subestación super-compacta en 23 Kv.**

Las subestaciones super compactas fueron diseñadas en Europa pensando en los sistemas que tienen que operar en condiciones muy difíciles de trabajo. Dentro de sus principales ventajas están:

- Bajos requerimientos de espacio, el arreglo de un interruptor general y 3 derivados queda alojado en un gabinete de 1.33 de ancho X 1.32 de alto x 0.7 mts de fondo
- La operación en ambientes húmedos y atmósferas agresivas no afectan su tiempo de vida útil
- Su diseño evita el acceso de animales, tierra y plovero.
- Sistemas de control de estado y operación fáciles de leer
- Alta confiabilidad y duración.

El arreglo sería al final del alimentador de 23 Kv del conjunto de trituración con equipos en baja tensión tipo exterior lo que permitía el no manejar casetas para alojar equipo.

Sin embargo, la Planta de Asfalto, tomando en cuenta que :

1.- No se puede eliminar las casetas que eran el principal atractivo económico de esta propuesta, debido a que se necesitaban algunos locales para talleres y almacenes.

2.- El nivel de capacitación de la plantilla técnica actual de la planta no es el adecuado para manejar equipo tan sofisticado, lo que implicaría el contratar personal más capacitado con el consecuente impacto en sus costos de operación.

3.- El proveedor del equipo no tenía disponibilidad de inmediato en refacciones y tardaba de 10 a 12 semanas en entregar cualquier refacción lo que obligaba a la Planta a mantener un inventario alto en refacciones para no detener la operación en caso de falla, y esto por supuesto no garantizaba que no hubiera paros.

La Planta de asfalto decide entonces instalar equipos tradicionales con los que su personal está familiarizado, no requiriendo cambiar su plantilla actual y decide también hacer casetas para equipo del tamaño necesario para alojar las subestaciones interiores convencionales, los transformadores y equipo en baja tensión tipo interior teniendo así un ahorro en el precio del equipo.

#### **Sistema de control automático de la demanda.**

Dados los elevados cargos por concepto de demanda vale la pena hacer un esfuerzo por parte del consumidor con el objetivo de reducir la demanda máxima y tratar de utilizar la energía fuera de las horas de punta. La estructura de las tarifas penaliza el uso de la energía en los períodos de punta y alienta el consumo de la misma durante los períodos de base. Esta estructura favorece económicamente a los usuarios y permite que las compañías de energía eléctrica exploten con mayor eficiencia sus instalaciones.

Para poder reducir y controlar la demanda se debe de organizar las operaciones según el proceso se los permita para distribuir su demanda fuera de las horas pico; o bien limitar en forma automática la demanda mediante algún sistema controlador. En ambos casos el primer paso consiste en hacer un análisis que permita conocer las características de la demanda durante un período dado

Con el objeto de implementar un programa de administración de la demanda, es importante conocer como varía la demanda de potencia durante los días normales de operación y los que no lo son e incluso, qué influencia tienen las diferentes estaciones del año. Con el fin de facilitar el análisis de esta información, se hace una gráfica de la potencia demandada contra el tiempo. Esta gráfica se conoce como curva o perfil de demanda.

Un controlador de carga debe ser considerado cuando la demanda de potencia fluctúa substancialmente y el allanamiento de la curva de demanda es factible por la existencia de cargas controlables no esenciales.

El establecer un programa para el control de la demanda depende del tipo de cargas que tiene el sistema: hay cargas que no son de vital importancia y que pueden no ponerse en servicio o simplemente retrasar su entrada, cargas que no pueden ser desconectadas pero tal vez si atenuadas o bien, algunas que por su importancia en el proceso no pueden ser tocadas.

La selección de cargas debe hacerse en base a cómo se quiere controlar la demanda: podría ser solo algunos motores o bien algunas zonas o toda la planta, nuevamente, esta decisión es en base a los ahorros que se quieran obtener y a los recursos que se tengan para implementar este control.

Una vez seleccionadas las cargas susceptibles a controlar se establece un programa de la forma y en que horarios estos equipos se deben controlar basándose en las curvas de demanda.

El control depende de un equipo de monitoreo que se instala en las alimentaciones de los motores, tablero general y centros de control de motores. Este equipo consta de transformadores de control convencionales y una unidad transmisora de datos. Una ventaja adicional es que el monitoreo permite al personal de mantenimiento conocer como se están comportando todos los parámetros en cada punto determinado de la planta desde una terminal remota en una oficina de mantenimiento.

El controlador contendrá un programa que funcionará como cerebro de la operación. Este puede ser muy sofisticado y con una cantidad de variables a manejar muy grande, y puede ser accesado a través de un puerto para un computadora PC desde donde se modifica y reconfigura dependiendo de las condiciones propias de la planta.

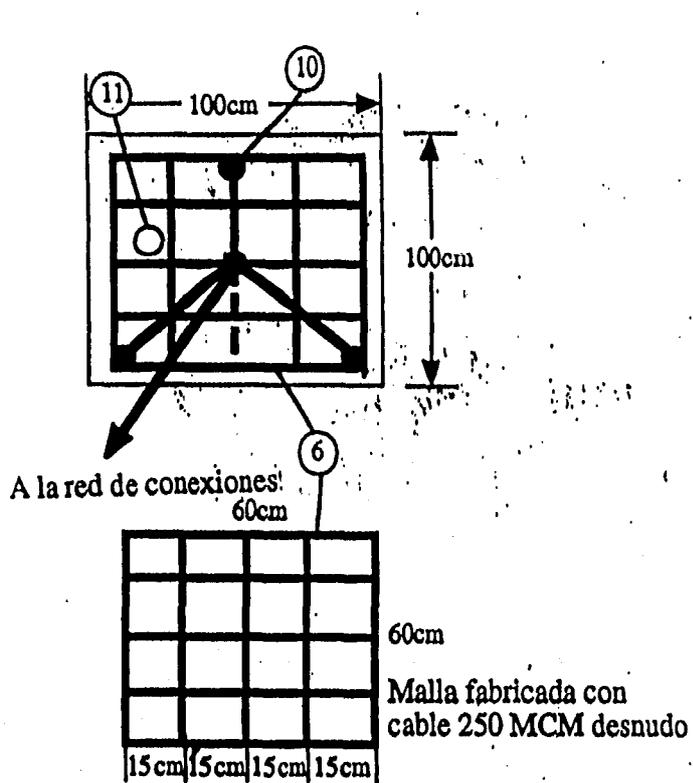
El controlador sera el que mande la señal en los momentos en que el promedio de la demanda de un período vaya a superar los parámetros ya establecidos a los equipos encargados de manejar propiamente el control de demanda, como contactores y arrancadores o bien, los variadores de velocidad o controladores de velocidad.

Este tipo de dispositivos puede controlar las cargas evitando la entrada de equipo a ciertas horas, retardando la entrada, o bien controlando que su consumo no exceda los límites establecidos para evitar así el que un pico de demanda sobrepase los niveles permitidos provocando con sigo cargos por consumo no deseados.

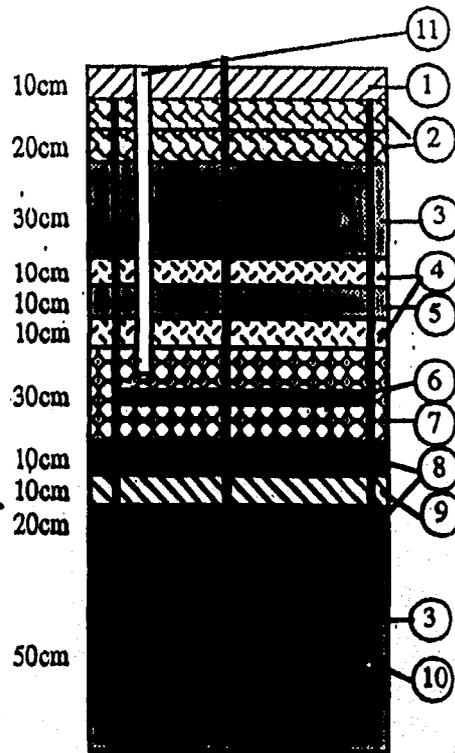
Es importante considerar que algunos de estos equipos como los variadores de velocidad son equipos que variando la frecuencia disminuyen los consumos de energía y que por su diseño puede producir armónicas las cuales hay que monitorear y filtrar para evitar interacciones en el resto de la instalación.

La planta decide que el implementar un sistema de este tipo puede tener ventajas muy atractivas en el consumo sin embargo, la planta tiene pensado en comprar primero otros equipos y dejar la implementación de un sistema de monitoreo para una fase posterior.

## SISTEMA DE TIERRAS EN BANCO ESPECIAL



### PLANTA



### PERFIL

### MATERIALES

- 1.-Cemento
- 2.-Tierra negra suelta (apizonada)
- 3.-Grava o arena suelta (apizonada)
- 4.-Carbón tipo "COOKE" suelto
- 5.-Sal natural en grano suelta
- 6.-Malla fabricada con cable cal 250 MCM desnudo y conectores TAC, GAC, XAC (Cadwell)
- 7.-Mezclas de carbón, sal, sulfato de amonio
- 8.-Carbón tipo "COOKE" apizonado
- 9.-sal natural en grano apizonada
- 10.-Sistema de 4 varillas COPPERWELD de 16mm $\phi$  x 2.10m c/u
- 11.-Tubo P.V.C. de 13mm x 1.00m

## FIGURA N° 23

# ***CONCLUSIONES***



## **CONCLUSIONES.-**

El Departamento del Distrito Federal se ha visto beneficiado con este proyecto a través de su Planta de Asfalto, porque una vez puesta en operación la Planta Productora de Triturados Basálticos, puede garantizar el proceso y suministro de 1500 Ton/día de grava controlada y asfaltada para ser distribuida en las 16 delegaciones políticas del D.F. así como, entre los consumidores particulares y Estatales.

La solución que se plantea en el proyecto y el tratamiento que se les da a las redes de alta y baja tensión es muy singular, funcional y con una operación muy confiable. De igual forma el alumbrado perimetral a través de una red en 23,000 V permite tener mucha flexibilidad y confiabilidad en el sistema.

El proyecto del sistema eléctrico con alta y baja tensión de la productora de triturados basálticos, considera y toma en cuenta, con bastante exactitud y en función de la topografía del terreno; la localización de las subestaciones eléctricas: receptora, servicios propios y conjuntos de trituración. Así mismo considera el área necesaria, según normas establecidas y especificaciones de cada uno de los equipos a instalar.

Las Unidades de Verificación de instalaciones eléctricas (U.V.I.E.) son las personas físicas o morales aprobadas por la Secretaría de Comercio y fomento Industrial, para realizar la constatación ocular o comprobación del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas en las instalaciones eléctricas de alta tensión y lugares de concentración pública.

Las U.V.I.E. se constituyen para dar cumplimiento a lo establecido en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, en su reglamento, en la Ley Federal de Metrología y Normalización, y al Reglamento interno de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, así como en el Decreto que reforma dicho Reglamento.

Conforme lo establece la Compañía de Luz y Fuerza el proyecto se revisó por una U.V.I.E., la cual verificó que:

-El valor de protecciones, así como su capacidad interruptiva, fueran los adecuados a las características del circuito que protejan.

-Los conductores de media tensión, su aislamiento, pantalla, etc., sean los adecuados para las necesidades del proyecto.

-Los conductores de baja tensión sean adecuados para la corriente que van a conducir y que se hayan empleado los factores de corrección por agrupamiento y por temperatura apropiados al caso.

-Las canalizaciones sean adecuadas al lugar donde se empleen y que se utilicen los accesorios apropiados al tipo de canalización.

-El factor de relleno de las canalizaciones, no exceda el indicado por NOM para cada tipo.

-Que se haya previsto un medio para la conexión a tierra de todas las partes metálicas no conductoras de la instalación y que dicho medio así como los electrodos y red de tierra, cumplan con lo especificados por las NOM.

- Que la protección contra sobrecorrientes y el arrancador sean adecuados para cada uno de los motores instalados en el sistema.

-Que las instalaciones hechas en los lugares clasificados como peligrosos, utilicen conductores, materiales, canalizaciones, accesorios, etc. aprobados para uso en áreas peligrosas según su clase y división.

-Que los aparatos de los que hace mención especial las NOM como son: elevadores, capacitores, soldadoras, grúas y anuncios, así como las instalaciones en cines, teatros y lugares de concentración pública, sean los adecuados para su propósito y cumplan los requisitos normativos.

-Que los locales para cada subestación cuenten con las características y accesorios indicados en las Normas, para cada tipo de subestación.

-Que los medios de desconexión y protección principal, sean adecuados para la capacidad nominal de la subestación, así como que cuente con suficiente capacidad interruptiva, según lo marcan las NOM.

-Que los equipos de la subestación, como son: transformadores, barras, capacitores, etc., estén adecuadamente protegidos, tanto por sobretensiones como contra sobrecorrientes.

-Que la subestación cuente con sus respectivos medios de conexión a tierra y que la red de tierras cumpla con las especificaciones y requisitos normativos.

La U.V.I.E elaboró un reporte técnico satisfactorio autorizando el inicio de los trabajos.

Ahora bien, estableciendo que técnicamente el proyecto cumple todos los lineamientos marcados por las Normas y Reglamentos aplicables y que su funcionamiento cumple con la necesidad de la Planta de Asfalto en tener un abasto de grava controlada, el proyecto cumple ampliamente con la solución requerida en la nueva Planta Productora de Triturados Basálticos.

Con el fin de asegurar que el proyecto se lleve a cabo dentro de los parametros de diseño es importante considerar que el tipo de obra a ejecutar requiere de materiales eléctricos de muy alta calidad debidamente registrados ante la SECOFI. En relación a los acabados para los recintos se recomienda

tomar en cuenta todos los factores a fin de evitar, se aumente considerablemente el costo de construcción.

Deberán sujetarse a los requisitos de observancia obligatoria establecidos en el Reglamento de Obras e Instalaciones eléctricas de la Ley de la Industria Eléctrica en vigor, así como en las normas de construcción de la C.F.E.

Todos los trabajos deberán ejecutarse de acuerdo a lo pactado en el contrato. Para llevar a cabo la obra se respetarán especificaciones, normas y procedimientos constructivos del D.D.F.

La mano de obra deberá ser ejecutada por obreros especializados y con herramientas y equipo adecuados para cada caso.

La supervisión y control de obra deberá ser proporcionada por parte del D.D.F. así como de la contratista, con personas altamente capacitadas para resolver cualquier problema inherente a la obra.

Los siguientes puntos son importantes para garantizar que estando la Planta en operación y en plena producción sea rentable conservándose dentro de los límites normales en sus costos de operación.

- El costo por consumo de energía eléctrica de acuerdo a la tarifa H-M (abril de 1995), para media tensión con una demanda promedio mensual de 3900 Kva (60 % de la capacidad instalada) equivale a facturar un total mensual de N\$92,964.39

- A este costo mensual calculado por consumo de energía se le bonificará el 2.04 % que equivale a N\$ 1,897.23 de descuento porque el sistema eléctrico está operando con un factor de potencia del 98 %.

De manera que el costo real mensual por consumo de energía es de N\$ 91,067.16

- El costo por mano de obra de operación, está dentro de los límites promedio al tabulador de salarios mínimos, porque el sistema eléctrico está diseñado y construido con equipo de tecnología moderna, pero en forma sencilla para que los operadores se familiaricen rápidamente con su sistema, lo manejen y lo controlen sin contratiempos de manera que no requieren más de un curso de capacitación sencilla.

- El costo por mano de obra de mantenimiento, también está dentro del tabulador de salarios mínimos que paga el D.D.F. porque el equipo utilizado es conocido por el personal con medianos conocimientos técnicos y si a esto le sumamos cursos técnicos de capacitación para programas de mantenimiento preventivo y correctivo, se incrementa la eficiencia de la Planta.

- Bajo costo por equipo y materiales para programas de mantenimiento correctivo y preventivo porque el diseño del sistema garantiza plena operación de protecciones que preservan a conductores y dispositivos de ser dañados por

esfuerzos más allá de donde su diseño exige, porque son aislados del circuito en falla en un tiempo de respuesta de protecciones dentro de los límites permitidos para estas circunstancias.

- El mínimo costo por gastos indirectos de administración, control de personal, nóminas, control de producción y supervisión de calidad, pero suficiente el personal administrativo y de mando intermedio para toma de decisiones técnicas y estratégicas que requiere la Planta y este personal se combina con el existente en la Planta de Asfalto que ya sabe desarrollar estas labores.

Además el proyecto tiene los siguientes beneficios adicionales:

- Beneficio para la zona del Pueblo de Parres y Topilejo en Tlalpan, D.F. porque el material triturado se debe transportar hasta la Planta de Asfalto en Coyoacán donde operan las plantas asfaltadoras y se han formado cuadrillas de transportistas preferentemente de esa zona para que en cooperativa se unan por grupos, adquieran un camión de 12 a 14 ton, y con él hagan viajes las 24 hora por turnos de choferes para transporte del producto triturado.

- Beneficio para los trabajadores del DDF que han sido escalafonados de nivel para prestar servicio de sobrestantes y supervisores durante los diferentes turnos que opera la Planta.

- Beneficio para familias cuyo jefe de familia ha sido seleccionado para ocupar un puesto en esta nueva fuente de trabajo permanente, organizado y con las mismas prestaciones que el DDF concede a sus trabajadores en todas sus Dependencias cuando ejercen labores como las de reciente creación de:

- Operadores de maquinaria pesada
- Operadores de barrenadoras
- Operadores y mecánicos de equipo neumático
- Choferes de vehículos fuera de carretera
- Choferes de camión de carga
- Choferes de vehículo ligero
- Cuadrillas de Operadores en los conjuntos de trituración
- Cuadrillas de electricistas
- Cuadrillas de mecánicos de maquinaria pesada
- Soldadores paileros
- Administradores
- Despachadores y control de transportistas
- Almacenistas

Médico de primeros auxilios y enfermeras

Vigilantes

Controladores de tiempo para personal en campo

En total se crearon plazas para 310 trabajadores (Prom. de 1550 personas beneficiadas) inicialmente y dependiendo de la demanda y necesidades de producción, la planta puede fácilmente doblar las plazas en un plazo de 2 años, la organización está diseñada para eso, porque en esta etapa inicial de producción se trabajará al 60% de su máxima capacidad en período de adaptación.

# **BIBLIOGRAFIA**

**Beeman Donald .-**

Industrial Power Systems Handbook .- USA Mc Graw-Hill Book 1955

**Fink G. Donald / H. Wayne Beaty .-**

Standard Handbook for Electrical Engineers .- Mc Graw-Hill USA 1993

**Nilsson W. James .-**

Electric Circuits .- Addison Wesley publishing .- USA 1994

**Sierra Madrigal Victor Ing. / Ing. Alfonso Sansores Escalante.-**

Manual Técnico de Cables de Energía .- Condumex .- México 1984

**Stevenson William D.-**

Elements of Power System Analysis .- Mc Graw Hill.- USA 1965

**Viqueira Landa Jacinto**

Redes Eléctricas .- primera y segunda parte .- México 1993

**Westinghouse Electric Corporation**

Electrical transmission & Distribution Reference book .- USA 1965

**IEEE Brown Book .-**

IEEE Recommended Practice for

Industrial and Commercial Power Systems Analysis .- USA 1994

**IEEE Green Book .-**

IEEE Recommended Practice for

Grounding of Industrial and Commercial Power Systems .- USA 1991

**IEEE Red Book .-**

IEEE Recommended Practice for

Electric Power Distribution for Industrial Plants .- USA 1994

**National Electrical Code.-**

Edition 1993 .- National Fire Protection Association .- USA 1993

**Comisión Federal de Electricidad.-**

Normas de Distribución .- Construcción .- Líneas Aéreas.- CFE 1990

**CONDUMEX .-**

Catálogo General de conductores .- México 1990

# *APENDICE*

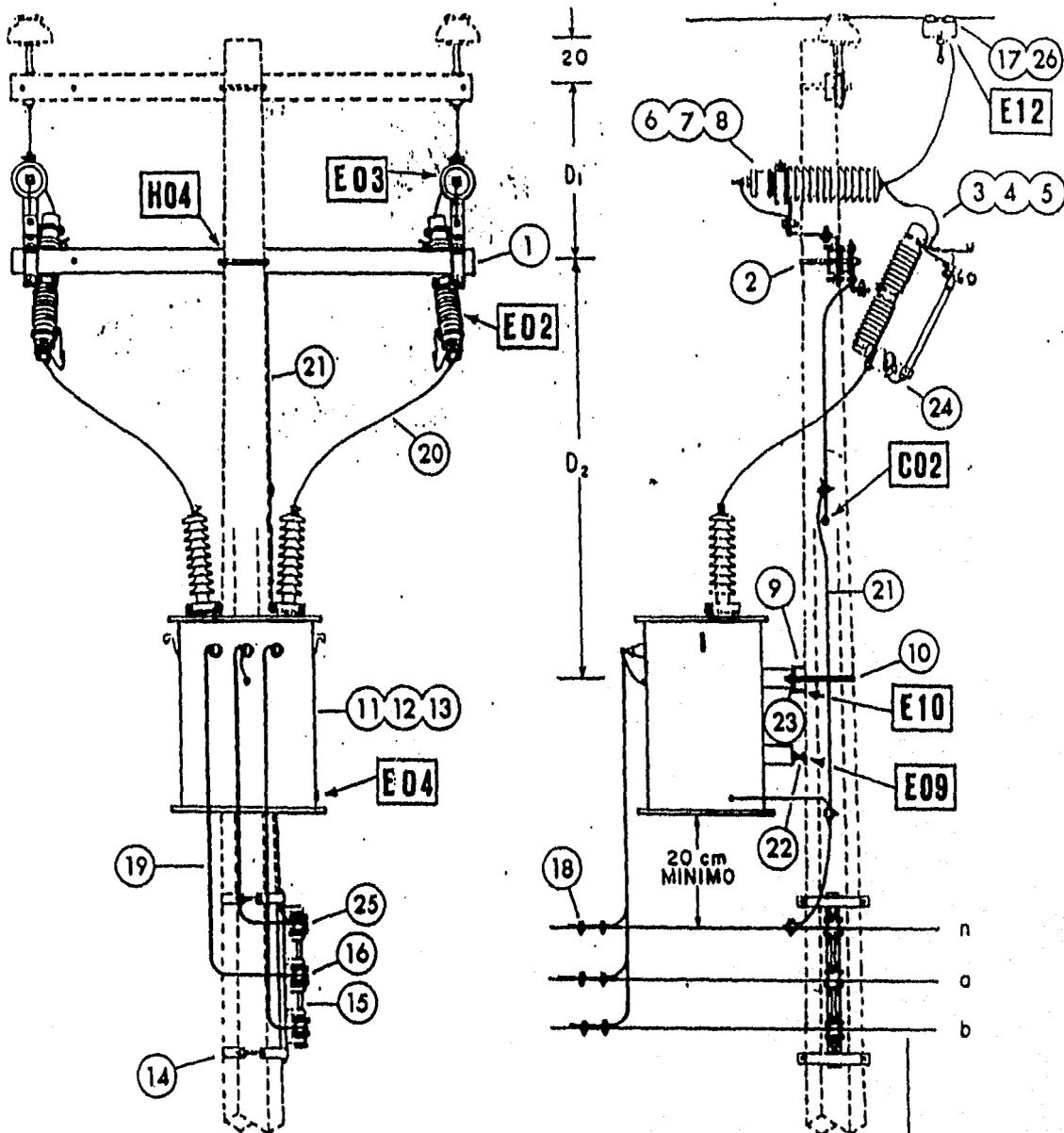




NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BANCO 1TR2B

08 TR 11  
B C N

1 de 2



600 cm MINIMO  
A PISO

DISTANCIAS		
kV	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
13	80	120
23	90	130
33	100	140

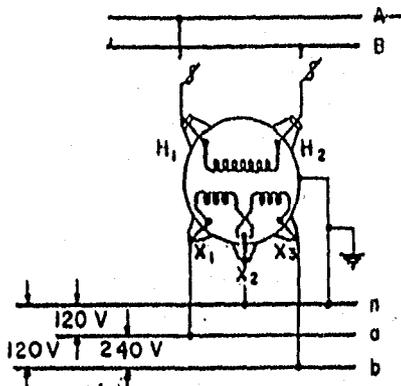


Diagrama de Conexiones

ACOTACION EN CENTIMETROS

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BANCO 1TR2B

08 TR 11  
B C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	1
2	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
3	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 15-100- 95-8000	2	-	-
4	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 27-100-125-6000	-	2	-
5	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 38-100-150-2000	-	-	2
6	8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12	2	-	-
7	8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18	-	2	-
8	8003A8	"	APARTARRAYO ADA 30	-	-	2
9	1162A1	"	SOPORTE CV1 (1)	1	1	1
10	1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
11	7002A*	"	TRANSFORMADOR D1-*-13200-120/240	1	-	-
12	7016A*	"	TRANSFORMADOR D1-*-23000-120/240	-	1	-
13	7020A*	"	TRANSFORMADOR D1-*-33000-120/240	-	-	1
14	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
15	1023A3	"	BASTIDOR B3	1	1	1
16	200700.	"	AISLADOR 1C	2	2	2
17		"	CONECTADOR ESTRIBO	2	2	2
18	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 C0 09	6	6	6
19	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	9	9	9
20	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	2	2	2
21		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
22	9026A2	Pz	TORNILLO MAQUINA 16x63 (1)	2	2	2
23	1135A1	"	PLACA IPC (1)	3	3	3
24	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	2	2	2
25	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
26		"	CONECTADOR PERICO	2	2	2

NOTAS :

- 1.- PARA SUJETAR TRANSFORMADORES PESADOS UTILICE DOS SOPORTES CV1, SUSTITUYENDO CON UNO DE ELLOS EL SEPARADOR DE TORNILLO.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - LINEAS PRIMARIAS**

05 00 01

0 0 0

1 de 5

LA SECCION DE ESTRUCTURAS PRIMARIAS ESTA PREVISTA CON LOS SIGUIENTES LINEAMIENTOS:

- 1.- SE CONSIDERAN ESTRUCTURAS DE LINEAS PRIMARIAS TODAS AQUELLAS QUE SOPORTEN CONDUCTORES CUYA OPERACION SEA DE 13 HASTA 33 KV. LINEAS CON VOLTAJES PRIMARIOS MENORES A 13 KV, SE CONSTRUIRAN SEGUN LAS NORMAS DE ESTE VOLTAJE.
- 2.- LA IDENTIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS ESTA CODIFICADA CON EL CONCEPTO DE NIVEL DE LOS CONDUCTORES EN LA ESTRUCTURA. ESTA CONCEPCION FACILITA SU SISTEMATIZACION AL MOMENTO DE PRESUPUESTAR O REQUERIR MATERIALES.
- 3.- EN LINEAS PRIMARIAS SE CONSIDERAN TRAMOS CORTOS LOS MENORES DE 65 m Y TRAMOS LARGOS LOS MAYORES DE 65 m. LOS PRIMEROS SE CONSTRUYEN PRINCIPALMENTE EN ZONAS URBANAS PUESTO QUE ESTAN DETERMINADOS POR LOS TRAMOS DE LA LINEA SECUNDARIA, EN TANTO QUE LOS SEGUNDOS SE CONSTRUYEN POR LO GENERAL EN ZONAS RURALES.
- 4.- SE CONSIDERAN CONDUCTORES LIGEROS:  
COBRE N° 2 AWG Y MENORES  
ACSR N° 1/0 AWG Y MENORES  
AAC N° 3/0 AWG Y MENORES  
CONDUCTORES DE CALIBRE MAYOR SE CONSIDERAN CONDUCTORES PESADOS.
- 5.- EN LAS LINEAS PRIMARIAS AEREAS SE UTILIZARAN EXCLUSIVAMENTE CONDUCTORES DESNUDOS.
- 6.- TRAMO FLOJO ES UN TRAMO DE LINEA MENOR DE 40 m DONDE LA TENSION MECANICA DE LOS CONDUCTORES ES MENOR AL 40% DE LA INDICADA EN LAS TABLAS DE FLECHAS Y TENSIONES A LA TEMPERATURA AL MOMENTO DE REMATAR; SE UTILIZA CUANDO EXISTEN LIMITACIONES PARA INSTALAR RETENIDA DIRECTAMENTE AL PISO. VEA NORMA 05 TO 18.
- 7.- EL NEUTRO CORRIDO SE PUEDE INSTALAR EN LA POSICION DE HILO DE GUARDA. EL USO DEL NEUTRO EN POSICION DE HILO DE GUARDA ESTA LIMITADO A LINEAS RURALES CUYO SISTEMA SEA 3F-4H UBICADAS EN REGIONES CON ALTA INCIDENCIA DE DESCARGAS ATMOSFERICAS O EN CASOS ESPECIALES QUE LO REQUIERAN.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - LINEAS PRIMARIAS**

05	00	01
0	0	0

2 de 5

- 8.- ANTES DE INICIAR LA CONSTRUCCION SE DEBE FORMULAR UN PROYECTO EN BASE A LAS CARACTERISTICAS DEL TERRENO, ASI COMO COMPROBAR QUE NO SE EXCEDAN LAS LIMITACIONES DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS.
- 9.- LOS POSTES DEBEN QUEDAR VERTICALES DESPUES DE QUE EL CONDUCTOR HAYA SIDO TENSADO.
- 10.- LAS LINEAS SE DEBEN CONSTRUIR CON UN TRAMO PROMEDIO DE 98% DEL TRAMO MAXIMO.
- 11.- EL HILO DE GUARDA Y EL NEUTRO CORRIDO SE INSTALARAN DEL LADO DEL TRANSITO.
- 12.- LA BAJANTE DE TIERRA QUEDARA EN LA CARA DEL POSTE PARALELA A LA LINEA, DEL LADO DEL TRANSITO.
- 13.- LINEAS CON HILO DE GUARDA O NEUTRO CORRIDO SE INSTALARA UNA BAJANTE DE TIERRA CADA DOS ESTRUCTURAS.
- 14.- NO SE RECOMIENDA LA CONSTRUCCION DE MAS DE UN CIRCUITO EN LA MISMA ESTRUCTURA, EXCEPTO CUANDO LOS DERECHOS DE VIA IMPIDAN LA CONSTRUCCION NORMAL.
- 15.- EN EL CASO DE ESTRUCTURAS CON DOS CIRCUITOS, EL DE MAYOR TENSION ELECTRICA DEBERA IR EN LA PARTE SUPERIOR.
- 16.- NO DEBE EXISTIR CRUCE DE DOS CIRCUITOS DIFERENTES. SI EXISTE CRUCE DE UN MISMO CIRCUITO, SE DEBE CONECTAR LA INTERSECCION.
- 17.- NORMALMENTE EN LAS LINEAS DE DISTRIBUCION NO SE REQUIERE TRANSPOSICION.
- 18.- LOS POSTES DE CONCRETO QUE QUEDEN EMPOTRADOS EN TERRENO SALINO O DE ALTA CONTAMINACION SE DEBEN IMPERMEABILIZAR CON RECUBRIMIENTO ASFALTICO. APLIQUE CRITERIO DE LA NORMA 03 00 08.
- 19.- CUANDO EXISTA UN DESBALANCE DE FUERZAS ESTATICAS EN UNA ESTRUCTURA SIN RETENIDAS, EL POSTE SE DEBE INCLINAR LIGERAMENTE EN SENTIDO CONTRARIO A



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - LINEAS PRIMARIAS**

05	00	01
0	0	0

3 de 5

LA RESULTANTE DE ESAS FUERZAS ESTATICAS.

- 20.- EN CONDICION NORMAL, EL POSTE DE CONCRETO NO DEBE SOPORTAR ESFUERZOS DE TORSION SALVO POR ROTURA DE CONDUCTOR. SI SE DESEA DISEÑAR LA LINEA PARA ESTOS CASOS ESPECIALES SE DEBE USAR POSTE DE ACERO.
- 21.- EL CABLE DE LA RETENIDA PARA LA LINEA PRIMARIA ES INDEPENDIENTE DEL DE LA SECUNDARIA, AUNQUE LOS DOS REMATEN EN LA MISMA ANCLA.
- 22.- LA RETENIDA PARA ESTRUCTURAS CON DEFLEXION SE DEBE INSTALAR EN LA BISECTRIZ EXTERIOR DEL ANGULO QUE FORMA LA LINEA, NO EN EL SENTIDO DE ESTA. VEA NORMA 06 00 16.
- 23.- EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION O DEFLEXIONES DE LA LINEA, EL LADO FUENTE DEBE ESTAR EN LA PARTE SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA.
- 24.- AL EXTENDER EN LINEA RECTA UNA LINEA EXISTENTE REMATADA, SE DEBE MODIFICAR LA ESTRUCTURA DE REMATE PARA DEJARLA DE PASO. SOLO EN EL CASO DE QUE EL CONDUCTOR SEA DISTINTO SE DEBERA PARTIR CON UN REMATE.
- 25.- NO SE DEBE INSTALAR NINGUN EQUIPO EN LA CRUCETA DE LA LINEA SIN ANTES VERIFICAR LA SEPARACION ENTRE FASES. EN CASO DE QUE NO SE CUMPLAN LAS SEPARACIONES MINIMAS, INSTALE EL EQUIPO EN EL SIGUIENTE NIVEL INFERIOR.
- 26.- SE DEBE VERIFICAR MANUALMENTE QUE EN EL CASO DE MOVIMIENTO DE LOS PUENTES POR EFECTOS DE VIENTO NO SE REDUZCAN LAS DISTANCIAS MINIMAS ESTABLECIDAS.
- 27.- EN LA CONSTRUCCION DE LINEAS SE DEBE PROCURAR SEGUIR TRAYECTORIAS RECTAS.
- 28.- EL AMARRE PARA EL CONDUCTOR NEUTRO EN POSICION DE GUARDA O COMO NEUTRO CORRIDO, ES IDENTICO AL UTILIZADO EN LINEAS SECUNDARIAS. CONSULTE NORMA 04 CO 17.
- 29.- EN AREAS URBANIZADAS EL CONDUCTOR DE LA FASE CENTRAL SIEMPRE DEBE IR EN



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - LINEAS PRIMARIAS**

05	00	01
0	0	0

4 de 5

- LA CRUCETA DEL LADO DE LA CALLE. SOLO UNA FASE DEBE QUEDAR AL LADO DE LA BANQUETA.
- 30.- EN TODAS LAS ESTRUCTURAS PARA LINEAS PRIMARIAS CON CONDUCTOR NEUTRO QUE SE INSTALEN EN DONDE EXISTAN LINEAS SECUNDARIAS, NO SE DEBE CONSIDERAR LA BAJANTE DE TIERRA NI LOS HERRAJES PARA FIJACION DEL CONDUCTOR NEUTRO QUE ESTAN ANOTADOS EN LA LISTA DE MATERIALES QUE INTEGRAN CADA ESTRUCTURA.
- 31.- EN LAS ESTRUCTURAS TIPO "TS", "PS", "VS", "C" Y "HS" LA POSICION DE LAS CRUCETAS SE DEBE ALTERNAR A CADA LADO DEL POSTE EN LINEAS RURALES.
- 32.- EN LUGARES DONDE EXISTA VANDALISMO SE RECOMIENDA LA INSTALACION DEL AISLADOR SINTETICO SMEP\*\* EN ESTRUCTURAS DE REMATE O ANCLAJE.
- 33.- LA CONEXION DE LOS TRANSFORMADORES MONOFASICOS A LA LINEA SE DEBE HACER DE TAL FORMA QUE EN CONJUNTO LAS TRES FASES QUEDEN BALANCEADAS EN EL RAMAL.
- 34.- LAS LINEAS NO TRIFASICAS SE UTILIZAN PARA PROPORCIONAR SERVICIOS MONOFASICOS O PARA SERVICIOS TRIFASICOS HASTA DE 10 AMPERES COMO MAXIMO.
- 35.- EN ELECTRIFICACION DE COLONIAS O FRACCIONAMIENTOS URBANOS LAS CAIDAS DE VOLTAJE DE LA LINEA PRIMARIA DESDE EL PUNTO DE CONEXION AL PUNTO EXTREMO O CRITICO DE ESA ELECTRIFICACION NO DEBE DE EXCEDER DE:
- 50 Volts/km EN 13 kV  
30 Volts/km EN 23 kV  
15 Volts/km EN 33 kV
- 36.- EL CONDUCTOR MINIMO A UTILIZAR EN LINEAS PRIMARIAS ES EL ACSR N° 2 AWG. EN AREAS DE CONTAMINACION SE UTILIZARA CONDUCTOR DE COBRE N° 6 AWG.
- 37.- LA SELECCION DE CONDUCTORES PARA LINEAS PRIMARIAS DE DISTRIBUCION SE DEBE BASAR EN UN ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO CON LAS VARIABLES QUE EL CASO PRESENTE.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - LINEAS PRIMARIAS**

05	00	01
0	0	0

5 de 5

- 38.- LOS CIRCUITOS DE DISTRIBUCION DEBEN OPERAR RADIALMENTE.
- 39.- EN CONDICIONES DE OPERACION NORMAL EL CONDUCTOR DE LINEAS PRIMARIAS EN DISPOSICION RADIAL NO DEBE EXCEDER EL 50% DE SU CAPACIDAD TERMICA.
- 40.- PARA CONDICIONES DE EMERGENCIA EL CONDUCTOR SE PUEDE OPERAR HASTA EL 75 % DE SU CAPACIDAD TERMICA. LAS TRANSFERENCIAS DE CARGA SE DEBEN REALIZAR A TRAVES DE EQUIPO DE OPERACION SIMULTANEA DE APERTURA CON CARGA.
- 41.- LA REGULACION DE VOLTAJE EN LINEAS PRIMARIAS DEBERA SER DE 5% COMO MAXIMO EN LA TRAYECTORIA AL PUNTO CRITICO PARTIENDO DE LA SUBESTACION.
- 42.- LOS CONDUCTORES DE COBRE NO REQUIEREN DE VARILLAS PROTECTORAS EN LOS APOYOS.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
SELECCION DE ESTRUCTURAS PRIMARIAS**

05	00	04
0	0	0

1 de 2

- 1.- PARA ESTRUCTURAS DE LINEAS AEREAS PRIMARIAS DE 13 A 33 KV, SE DEBE USAR COMO MINIMO POSTE DE CONCRETO DE 11 m.
- 2.- EN AREAS URBANAS DE IMPORTANCIA (CIUDADES), SE DEBE USAR COMO MINIMO POSTE DE 12 m.
- 3.- SE USARA POSTE DE 11-500 PARA LINEAS RURALES CON CONDUCTOR LIGERO, SIEMPRE Y CUANDO NO SOPORTEN EQUIPO ELECTRICO (PESO MAYOR DE 300 kg).
- 4.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "T" EN LINEAS RECTAS, ZIGZAGUEANDO EL CONDUCTOR CENTRAL EN TRAMOS LARGOS. EN AREAS URBANAS, DOS FASES SE DEBEN INSTALAR DEL LADO DE LA CALLE.
- 5.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "P" SOLO EN UN DETERMINADO TRAMO INTERPOSTAL EN DONDE LA SEPARACION ENTRE FASES SEA MENOR QUE LA MINIMA REQUERIDA, UNA VEZ QUE SE HA VERIFICADO QUE LA ESTRUCTURA "T" CON CRUCETA PT-250 NO SOLUCIONA EL PROBLEMA. EN TERRENO PLANO NO SE CONSTRUIRAN LINEAS CON ESTRUCTURAS "P"; SOLO EN TRAMOS ESPECIFICOS O EN LINEAS SOBRE TERRENO ABRUPTO.
- 6.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "R" EN EL ARRANQUE O LA TERMINACION DE UNA LINEA URBANA O RURAL. EN AREAS URBANAS EL REMATE SE HARA EN CRUCETAS; EN AREA RURAL SE PROCURARA REMATAR DE TAL FORMA QUE PERMITA LA CONTINUACION DE LA LINEA.
- 7.- SE UTILIZARA LA ESTRUCTURA TIPO "A":
  - a) EN AREAS RURALES PARA AISLAR MECANICAMENTE LA LINEA. AMBOS REMATES SE DEBEN HACER DIRECTAMENTE EN EL POSTE (SIN CRUCETA), VERIFICANDO EL LIBRAMIENTO AL PISO. VEA NORMA 05 AO 14.  
SI SE PREVE INSTALAR EQUIPO DE SECCIONALIZACION O PROTECCION, EL REMATE SE HARA CON CRUCETA(S).



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SELECCION DE ESTRUCTURAS PRIMARIAS**

05	00	04
0	0	0

2 de 2

b) EN AREAS URBANAS PARA CAMBIO DE CALIBRES EN LINEA RECTA O EN PEQUERAS DEFLEXIONES (MAYORES A LAS PERMITIDAS EN ESTRUCTURAS "TD" O "TE"). EN AMBOS CASOS SE INSTALARA UNA SOLA RETENIDA PARA COMPENSAR TENSIONES.

EN LA NORMA 05 00 07 SE DAN LAS LIMITANTES POR DEFLEXION EN EL MISMO NIVEL.

8.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "D" EN LINEAS RURALES PARA ANGULOS O DEFLEXIONES MAYORES A LOS PERMITIDOS EN ESTRUCTURAS TIPO "TD" O "TE".

9.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "V" CUANDO SE REQUIERA DAR MAYOR SEPARACION HORIZONTAL A CONSTRUCCIONES QUE LA QUE PERMITE LA ESTRUCTURA TIPO "T".

10.- SE UTILIZARA LA ESTRUCTURA TIPO "C" SOLO EN AREAS DE FUERTES VIENTOS (PRESION DE MAS DE  $39 \text{ kg/m}^2$ ) Y/O EN AREAS DE ALTA CONTAMINACION. EL USO DE ESTAS ESTRUCTURAS REQUIERE DE ESTUDIO ESPECIFICO.

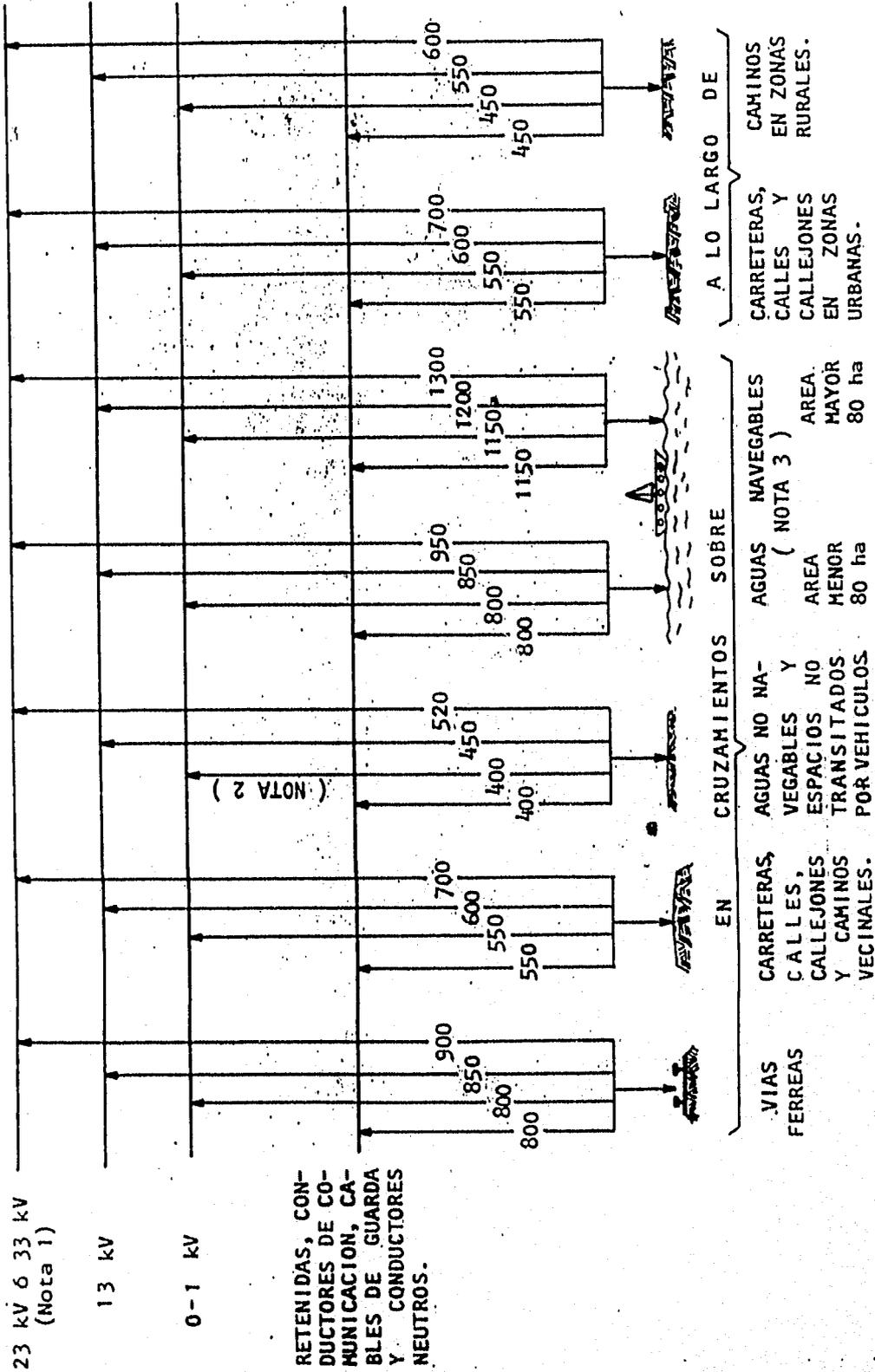
11.- SE UTILIZARA ESTRUCTURA TIPO "H" EN TERRENOS ABRUPTOS DONDE LOS TRAMOS INTERPOSTALES SON MAYORES A LOS LIMITADOS POR LAS ESTRUCTURAS TIPO "P" O "C". LA SELECCION DE ESTE TIPO DE ESTRUCTURAS REQUIERE ESTUDIO TOPOGRAFICO CON PROYECTO SIMILAR AL DE LAS LINEAS DE SUBTRANSMISION.



**NORMAS DE DISTRIBUCION Y CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS**  
**ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES A SUPERFICIES**

02 00 03  
 0 0 0

**ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES**  
**(DISTANCIAS EN CENTIMETROS)**





**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES A SUPERFICIES**

02 00 03

0 0 0

2 de 2

CONDICIONES :

- a) TEMPERATURA EN LOS CONDUCTORES DE 16°C.
- b) FLECHA FINAL SIN CARGA, EN REPOSO.
- c) CLAROS BASICOS ENTRE ESTRUCTURAS ;
  - HASTA 75 m PARA LA ZONA I
  - HASTA 100 m PARA LAS DEMAS ZONAS.
- d) PARA CLAROS MAYORES, SE DEBERA AGREGAR A LA ALTURA BASICA 1 cm POR CADA METRO EN EXCESO DEL CLARO BASICO. SOLO EN EL CASO DE CRUCE SOBRE VIAS FERREAS EN LA ZONA I, ESTE INCREMENTO SERA DE 1.5 cm.
- e) PARA CLAROS DONDE LA ALTURA CRITICA NO SEA A LA MITAD DEL TRAMO, EL INCREMENTO ADICIONAL AL QUE SE, REFIERE EL PUNTO ANTERIOR, PUEDE DISMINUIRSE MULTIPLICANDO POR EL SIGUIENTE FACTOR:

DISTANCIA DEL PUNTO DE CRUCE A LA ESTRUCTURA MAS CERCANA, EN PORCENTAJE DE LA LONGITUD DEL CLARO DE CRUCE.	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
FACTOR	0.19	0.36	0.51	0.64	0.75	0.84	0.91	0.96	0.99	1.00

NOTAS :

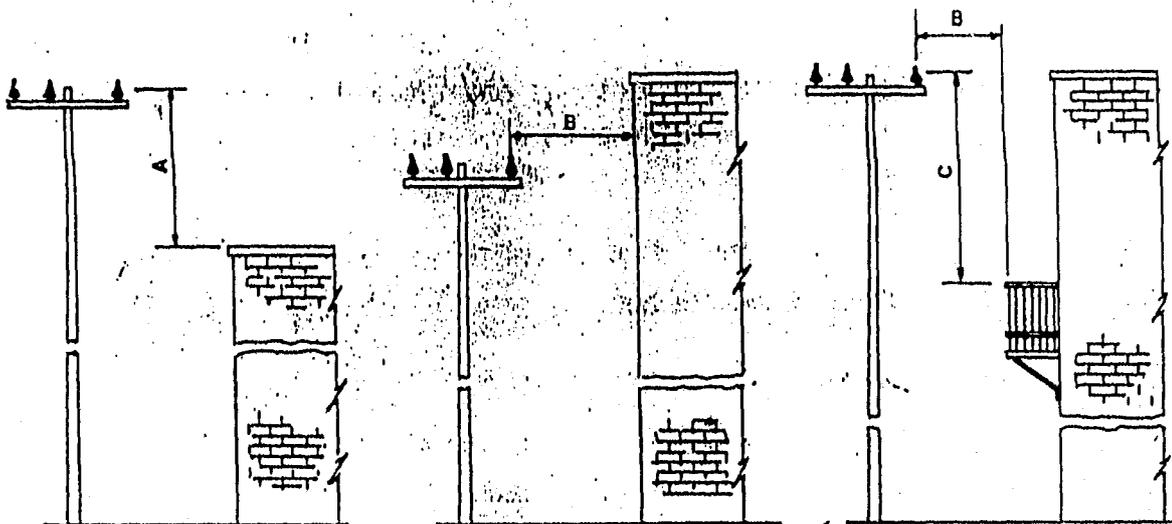
- 1.- Si un circuito de 23 kV está efectivamente conectado a tierra, las alturas mínimas serán las que se indican para un circuito de 13 kV entre fases.
- 2.- Esta altura puede reducirse a 3 m si los conductores están localizados a la entrada del edificio y el neutro está conectado efectivamente a tierra.
- 3.- La altura sobre ríos o canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1,600 m de río o canal, que incluya al cruce. Además, se debe tener en cuenta lo establecido en los reglamentos en materia de navegación.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
SEPARACION DE CONDUCTORES A CONSTRUCCIONES**

02 00 04  
0 0 0

1 de 2.



Las distancias son mínimas y están indicadas en centímetros

	A (Nota 2)	B	C
RETENIDAS, HILOS DE GUARDA Y NEUTROS (Nota 1)	100	100	250
0 - 1 kV	300	100	300
13 kV	300	200	320
23 kV ó 33 kV	370	250	340

**NOTAS :**

- 1.- Los conductores neutros a que se refiere este renglón son los que están efectivamente conectados a tierra a lo largo de toda la línea.
- 2.- La distancia "A" se refiere a techos no accesibles a personas, es decir, que el medio de acceso no sea a través de una puerta, rampa o escalera permanente.
- 3.- Cuando el claro sea mayor que el claro básico, la separación vertical debe aumentarse 1 cm por cada metro en exceso del claro básico. Si la altura no es medida a la mitad del claro, ver inciso "a" de la Norma de Distribución 02 00 03.



**NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS  
SEPARACION DE CONDUCTORES A CONSTRUCCIONES**

02	00	04
0	0	0

2 de 2

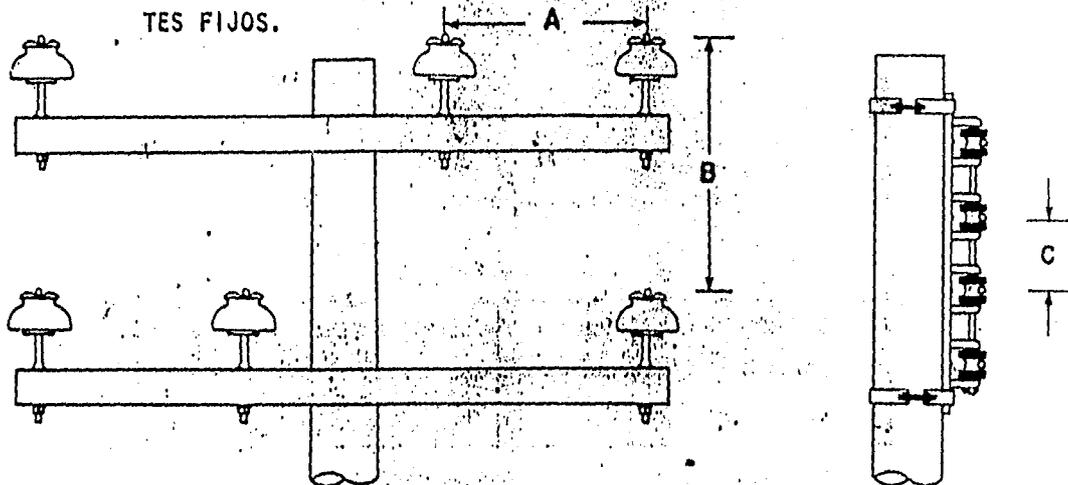
**CONSIDERACIONES:**

- a) LA SEPARACION HORIZONTAL DEBE APLICARSE CON EL CONDUCTOR DESPLAZADO DE SU POSICION EN REPOSO POR UN VIENTO DE  $29 \text{ kg/m}^2$ , CON FLECHA FINAL Y TEMPERATURA DE  $16^\circ\text{C}$ .
- b) LA SEPARACION VERTICAL DEBE APLICARSE CON TEMPERATURA EN LOS CONDUCTORES DE  $16^\circ\text{C}$ , CON FLECHA FINAL SIN CARGA.
- c) LOS CLAROS BASICOS SON :
  - HASTA DE 75 m PARA LA ZONA I. (SEGUN PLANO DE NORMA 02 00 02).
  - HASTA DE 100 m PARA TODAS LAS OTRAS ZONAS.
- d) LA SEPARACION HORIZONTAL MINIMA ENTRE UNA LINEA Y UNA ESTRUCTURA DE OTRA LINEA ES DE 150 cm.
- e) LA SEPARACION VERTICAL MINIMA ENTRE UNA LINEA Y UNA ESTRUCTURA DE OTRA LINEA ES DE: 180 cm PARA LINEAS DE 13 kV Y DE 210 cm PARA LINEAS DE 23 kV ó 33 kV.
- f) SE DEBE DEJAR UN ESPACIO MINIMO DE 180 cm ENTRE LOS EDIFICIOS DE MAS DE 3 PISOS ó 15 m DE ALTURA Y LOS CONDUCTORES PARA FACILITAR LA COLOCACION DE ESCALERAS EN CASO DE INCENDIO.
- g) CUANDO LA LINEA CUMPLA CON LAS DISTANCIAS VERTICALES MINIMAS INDICADAS, LA DISTANCIA HORIZONTAL MINIMA DEL PLANO IMAGINARIO VERTICAL SOBRE UNA CONSTRUCCION O BALCON A LA LINEA NO DEBE SER MENOR A 1 m.
- h) EN CASO DE QUE LAS SEPARACIONES ANTERIORES NO SE PUEDAN LOGRAR, LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DEBEN SER AISLADOS PARA EL VOLTAJE DE OPERACION.



SEPARACION ENTRE APOYOS DE CONDUCTORES

SEPARACIONES MINIMAS ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS EN SUS SOPORTES FIJOS.



Las separaciones son en centímetros

DESCRIPCION		0-1 kV	13 kV	23 kV	33 kV
<b>A</b> Nota 1	Separación horizontal entre conductores del mismo o de diferente circuito.	30	35	45	56
<b>B</b> Nota 2	Comunicación	100	150	150	150
	Comunicación, utilizado en la operación de líneas eléctricas.	40	100	100	100
	0-1 kV	40	100	100	100
	13 kV	*	100	100	100
	23 kV	*	-	100	100
	33 kV	*	-	-	100

\* PARA LINEAS CON HILO DE GUARDA, ESTE DEBERA IR COMO MINIMO A 1 m DE LAS FASES.

Longitud del claro (en metros)		Separación entre conductores de 0-1 kV en bastidores verticales
<b>C</b> Nota 3	Hasta 60	20
	Entre 60 y 80	30
	Entre 80 y 90	40



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SEPARACION ENTRE APOYOS DE CONDUCTORES**

02 00 05  
 0 0 0

NOTAS:

2 de 2

- 1.- En ningún caso se deben llevar en un mismo nivel dos voltajes diferentes.
- 2.- Para flechas mayores que 60 cm, la separación horizontal entre conductores no debe ser menor que la indicada en la siguiente tabla:

TENSION NOMINAL (kV)	FLECHA (EN cm) EN CONDUCTOR MENOR AL N° 2 AWG							FLECHA (EN cm) EN CONDUCTOR N° 2 AWG O MAYOR						
	60	80	100	150	200	250	300	60	80	100	150	200	250	300
	SEPARACION HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS (cm)													
13	35	39	51	71	86	98	109	36	43	47	55	62	69	74
23	45	46	58	78	93	105	116	46	50	54	62	69	76	81
33	56	56	66	87	102	114	125	56	59	63	71	78	84	90

- 3.- Para los conductores tensados con distinta flecha, la separación vertical debe ser tal, que en cualquier punto del claro no rebase el 75% de la separación indicada entre soportes, suponiendo que el conductor superior tiene su flecha final sin carga a 50°C y el inferior la tiene a 16°C.
- 4.- La separación mínima entre una línea de distribución y otra de sub-transmisión o transmisión será de 180 cm más un centímetro por cada kV en exceso de 50 kV. Este incremento debe aumentarse en 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.
- 5.- Si se utilizan conductores aislados, las separaciones se pueden disminuir. Consulte "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas", parte 2.

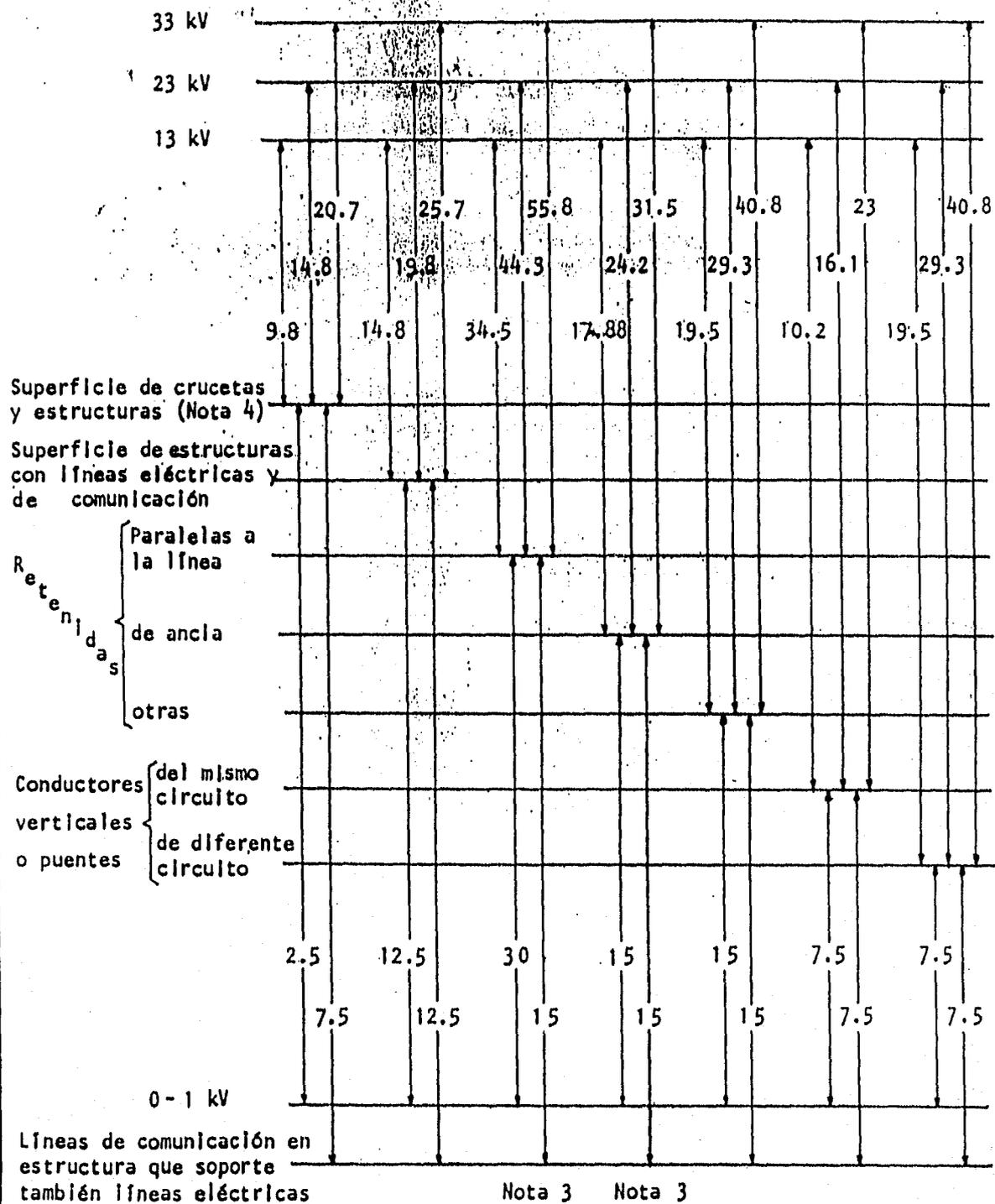


**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SEPARACION DE CONDUCTORES A ELEMENTOS DE UNA ESTRUCTURA**

02	00	06
0	0	0

SEPARACION MINIMA (en cm) ENTRE CONDUCTORES Y SOPORTES,  
 EN LA MISMA ESTRUCTURA

1 de 2



Nota 3    Nota 3



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SEPARACION DE CONDUCTORES A ELEMENTOS DE UNA ESTRUCTURA**

02	00	06
0	0	0

2 de 2

**NOTAS :**

- 1.- SI UN CONDUCTOR NEUTRO ESTA EFECTIVAMENTE CONECTADO A TIERRA A LO LARGO DE UNA LINEA, PUEDE SUJETARSE DIRECTAMENTE A LA ESTRUCTURA.
- 2.- CUANDO SE USEN AISLADORES DE SUSPENSION, LA SEPARACION NO DEBE SER MENOR QUE LA ESPECIFICADA, TOMANDO EN CUENTA QUE EL AISLADOR SE PUEDE DESPLAZAR 30° DE LA VERTICAL.
- 3.- SI LAS RETENIDAS PASAN A 30 cm O MENOS, DE CONDUCTORES ELECTRICOS Y DE COMUNICACION, DEBERAN SER PROTEGIDAS POR UNA CUBIERTA AISLANTE EN EL TRAMO CERCANO AL CONDUCTOR ELECTRICO. ESTO NO ES NECESARIO SI LA RETENIDA ESTA EFECTIVAMENTE CONECTADA A TIERRA, O TIENE UN AISLADOR TIPO RETENIDA DEBAJO DEL CONDUCTOR ELECTRICO MAS BAJO Y ARRIBA DEL DE COMUNICACION MAS ALTO.
- 4.- EN CIRCUITOS DE 13, 23 Y 33 KV CON NEUTRO EFECTIVAMENTE CONECTADO A TIERRA A LO LARGO DE LA LINEA, ESTA SEPARACION NO DEBE SER MENOR DE 7.5, 9.8 Y 12.8 cm RESPECTIVAMENTE.

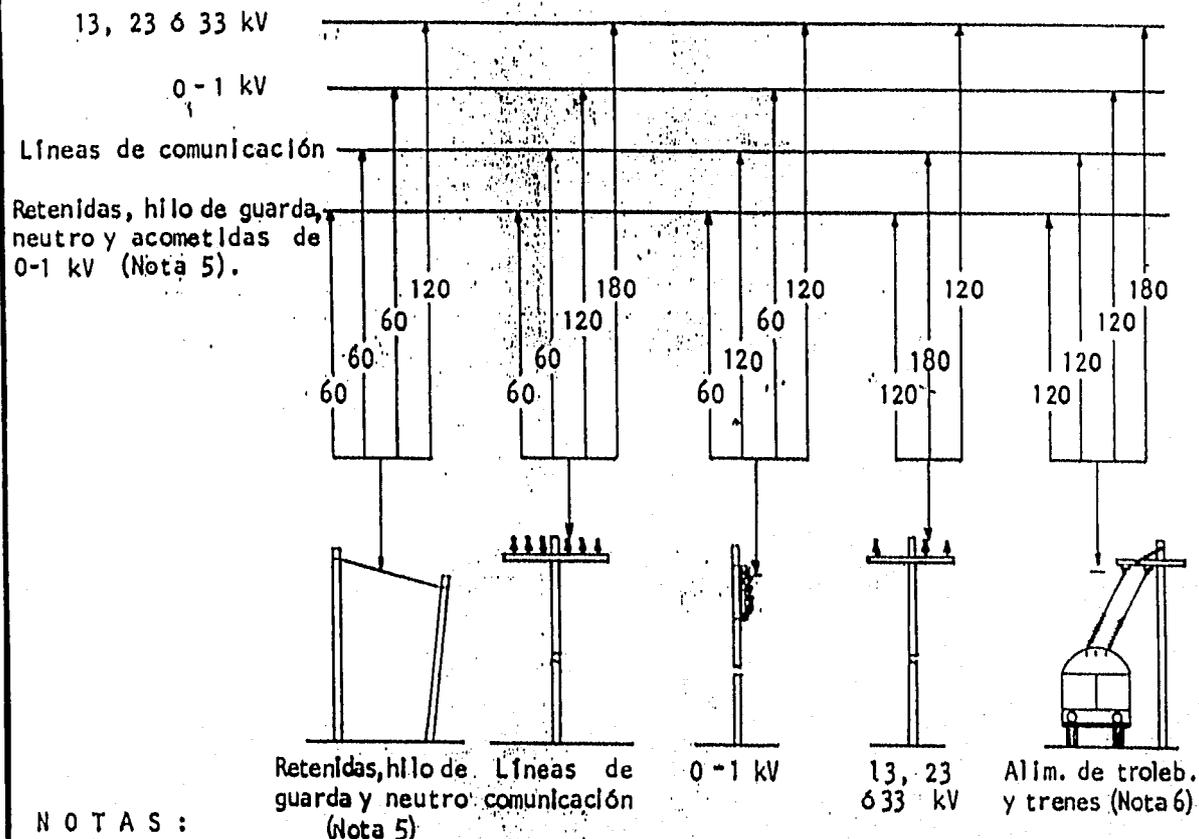


**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SEPARACION EN CRUCES DE CONDUCTORES AEREOS**

02 00 07

0 0 0

**SEPARACION VERTICAL (en cm) ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS**  
**EN DIFERENTES ESTRUCTURAS**



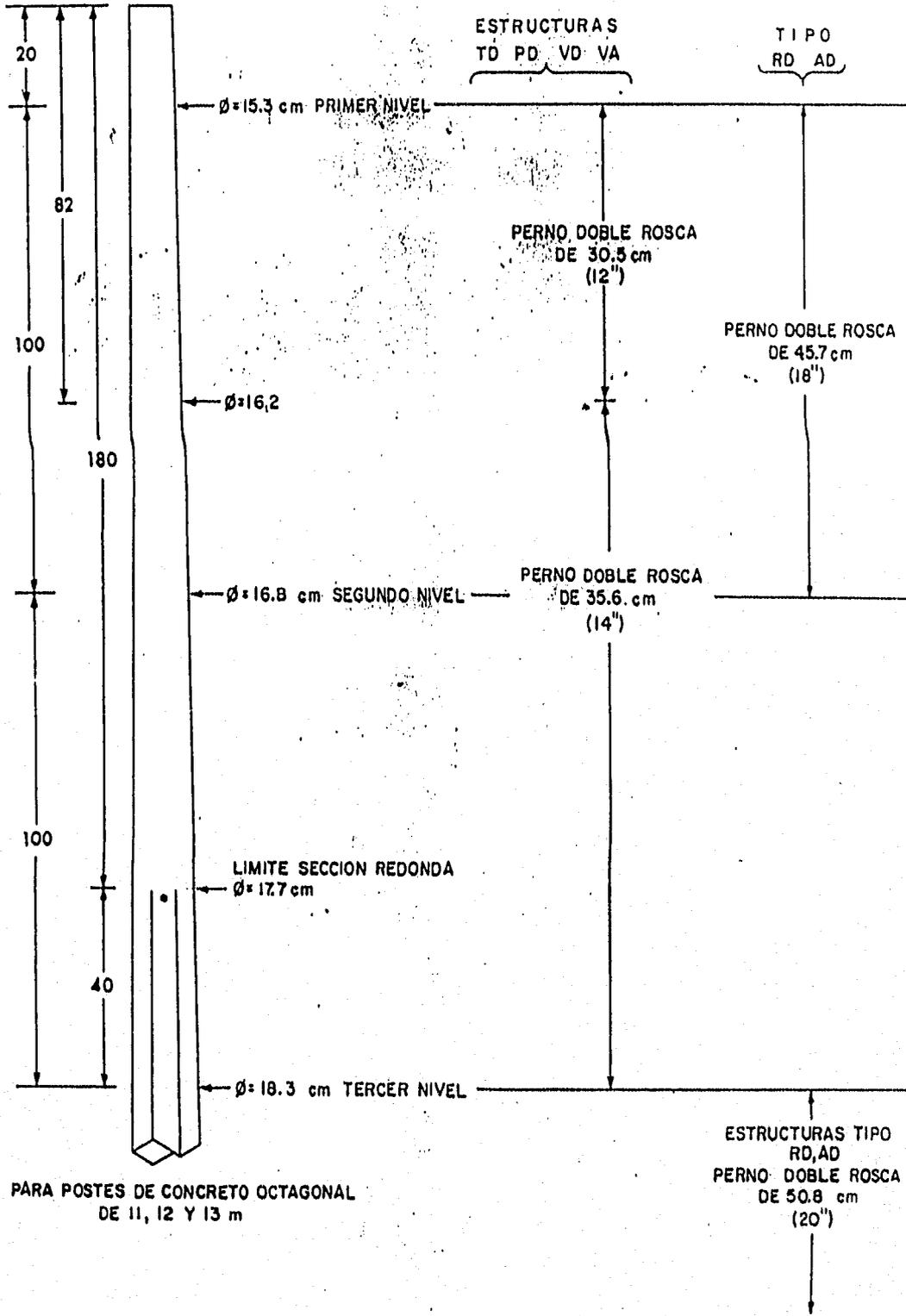
**NOTAS :**

- 1.- Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo con flecha inicial y final a 50°C, hasta un desplazamiento ocasionado por un viento de 29 kg/m<sup>2</sup>, con flecha inicial y final a 16°C.
- 2.- Las separaciones especificadas son aplicables sólo si la temperatura del conductor no excede de 50°C.
- 3.- Los claros básicos son de 75 m para la Zona I y de 100 m para las demás Zonas (Ver plano en 02 00 02). Si el claro es mayor que el claro básico, su flecha debe ser incrementada 1.5 cm para la Zona I ó 1 cm para las demás por cada metro en exceso del claro básico.
- 4.- La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes debe ser de 1.50 m mínimo.
- 5.- Los conductores neutros a que se refieren estas separaciones son los que están conectados a tierra a lo largo de la línea. Los arbotantes se consideran como 0 volts.
- 6.- Los conductores alimentadores de trolebuses y trenes de más de 1 kV deben tener una separación mínima de 1.80 m.
- 7.- La separación mínima entre una línea de distribución y otra de subtransmisión o transmisión, será de 1.80 m más 1 cm por cada kV en exceso de 50 kV. Este incremento debe aumentarse en 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.



**NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS**  
**SELECCION DE PERNOS DOBLE ROSCA**

04	HO	03
0	C	0



ACOTACION EN CENTIMETROS

880927

ESPECIFICACIONES DE FABRICACION	POSTE OCTOGONAL DE CONCRETO ARMADO ESPECIFICACION CFE 1.5.0.	Hoja 1
---------------------------------	---	--------

**COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
ESPECIFICACIONES PARA POSTES DE CONCRETO  
SECCION OCTAGONAL**

**I.—CARACTERISTICAS FISICAS**

- 1.—*General.*—Las características físicas de los postes de concreto se ajustarán en todo a las indicadas en el dibujo No. 1 y para los detalles estructurales, a lo especificado en los dibujos Nos. 5, 6, 7, 8 y 9 de esta especificación.
- 2.—*Acabado.*—Los postes deberán ser acabados en el color natural del concreto en toda su superficie, la cual deberá estar libre de porosidades y exento de deformaciones rebabas y superficies irregulares.
- 3.—*Marcas.*—Cada poste deberá tener las siguientes marcas legibles e imborrables en bajo relieve:
  - 3a) Placa de identificación (laboratorio)
  - 3b) Iniciales del fabricante
  - 3c) Año de fabricación
  - 3d) Resistencia en kilogramos
  - 3e) Altura total en metros
  - 3f) Comisión Federal de Electricidad (Iniciales)
  - 3g) Línea horizontal \_\_\_\_\_ precisamente a tres metros de la base.
 Las marcas deberán estamparse en este orden y en la altura que se indica en el dibujo No. 2.

**II.—MOLDES PARA LA FABRICACION**

Serán hechos, preferentemente, de lámina de acero con suficiente rigidez para permitir una compactación energética de los vaciados, sin deformaciones que alteren sensiblemente las dimensiones de los postes. Su construcción se hará con precisión, ajustándose a las dimensiones indicadas en los Dibujos 4, 5, 6, 7, 8 y 9. El molde básico es el correspondiente al poste de 9 metros. Para obtener las longitudes de 11 y 13 metros, se usarán extensiones de 2 m. en la base exclusivamente. La Comisión Federal de Electricidad, se reserva el derecho de inspeccionar los moldes y rechazar aquellos que no tienen los requisitos anteriores.

**III.—ACERO DE REFUERZO**

- 1.—*Varilla.*—Se empleará varilla corrugada de grado duro, Norma ASTM-15-58 con esfuerzo admisible de trabajo a la tensión, de 2000 Kg/cm<sup>2</sup>. Los detalles estructurales y dimensiones, incluyendo estribos, espirales y amarres, serán los indicados en el Dibujo No. 3 y en el Dibujo correspondiente a cada tipo de poste en particular.
- 2.—*Traslapes.*—Las varillas del refuerzo longitudinal serán de una sola pieza a lo largo del poste, si ésto es posible. Cuando sea indispensable hacer traslapes, estos serán de una longitud de 40 diámetros, a menos que se suelden, en cuyo caso el traslape deberá tener, por lo menos, la misma resistencia de la varilla empalmada. Se admitirá como máximo el 25% de varillas traslapadas y un solo traslape en cada varilla. Los traslapes quedarán escalonados de manera que no haya dos en la misma sección transversal. Se evitará, hasta donde sea posible, tener juntas traslapadas en regiones de esfuerzo máximo.
- 4.—*Colocación.*—El acero de refuerzo empleado estará libre de óxido suelto, lodo, aceite o cualquier otra capa que destruya o reduzca la adherencia; además debe colocarse con precisión y apoyarse adecuadamente protegiéndolo contra desplazamientos, dentro de las tolerancias permitidas para obtener los recubrimientos que se indican en el dibujo No. 2.

**IV.—CONCRETO**

- 1.—*Resistencia.*—El concreto empleado deberá tener una resistencia mínima de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días después de colado si se emplea cemento normal, o la misma a los 7 días si se emplea cemento de fraguado rápido. (Ver punto IV-3).
- 2.—*Aditivos.*—En la preparación del concreto podrán emplearse aditivos, en la proporción especificada para estos productos.
- 3.—*Acelerantes.*—No deberán emplearse acelerantes para el fraguado, salvo autorización expresa y por escrito de C.F.E.
- 4.—*Mezclado y colado.*—En la preparación del concreto se seguirán las siguientes prácticas:
  - 4a) Control de la cantidad de agua y del tiempo mínimo requerido entre mezclado y vaciado para asegurar concretos de calidad homogénea.
  - 4b) Distribución homogénea de la mezcla en el molde.

- 4c) Curado apropiado, de modo que uniformemente el corazón del poste con agua y curando la superficie exterior.  
El concreto se mantendrá por encima de 10°C y en condición húmeda por lo menos durante los primeros 7 días después del colado.

V.—MATERIAS PRIMAS

- 1.—Cemento.—Se empleará cemento portland de fraguado normal o rápido.
- 2.—Agregado grueso.—Se empleará piedra triturada o grava de río o de mina (confitillo) limpia y dura con un tamaño máximo de 19 mm. (3/4"); deberá ser a prueba de intemperie en todos los climas.  
No deberá contener polvo o arcilla que excedan de 1% en peso, y se evitará en lo absoluto el contenido de materias orgánicas o sales. Si es necesario se lavarán previamente.
- 3.—Agregado fino (arena).—Como agregado fino para el concreto se empleará únicamente arena natural de mina o de río; la arena industrial producto de las plantas trituradoras, será aceptable sólo con la autorización expresa del Departamento de Laboratorio de C.F.E., condicionada a que la composición de la roca básica sea sana y sólida. Se aceptarán solamente agregados finos con un contenido menor de 3% en peso de arcilla y polvos; no deberá contener en absoluto impurezas orgánicas o sales. Invariablemente los agregados finos que se empleen deberán ser resistentes a la intemperie.
- 4.—Agua.—El agua que se use en el mezclado del concreto estará exenta de materias orgánicas, arcilla, sales (sulfatos y cloros) y álcalis y otras sustancias que puedan ser dañinas para el concreto o el acero.

VI.—LUGAR DE FABRICACION

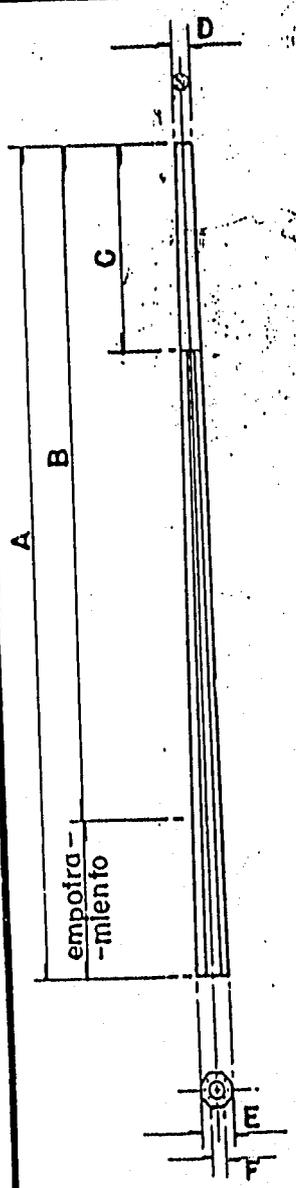
Los postes deberán fabricarse en el lugar que determinen el o los representantes de C.F.E., atendiendo a su buena localización y fácil acceso.

VII.—PRUEBAS DE ACEPTACION

- 1.—General.—Para comprobar el debido cumplimiento de estas especificaciones, C.F.E., se reserva el derecho a efectuar las pruebas que considere convenientes. El fabricante deberá llevar un registro estadístico del control de calidad (pruebas, análisis varios, etc.), que facilite cualquier investigación al respecto.  
Las inspecciones y pruebas son requisitos indispensables para la aceptación, de cualquier lote de postes.
- 2.—Dimensiones y características.—De cada lote de 50 postes se seleccionarán al azar y se verificarán sus dimensiones contra las indicadas en los planos correspondientes y el dibujo No. 1. Las tolerancias admitidas son:  
+ 1% en la longitud del poste, + 5% en las dimensiones transversales exteriores y -5% en las dimensiones interiores.  
Se considera inaceptable un poste que presente curvatura cuando ésta exceda del 0.4% de su longitud total.  
La flecha se medirá con relación a la cara externa más deformada del poste.
- 3.—Acabado.—Los postes que no estén adecuadamente acabados y con las marcas correspondientes serán rechazados por inspección visual.
- 4.—Pruebas mecánicas de resistencia de los postes.
  - 4a) La prueba destructiva que se describe a continuación, deberá efectuarse con postes tomados al azar representativos de un lote de unidades de tamaño y características similares construidos en un mismo lugar, con materiales de la misma calidad y bajo condiciones en todo semejantes.  
De cada lote de 50 postes, o fracción se tomará una pieza para ser probada.
  - 4b) Los costos de preparación de bases, apoyos necesarios y mordazas para las pruebas, de acuerdo con el dibujo No. 4, anexo quedan a cargo de C.F.E. El dinamómetro empleado será proporcionado por C.F.E., teniendo el Contratista el derecho de efectuar su verificación previa.
  - 4c) La prueba mecánica de resistencia consistirá en determinar la carga de ruptura a la flexión, se efectuará empotrando el 10% de la longitud del poste en metros, más 0.50 m., medidos de la base y aplicando la carga a 30 cm. de la punta, aumentándola progresivamente y actuando siempre perpendicular al eje del poste.
  - 4d) Se hará anotación de las deflexiones correspondientes.
  - 4e) Se evitará regresar el poste a su posición original, después de cada aplicación de carga.
  - 4f) Si el valor de la carga de ruptura resulta menor que la especificada, será motivo suficiente para rechazar el lote respectivo completo, sin apelaciones.
- 5.—Mesa de pruebas.

La mesa será adecuada para la prueba de los postes en posición horizontal.

- 5a) *Localización.*—El terreno seleccionado deberá ser firme, libre de obstáculos, declives y ondulaciones. A fin de facilitar el deslizamiento del poste, el terreno deberá acondicionarse con superficies NO rugosas (5e) (apoyos del poste) a las distancias indicadas en el dibujo No. 4.
- 5b) *Nivelación.*—La construcción de la mesa de pruebas debe hacerse de modo que la cara inferior del poste quede separada 20 cm del nivel del terreno en que sea construida. Esta disposición servirá para evitar irregularidades introducidas por objetos abandonados en la mesa y que pudieren distorsionar los resultados de la prueba.
- 5c) *Mordazas de empotramiento.*—Se construirán de concreto armado que garantice la correcta aplicación de las cargas. Se recomienda una longitud de 2.00 m., y una sección transversal de 0.60 x 0.60 m; sin reglamentar el área y volumen de cimentación necesarios. El fabricante garantizará la inamovilidad de la base la cual deberá prevenir la prueba de postes de concreto de 15 m; de longitud y 1 000 Kg. de resistencia. La separación entre mordazas será adecuada a este propósito.
- 5d) *Cuñas de empotramiento.*—Deberán ser de madera dura y de calidad tal que asegure la distribución uniforme de los esfuerzos en toda la longitud de empotramiento. Este material debe ser proporcionado por el fabricante, para la mesa de pruebas que C.F.E. le asigne.
- 5e) *Apoyos del poste.*—Para los apoyos del poste se construirán bordos de concreto, cuya superficie de deslizamiento debe ser suficientemente lisa para garantizar la reducción efectiva de las cargas por fricción. Los apoyos del poste se distribuirán según indicaciones del dibujo No. 4.
- 6.—*Pruebas de calidad de los materiales.*  
Cuando C.F.E., lo desee, puede nombrar inspectores que tomen muestras de los materiales empleados y lleven a cabo las pruebas de calidad que consideren convenientes.
- 7.—*Pruebas de resistencia mecánica del concreto.*  
Cuando C.F.E., o sus inspectores lo juzguen conveniente, tomarán muestras del concreto empleado en la fabricación de los postes, para comprobar que su resistencia a la compresión es mayor o igual al valor mínimo especificado.
- 8.—*Costo de las pruebas.*  
El costo de las pruebas, tanto de los materiales que intervienen en la fabricación de los postes, como en la de éstos ya terminados, será por cuenta del fabricante.
- 9.—*Inspectores.*  
C.F.E. se reserva el derecho de designar el o los inspectores que supervisarán el proceso de fabricación y las pruebas físicas y mecánicas que se incluyen como requisito para aceptar lotes de postes y en cuya presencia se llevarán a cabo dichas pruebas. La resolución de los inspectores de C.F.E., se considerará inapelable, además están autorizados para suspender el proceso de fabricación en caso de encontrar incumplimiento de cualquier punto de estas especificaciones.



**NOTAS**

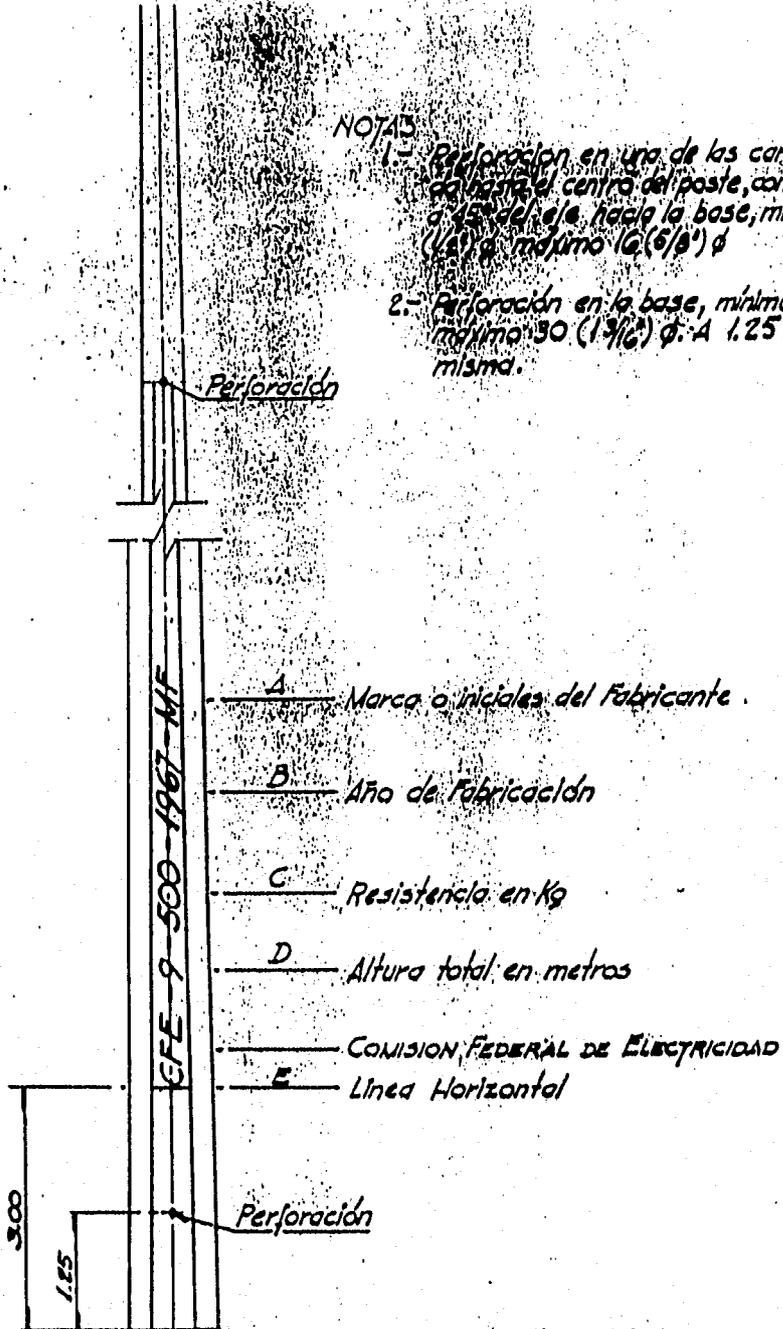
- 1.- MATERIAL: CONCRETO ARMADO
- 2.- CLAVE DE DESIGNACION:  
C- CONCRETO  
7, 9, 11, 13 = LONGITUD EN METROS  
450, 500, 600, 700 = RESISTENCIA EN KG
- 3.- PENDIENTE 1.5 cm/m
- 4.- LA SECCION REDONDA TAMBIEN SERA HUECA.
- 5.- LA RESISTENCIA ESPECIFICADA SERA LA CARGA MINIMA DE RUPTURA Y SE APLICARA A 30 cm DE LA PUNTA.
- 6.- SI LA RESISTENCIA RESULTA MENOR QUE LA ESPECIFICADA, SE RECHAZARA EN SU TOTALIDAD EL LOTE RESPECTIVO.

DESIGNACION POSTE	A m	B m	C m	D mm	E mm	F mm	EMP m	RESIST Kg	PESO Kg
C-7-600	7	5.20	0.30	174	279	173	1.30	600	850
C-9-450	9	7.60	1.80	150	285	179	1.40	450	670
C-11-500	11	9.40	1.80	150	315	209	1.60	500	910
C-11-700	11	9.40	1.80	150	315	209	1.60	700	980
C-13-600	13	11.20	1.80	150	345	239	1.80	600	1400

DIBUJO N° 1

NOTAS

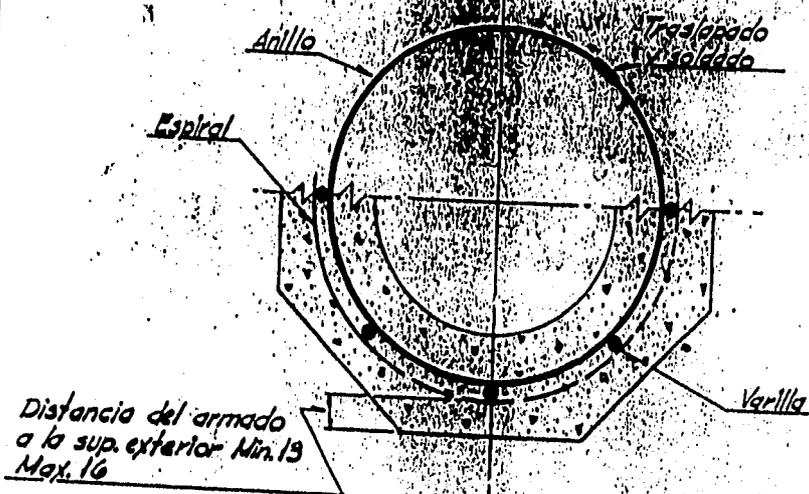
- 1.- Perforación en una de las caras, pasa por el centro del poste, con dirección a 45° del eje hacia la base, mínimo 13 (1 1/8")  $\phi$  máximo 16 (5/8")  $\phi$
- 2.- Perforación en la base, mínimo 25 (1")  $\phi$  máximo 30 (1 1/4")  $\phi$ . A 1.25 m de la misma.



LOCALIZACIÓN DE LAS MARCAS DE IDENTIFICACIÓN

DIBUJO N° 2

ESPECIFICACION 1.5.0



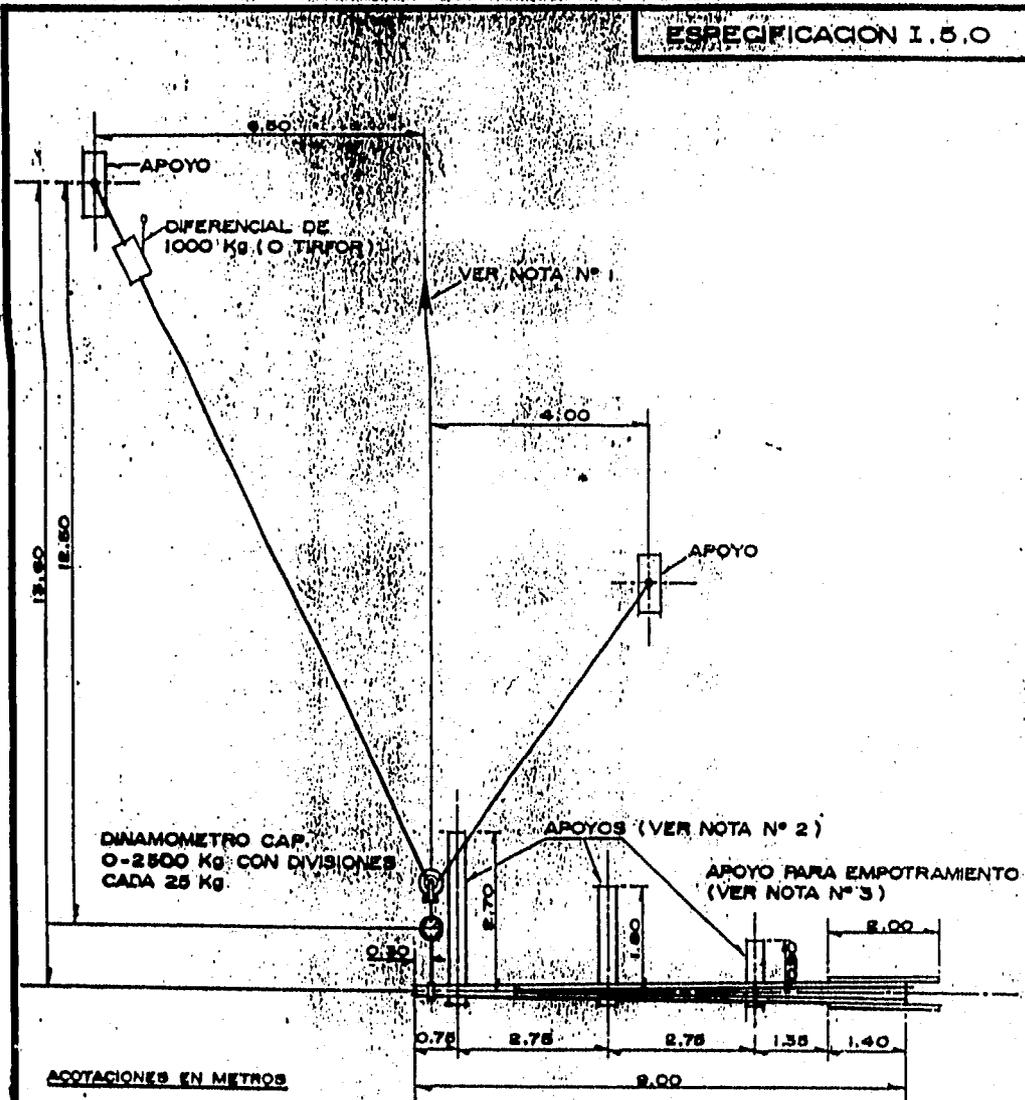
DETALLE DE LA COLOCACION  
DEL ARMADO  
(Fuera de Escala)

NOTAS:

- 1.- Los anillos podrn ser ondulados de alambren de fierro recocido de 4.11 mm  $\phi$  (N° 8) traslapado y soldado, o bien lisos con alambren de 6.3 mm  $\phi$  (1/4")
- 2.- Espirales de alambre grado estructural de los calibres, A5 & W Indicados
- 3.- Los anillos y las espirales deben quedar fijos a las varillas con alambre recocido para amarres de --- 1.007 (N° 18)
- 4.- Todo cruce de varilla con anillo debe quedar amarrado

DIBUJO N° 3

**ESPECIFICACION I.5.0**



**NOTAS :**

- 1: LA LOCALIZACION DE LOS APOYOS DEBE GARANTIZAR QUE LA CARGA APLICADA AL POSTE, ACTUE EN LA DIRECCION INDICADA POR LA FLECHA, NORMAL AL EJE DEL POSTE.
- 2: EL POSTE DEBE QUEDAR SOPORTADO EN VARIAS SUPERFICIES A NIVEL, SOBRE LAS QUE DEBERA DESLIZARSE LIBREMENTE.
- 3: EL POSTE DEBERA QUEDAR ACUÑADO EN TODA LA LONGITUD DEL EMPOTRAMIENTO.

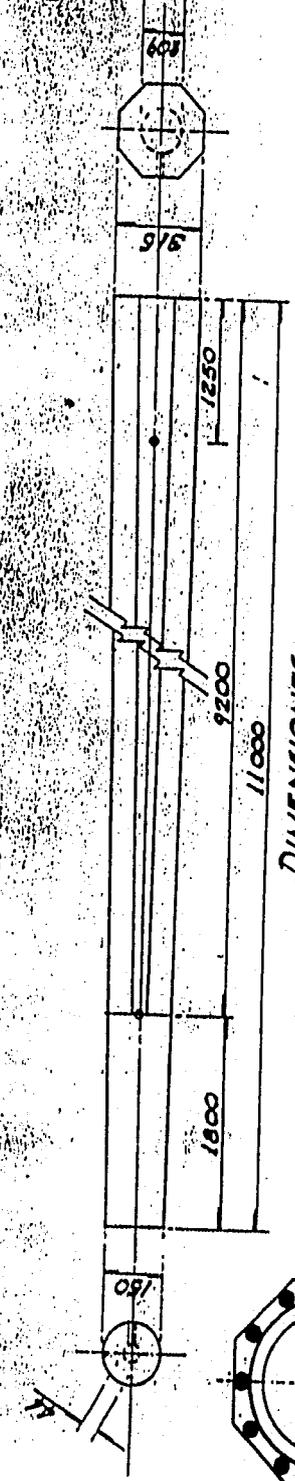
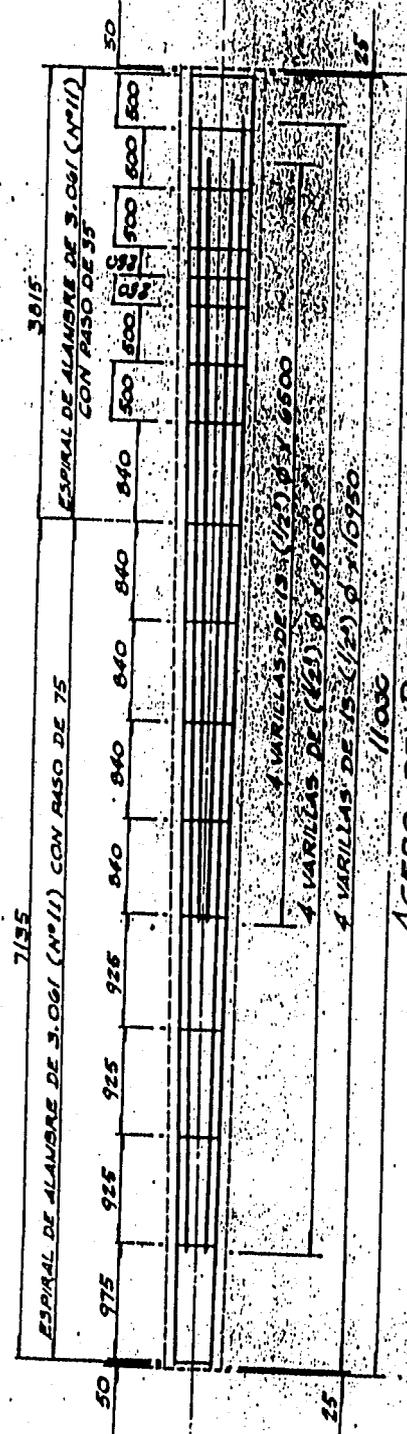
**MESA DE PRUEBA PARA POSTES DE CONCRETO**







CFE I.5.0.4



Anotación en mm  
Fuera de Escala

LOCALIZACION DE VARILLAS

DIBUJO Nº 8

POSTE C-11-700





NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
INDICE SISTEMAS DE TIERRA

09	00	00
0	0	0

- 000 09 00 01 GENERALIDADES
- 000 09 00 02 BAJANTE DE TIERRA
- 000 09 00 03 VARILLAS DE TIERRA
- 000 09 00 04 MEJORA DE LA RESISTENCIA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS
- 000 09 00 05 MEJORAMIENTO DE TIERRAS CON BENTONITA
- A00 09 00 06 SELECCION DEL CONDUCTOR NEUTRO
- ACO 09 00 07 CONEXION A TIERRA DEL CONDUCTOR NEUTRO
- 000 09 00 08 CONEXION DE RETENIDAS AL CONDUCTOR NEUTRO
- 000 09 00 09 INSTALACION DEL EQUIPO DE TIERRA



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - SISTEMAS DE TIERRA**

09 00 01

0 0 0

LA SEGURIDAD DEL PERSONAL Y EQUIPO ES DE PRIMORDIAL IMPORTANCIA EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION, POR LO QUE EL NEUTRO Y LA CONEXION A TIERRA TIENE LA MISMA IMPORTANCIA QUE LAS FASES ENERGIZADAS.

- 1.- NORMALMENTE LOS SISTEMAS DE TIERRA DEBEN CONSTRUIRSE CON ALAMBRE DE COBRE SEMIDURO DESNUDO, CALIBRE N° 4 AWG.
- 2.- NUNCA SE DEBEN UTILIZAR CONDUCTORES DE ACSR O AAC.
- 3.- CUANDO EXISTA DIFICULTAD DE COLOCAR LA BAJANTE DE TIERRA DENTRO DEL POSTE, ESTA SE DEBE INSTALAR POR FUERA PROTEGIDA CON PROTECTOR TS QUE SE DEBE FIJAR AL POSTE CON CINCO FLEJES DE ACERO GALVANIZADO A 20, 80, 120, 180 Y 230 cm DEL PISO.
- 4.- LA RESISTENCIA DE TIERRA DEBE TENER UN VALOR MAXIMO DE  $25 \Omega$  EN TIEMPO DE SECAS, EXCEPTO QUE EN ALGUNA NORMA SE INDIQUE UN VALOR MENOR. CUANDO EL TERRENO ESTE HUMEDO DEBE TENER UN MAXIMO DE  $10 \Omega$ .
- 5.- TODOS LOS NEUTROS CONTIGUOS Y BAJANTES DE TIERRA DEBEN ESTAR INTERCONECTADOS, INDEPENDIEMENTE QUE NO CORRESPONDAN AL MISMO CIRCUITO O AREA SECUNDARIA.
- 6.- LOS CABLES DE LAS RETENIDAS SECUNDARIAS DEBEN ESTAR CONECTADOS AL NEUTRO DEL SISTEMA. SI EL CONDUCTOR NEUTRO ES DE COBRE SE ENTORCHA AL CABLE DE RETENIDA. LOS CONDUCTORES DE AAC Y ACSR SE CONECTAN AL CABLE DE RETENIDA POR MEDIO DE CONECTADOR DE COMPRESION BIMETALICO.
- 7.- EN EL CASO QUE LA BAJANTE DE TIERRA QUEDE POR FUERA DEL POSTE, SE OPTARA POR UTILIZAR ALAMBRE COPPERWELD 3 N° 9 O ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO N° 4. LA BAJANTE DE TIERRA QUE QUEDE POR FUERA DEL POSTE SE DEBE PROTEGER CON PROTECTOR TS.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**BAJANTE DE TIERRA**

09 00 02

0 0 0

1 de 3

1.- LA BAJANTE DE TIERRA ESTA COMPUESTA POR CONDUCTOR DE COBRE CONECTADO A UNO O VARIOS ELECTRODOS DE TIERRA INTERCONECTADOS. ESTOS ELECTRODOS PUEDEN ESTAR FORMADOS POR UNA O MAS VARILLAS PARA TIERRA O POR CONDUCTORES DE COBRE ENTERRADOS Y CONECTADOS A UNA VARILLA DE TIERRA. EN CONJUNTO, EL SISTEMA DE TIERRA DEBE TENER UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 25  $\Omega$  EN TIEMPO DE ESTIAJE Y DE 10  $\Omega$  CON EL TERRENO HUMEDO. SI LA RESISTENCIA ES MAYOR DE ESTOS VALORES, SE APLICARA LA NORMA 09.00.05 EN TERRENO DURO O ROCOSO Y LA NORMA 09.00.04 EN TERRENO NORMAL O BLANDO.

LOS MATERIALES TIPICOS PARA UNA BAJANTE DE TIERRA EN CONDICIONES NORMALES SON:

LISTA DE MATERIALES					
NO DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	NEUTRO(1)	BANCOS(2)	GUARDA(3)
			CANTIDAD		
4004A2	kg	ALAMBRE Cu 4	2	3	2
2091A2	Pz	VARILLA DE TIERRA ACS 5/8	1	2	1
306200	Pz	CONECTADOR PARA VARILLA DE TIERRA	1	2	1
3014A3	Pz	CONECTADOR BIPARTIDO S/N 07 CO 09	1	3	1

**NOTAS:**

- (1) NEUTRO.- LA CANTIDAD INDICADA ES LA MINIMA PARA BAJANTES DE TIERRA DE LINEA SECUNDARIA Y NEUTRO CORRIDO EN POSTES DE 9 Y 11 m RESPECTIVAMENTE.
- (2) BANCO.- LA CANTIDAD INDICADA ES LA MINIMA PARA LA CONEXION DE LOS APARTARRAYOS Y DEL TANQUE O BASTIDOR DEL EQUIPO. EN EL CASO DE CAPACITORES SE INSTALARAN DOS VARILLAS INTERCONECTADAS ENTRE SI CON UNA SEPARACION MINIMA DE 3 m.
- (3) GUARDA.- LA CANTIDAD INDICADA SE CONSIDERA PARA BAJANTES DE TIERRA EN POSTES DE 11 m CON HILO DE GUARDA Y PARA CUCHILLAS DE OPERACION EN GRUPO. EN EL CASO DE CUCHILLAS DE OPERACION EN GRUPO SE DEBEN INSTALAR COMO MINIMO DOS VARILLAS INTERCONECTADAS ENTRE SI CON UNA SEPARACION MINIMA DE 3 m.



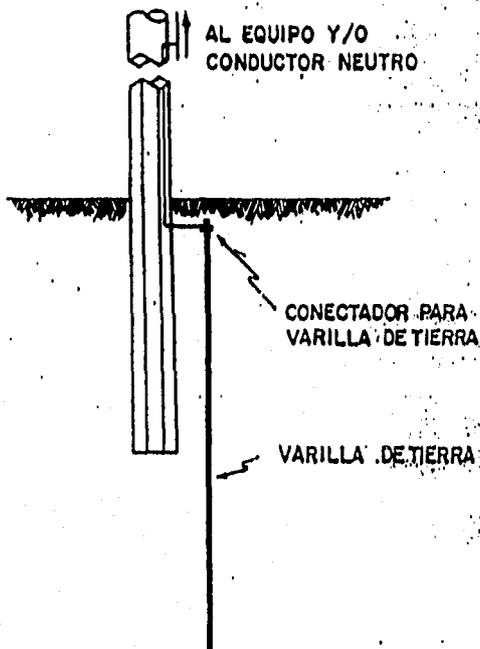
NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BAJANTE DE TIERRA

09 00 02  
0 0 0

2 de 3

2.- LA BAJANTE DE TIERRA EN POSTES DE CONCRETO SE HACE POR EL INTERIOR DEL POSTE (VEA NORMA 04 CO 02) CON ALAMBRE DE COBRE SEMIDURO DESNUDO N° 4 AWG.

3.- LA BAJANTE DE TIERRA DEBE SER SOLO UNA, ES DECIR, UN SOLO CONDUCTOR DE UNA PIEZA (SIN EMPALMES) AL CUAL SE CONECTARAN LAS TERMINALES DE TIERRA DE LOS APARTARRAYOS POR MEDIO DE LA CRUCETA, LAS PANTALLAS METALICAS DE CABLES PARA ALTA TENSION, EL TANQUE DE LOS TRANSFORMADORES, ETC.



4.- EL ORIFICIO DEL DUCTO PARA LA BAJANTE DE TIERRA EN EL POSTE SE UBICA A 1.80 m DEL EXTREMO SUPERIOR Y OTRO A 1.50 m DE LA BASE.

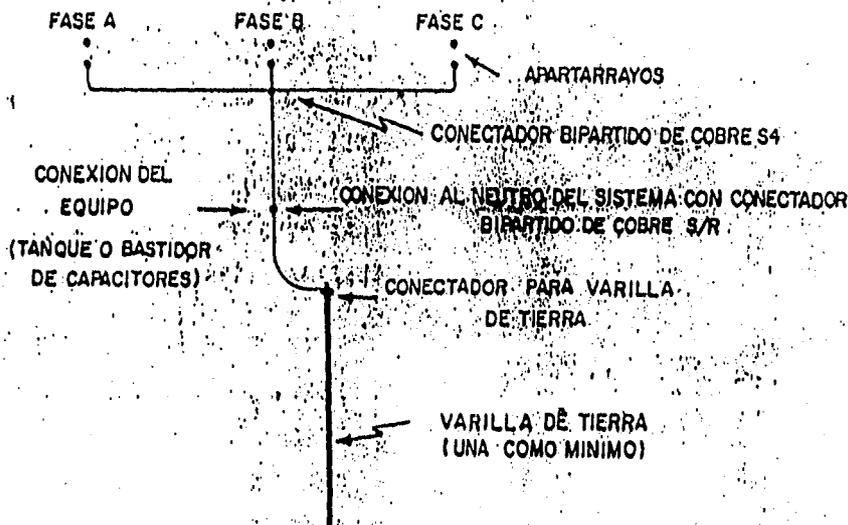
5.- LA BAJANTE SE INSTALARA EN EL POSTE ANTES DE HINCARLO EN LA CEPA, DEJANDO SUFICIENTE CONDUCTOR LIBRE PARA LAS CONEXIONES.

6.- EL EXTREMO SUPERIOR DE LA BAJANTE DE TIERRA SE DEBE CONECTAR DIRECTAMENTE EN LA CRUCETA DE FIJACION DE LOS APARTARRAYOS SUJETADA Y OPRIMIDA POR LA TUERCA DE LA ABRAZADERA "U" DE LA CRUCETA. EN EL CASO DE HILO DE GUARDA SE DEBE CONECTAR DIRECTAMENTE A EL.



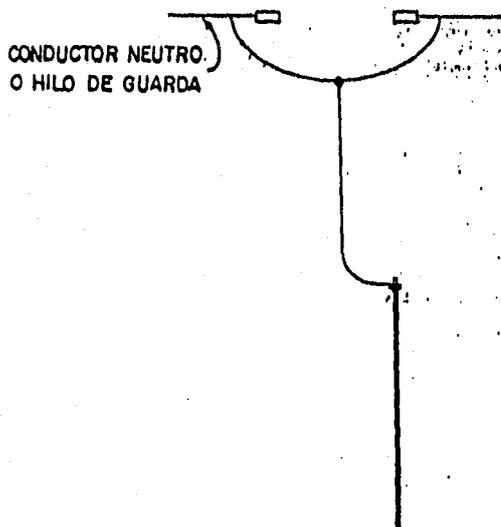
## DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BAJANTE DE TIERRA

3 de 3



SI LA CRUCETA ES METALICA NO SE REQUIERE LA INTERCONEXION ENTRE LA TERMINAL DE TIERRA DE LOS APARTARRAYOS. SE PUEDE UTILIZAR ALAMBRE DE COBRE N° 6, AUNQUE EN EL DIBUJO SE MUESTRA CON COBRE N° 4.

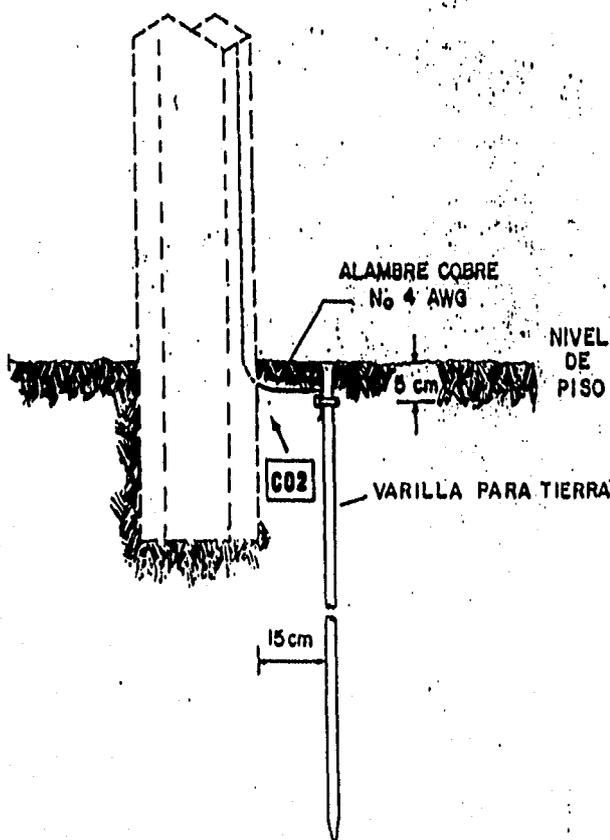
## 7.- LA CONEXION A LA LINEA.



a) LA CONEXION DE LA BAJANTE DE TIERRA AL NEUTRO O HILO DE GUARDA DE ACSR O ACS SE DEBE HACER CON CONECTOR DE COMPRESION. VEA NORMA 07 CO 02.

b) LA BAJANTE DE TIERRA SE DEBE ENTORCHAR DIRECTAMENTE A UN HILO DE GUARDA O NEUTRO DE COBRE O ACS O UTILIZAR TORNILLO BIPARTIDO DE COBRE.

c) DE EXISTIR "PUENTES" EN LA ESTRUCTURA, LA CONEXION SE HARA EN UN "PUENTE", NO EN LA LINEA CON TENSION MECANICA.



LA VARILLA PARA TIERRA ES UNA VARILLA DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE SOLDADO (ACS) DE 16 mm DE DIAMETRO POR 3.0 m DE LONGITUD, QUE SE CLAVA EN EL SUELO PARA OPERAR COMO UN ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DE UN SISTEMA ELECTRI CO.

LA RESISTENCIA MAXIMA DE UN SISTEMA DE TIERRA EN EL AREA DE DISTRIBUCION NO DEBE EXCEDER DE 25  $\Omega$  EN TIEMPO DE ESTIAJE (CON EL TERRENO SECO).

EN CASO DE QUE SE REQUIERA INSTALAR MAS DE UNA VARILLA, ESTAS SE DISTANCIARAN 3 m COMO MINIMO UNAS DE OTRAS EN LINEA RECTA Y SE INTERCONECTARAN HASTA OBTENER EL VALOR DESEADO.

OTRO METODO PARA MINIMIZAR EL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA ES POR MEDIO DE CONTRAANTENAS, CUYA APLICACION E INSTALACION SE INDICA EN LA NORMA 09 00 04.

EN CASO DE QUE SE REQUIERA MEJORAR LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO SE PUEDE OPTAR POR UTILIZAR BENTONITA. VEA NORMA 09 00 05.

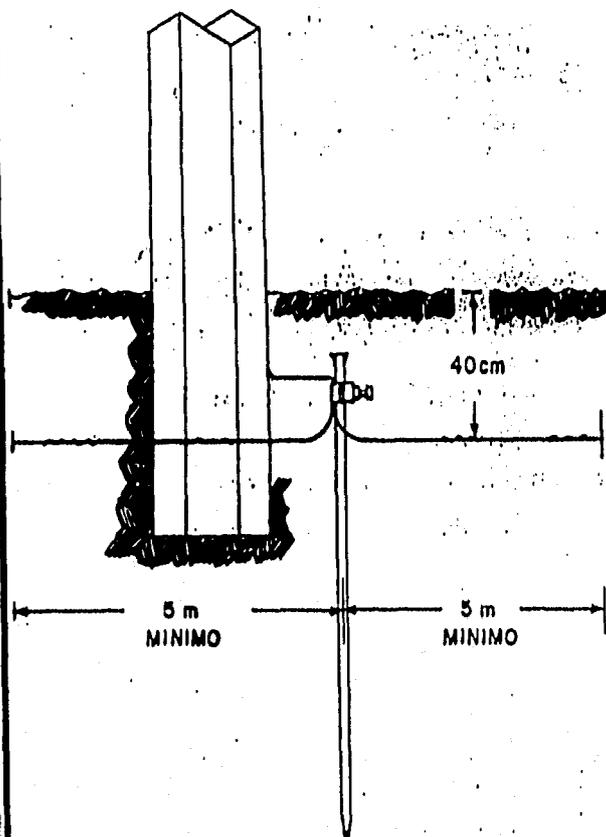
AL CLAVAR LA VARILLA ES NECESARIO UTILIZAR COMO GUIA UN TUBO EN EL CUAL SE INSERTE LA VARILLA PARA QUE AL GOLPEARLA NO SE FLEXIONE.

EN AREAS URBANIZADAS LA VARILLA DEBE QUEDAR AL NIVEL DE PISO. EN AREAS RURALES (EN DESPOBLADO), DEBE QUEDAR A 20 cm DE PROFUNDIDAD. EN AMBOS CASOS SE DEBE COLOCAR FRENTE AL ORIFICIO PARA LA BAJANTE DE TIERRA DEL POSTE.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
MEJORA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS**

09	00	04
0	0	0



LA MEJORA DE LA RESISTENCIA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS DE CONDUCTOR SE EFECTUA CUANDO EL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA CON UN ELECTRODO NO DA EL VALOR MAXIMO DE  $25 \Omega$  Y CUANDO LA ADICION DE ELECTRODOS SE DIFICULTA POR LAS CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO, POR LO QUE SE PUEDE OPTAR POR INSTALAR LINEAS RADIALES CON CONDUCTOR DE COBRE DE DESPERDICIO PARTIENDO DESDE EL ELECTRODO YA INSTALADO.

ESTAS LINEAS RADIALES VAN ENTERRADAS EN UNA ZANJA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 40 cm. EN EL AREA URBANA LA RANURA SE HARA ENTRE EL CORDON Y LA BANQUETA.

EN PRIMERA INSTANCIA SE ABRIRAN DOS ZANJAS EN SENTIDO LONGITUDINAL DE LA LINEA CON UNA DISTANCIA DE 5 m CADA UNA (O LA DISTANCIA QUE INDIQUE LA EXPERIENCIA DE PRUEBAS EN TERRENOS SIMILARES). SE HACE UNA NUEVA PRUEBA DE RESISTENCIA Y EN FUNCION DE LOS VALORES OBTENIDOS SE DEDUCIRA EL NUMERO DE ZANJAS Y SU LONGITUD PARA LLEGAR AL VALOR DESEADO. EN AREAS URBANAS LAS SIGUIENTES ZANJAS SE CONTINUARAN A LAS ANTERIORES. EN AREAS RURALES LAS ZANJAS DEBEN SER PERPENDICULARES A LA LINEA.

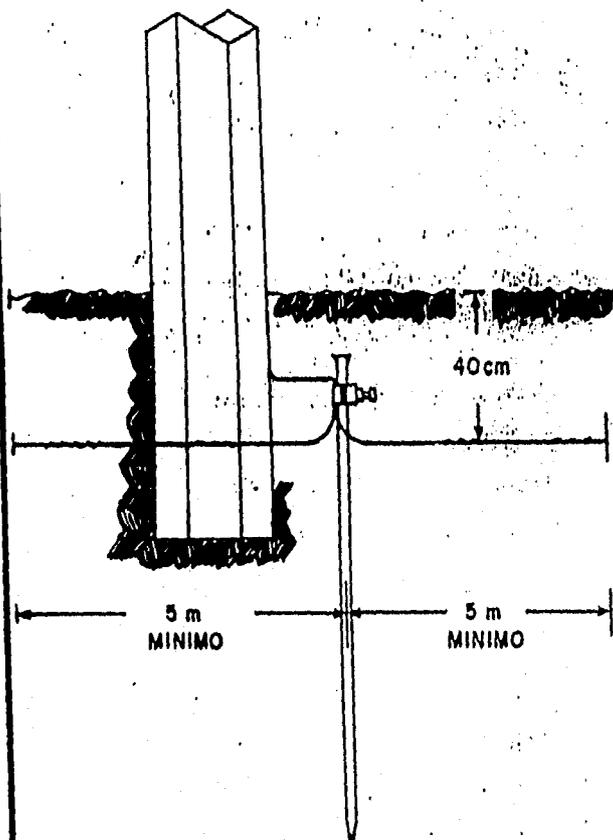
EL CALIBRE MINIMO DE CONDUCTOR SERA N° 6 AWG DE COBRE Y DEBE DE CONECTARSE A LA VARILLA DE TIERRA.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
MEJORA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS**

09 00 04

0 0 0



LA MEJORA DE LA RESISTENCIA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS DE CONDUCTOR SE EFECTUA CUANDO EL VALOR DE LA RESISTENCIA DE TIERRA CON UN ELECTRODO NO DA EL VALOR MAXIMO DE  $25 \Omega$  Y CUANDO LA ADICION DE ELECTRODOS SE DIFICULTA POR LAS CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO, POR LO QUE SE PUEDE OPTAR POR INSTALAR LINEAS RADIALES CON CONDUCTOR DE COBRE DE DESPERDICIO PARTIENDO DESDE EL ELECTRODO YA INSTALADO.

ESTAS LINEAS RADIALES VAN ENTERRADAS EN UNA ZANJA CON PROFUNDIDAD MINIMA DE 40 cm. EN EL AREA URBANA LA RANURA SE HARA ENTRE EL CORDON Y LA BANQUETA.

EN PRIMERA INSTANCIA SE ABRIRAN DOS ZANJAS EN SENTIDO LONGITUDINAL DE LA LINEA CON UNA DISTANCIA DE 5 m CADA UNA (O LA DISTANCIA QUE INDIQUE LA EXPERIENCIA DE PRUEBAS EN TERRENOS SIMILARES). SE HACE UNA NUEVA PRUEBA DE RESISTENCIA Y EN FUNCION DE LOS VALORES OBTENIDOS SE DEDUCIRA EL NUMERO DE ZANJAS Y SU LONGITUD PARA LLEGAR AL VALOR DESEADO. EN AREAS URBANAS LAS SIGUIENTES ZANJAS SE CONTINUARAN A LAS ANTERIORES. EN AREAS RURALES LAS ZANJAS DEBEN SER PERPENDICULARES A LA LINEA.

EL CALIBRE MINIMO DE CONDUCTOR SERA N° 6 AWG DE COBRE Y DEBE DE CONECTARSE A LA VARILLA DE TIERRA.



NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS  
MEJORAMIENTO DE TIERRAS CON BENTONITA

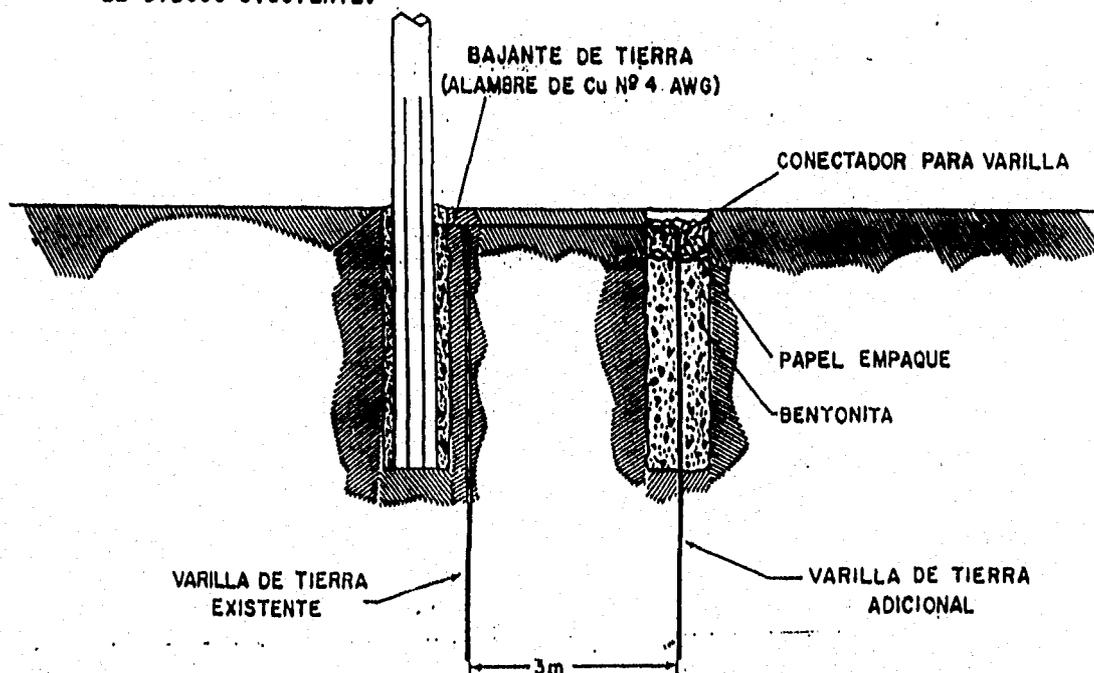
09 00 05  
0 0 0

1 de 2

- 1.- DEBIDO A QUE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO DEPENDE DE LA COMPOSICION DEL MISMO, SE HACE NECESARIO EN ALGUNOS CASOS MEJORAR LAS CONDICIONES DE RESISTIVIDAD PARA QUE LOS ELECTRODOS O PANTALLAS DE TIERRA TENGAN MENOR RESISTENCIA. UNO DE LOS SISTEMAS MAS ECONOMICOS Y DE MAYOR EFECTIVIDAD PARA ABATIR LA RESISTIVIDAD ES TRATAR EL TERRENO EN BASE A LA ABSORCION DE HUMEDAD DE LA BENTONITA SODICA.
- 2.- EL TRATAMIENTO DE TIERRAS CON BENTONITA SE PUEDE UTILIZAR TANTO SI LA RED DE TIERRA ESTA CONSTITUIDA POR VARILLAS O FORMANDO CONTRAANTENAS CON CONDUCTORES DE COBRE.
- 3.- PARA TODOS LOS CASOS DONDE SE UTILICE BENTONITA LA MEZCLA DEBE SER DE 1.5 LITROS DE AGUA POR CADA KILOGRAMO DE BENTONITA. ESTA MEZCLA SE DEBE BATIR HASTA OBTENER UNA MASA UNIFORME Y GELATINOSA. UNA VEZ TERMINADO EL TRABAJO SE DEBE PERMITIR EL ACCESO AL AGUA PARA MANTENER LA HUMEDAD DE LA MEZCLA.

a) SISTEMA DE TIERRA CON VARILLAS:

EN ESTE CASO, SE HACE UNA CEPA DE 45 cm DE DIAMETRO POR 1.50 m DE PROFUNDIDAD EN LA QUE SE CLAVA EL ELECTRODO DE TIERRA AL CENTRO DE LA MISMA. POSTERIORMENTE SE LLENA LA CEPA CON LA MEZCLA DE BENTONITA Y AGUA. SE AGREGA AGUA PARA QUE EL TERRENO SE IMPREGNE BIEN CON LA MEZCLA. VEA EL DIBUJO SIGUIENTE.





**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**SELECCION DEL CONDUCTOR NEUTRO**

09 00 06  
A 0 0

- 1.- EL CONDUCTOR NEUTRO EN UN SISTEMA BALANCEADO TIPO "A" (3F-4H) MULTIATERRIZADO EN LINEAS PRIMARIAS EN EL AREA RURAL, SE DEBE SELECCIONAR DE ACUERDO A LA SIGUIENTE TABLA:

SELECCION DEL CONDUCTOR NEUTRO			
CONDUCTOR DE FASE		CONDUCTOR NEUTRO	
CALIBRE AWG o kCM	MATERIAL	CALIBRE AWG	MATERIAL
2	ACSR	2	ACSR
1/0	"	2	"
3/0	"	2	"
266.8	"	1/0	"
336.4	"	1/0	"
6	COBRE	6	COBRE
4	"	6	"
2	"	6	"
1/0	"	4	"
3/0	"	2	"

- 2.- PARA SISTEMAS TIPO "A" EN AREAS URBANAS EL NEUTRO SERA EL DE LA LINEA SECUNDARIA SIEMPRE Y CUANDO EL NEUTRO O LA MALLA DE LOS NEUTROS SEA EQUIVALENTE O MAYOR AL DE LA TABLA; DE NO EXISTIR ESTE, SE CORRERA UN NEUTRO CUYO CALIBRE SE BASARA EN LA TABLA ANTERIOR.
- 3.- PARA LINEAS PRIMARIAS CON HILO DE GUARDA UBICADAS EN AREAS RURALES CON CONTAMINACION DONDE NO SE PUEDA INSTALAR ACSR SE DEBE UTILIZAR CABLE ACS (CABLE DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE SOLDADO) COMO HILO DE GUARDA, EN SU EQUIVALENTE EN CONDUCTIVIDAD AL CONDUCTOR DE COBRE. VEA NORMA 07 00 03.
- 4.- EL NEUTRO COMO HILO DE GUARDA NO SE DEBE INSTALAR EN AREAS URBANAS.
- 5.- EN CASO DE QUE ALGUN TRAMO DE LINEA PRIMARIA EN SISTEMAS TIPO "B" CRUCE POR REGIONES CON ALTO NIVEL DE DESCARGAS ATMOSFERICAS, INSTALE HILO DE GUARDA CON CABLE AG 1/4 (6 mm) EN ESE SECTOR.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
SUBESTACION PARA BOMBEO AGRICOLA**

08	TR	15
0	C	N

4 de 7

CANALIZACION SUBTERRANEA ENTERRADA 50 cm CON TUBERIA CONDUIT PARA SERVICIO PESADO.

9.- EL CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LA ALIMENTACION DEL MOTOR ESTARA EN FUNCION DE LA CAPACIDAD Y VOLTAJE DEL MISMO. DEBE SER APROPIADO PARA LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR Y CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA SOPORTAR SU ARRANQUE. PARA ALIMENTAR UN SOLO MOTOR, EL CONDUCTOR DEBE TENER UNA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CUANDO MENOS DEL 125 % DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL MOTOR. PARA MAYORES DETALLES CONSULTE CON EL FABRICANTE DEL MOTOR Y AL "REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS", PARTE 1.

10.- EL LISTON FUSIBLE PARA LA PROTECCION EN ALTA TENSION DEL TRANSFORMADOR DEBE SER DE MAYOR CAPACIDAD QUE LOS UTILIZADOS POR C.F.E. PARA SUS TRANSFORMADORES. LA CAPACIDAD DEBE DE ESTAR EN FUNCION DE LA CORRIENTE NOMINAL DEL TRANSFORMADOR Y DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR.

LA PROTECCION EN BAJA TENSION DEBE SATISFACER LAS CONDICIONES ANTERIORES, ADEMAS DE QUE DEBE COORDINAR CON LA CAPACIDAD TERMICA DE LOS CONDUCTORES Y CON EL FUSIBLE DE ALTA TENSION.

PARA MAYORES DETALLES DEL EQUIPO DE PROTECCION CONSULTE CON EL FABRICANTE DEL MOTOR Y/O DEL EQUIPO DE CONTROL Y PROTECCION.

11.- LA CONEXION A TIERRA SE DEBE LLEVAR HASTA EL TUBO DE ADEME Y SOLDARSE EN EL MISMO.

12.- LOS USUARIOS DE SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION PUEDEN UTILIZAR LOS LINEAMIENTOS ANTES SERALADOS PARA CONSTRUIR SUS SUBESTACIONES PARTICULARES. EN EL CASO DE QUE LA SUBESTACION SE CONSTRUYA CON DOS POSTES EN UNA AREA URBANA, LOS POSTES SERAN DE 11-500 Y 7-600.

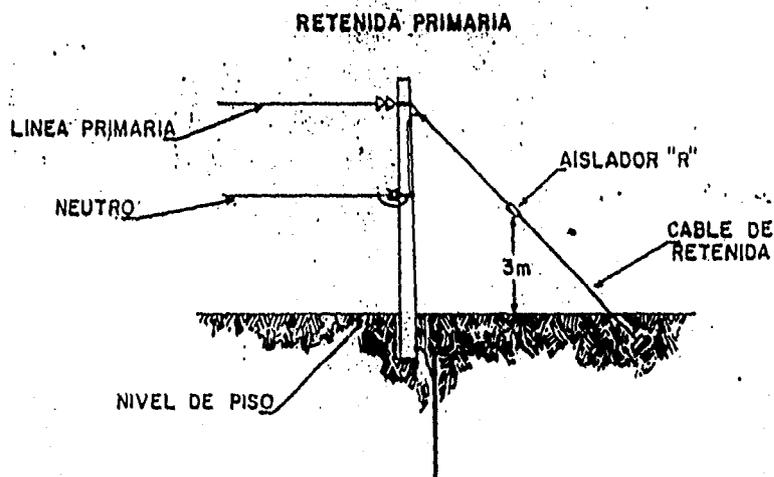


NORMAS DE DISTRIBUCION Y CONSTRUCCION DE LINEAS AEREAS  
CONEXION DE RETENIDAS AL CONDUCTOR NEUTRO

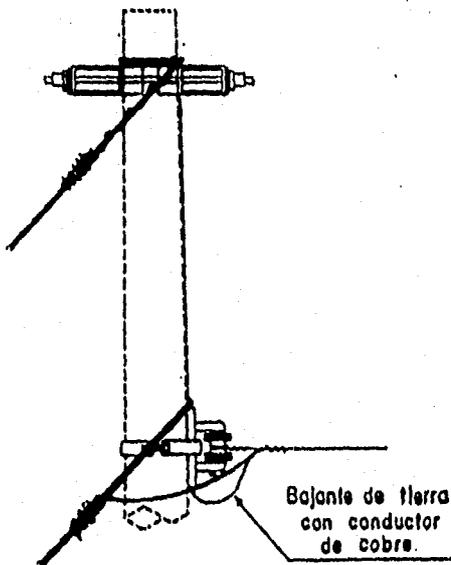
09	00	08
0	0	0

1 de 3

- 1.- TODAS LAS RETENIDAS PARA ESTRUCTURAS DE LINEAS PRIMARIAS CON CONDUCTOR NEUTRO (O COMO HILO DE GUARDA) SE DEBEN CONECTAR ELECTRICAMENTE AL NEUTRO EN LA PARTE SUPERIOR INDEPENDIENTEMENTE DE QUE SE LES INSTALE EL AISLADOR TIPO R.



LAS CONEXIONES DE LA RETENIDA AL NEUTRO DEBEN HACERSE CON ALAMBRE DE COBRE N° 6 AWG SEMIDURO DESNUDO O CON EL MISMO CONDUCTOR NEUTRO.



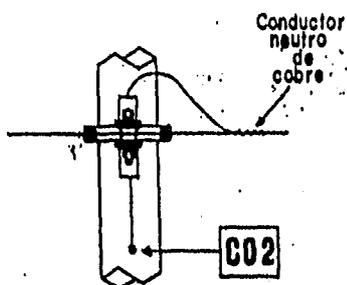
EL PUENTE DEBE QUEDAR SUJETO EN LA PARTE SUPERIOR ENTRE EL POSTE Y LA ABRAZADERA "U" O LOS PERNOS DE DOBLE ROSCA; EN LA PARTE INFERIOR DEBE COLOCARSE ENTRE EL POSTE Y EL CANAL DEL BASTIDOR SECUNDARIO.



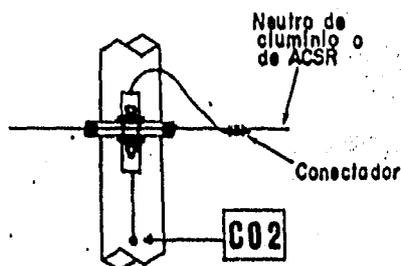
NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
CONEXION A TIERRA DEL CONDUCTOR NEUTRO

09 00 07

A C 0

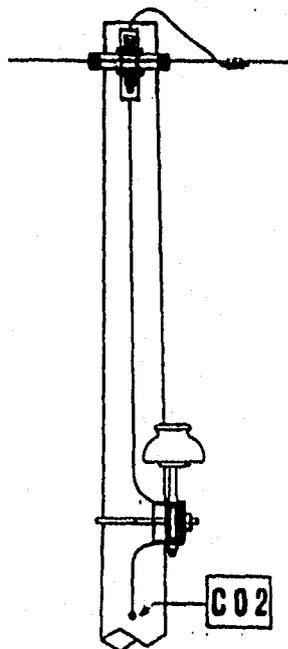


LA CONEXION DEL PUENTE DE BAJANTE DE TIERRA AL CONDUCTOR DEL NEUTRO DEBE SER CON ALAMBRE DE COBRE N° 4 AWG SEMIDURO DESNUDO.



EN CASO DE QUE EL CONDUCTOR NEUTRO SEA DE COBRE, LA CONEXION SE HARA CON ENTORCHE DE MANERA SIMILAR AL EN SAMBLE DE NORMA 04 CO 06. LA BAJANTE SE SOSTENDRA ENTRE EL CANAL DEL BASTIDOR B-1 Y EL POSTE.

EN CASO DE QUE EL CONDUCTOR NEUTRO SEA DE ALUMINIO O ACSR, SE DEBE UTILIZAR CONECTOR A COMPRESION. APLIQUE LA NORMA 07 CO 02.



EN LINEAS RURALES CON NEUTRO CORRIDO O COMO HILO DE GUARDA SE DEBE INSTALAR UNA BAJANTE DE TIERRA CADA DOS ESTRUCTURAS CONECTANDOSE A DICHO CONDUCTOR NEUTRO.

CUANDO EXISTA HILO DE GUARDA, LA BAJANTE DE TIERRA SE SOSTENDRA ENTRE EL CANAL DEL BASTIDOR B1 Y EL POSTE.

CUANDO LA BAJANTE DE TIERRA PASE POR LA CRUCETA, SE CONECTARA EN UNA DE LAS TUERCAS DE LA ABRAZADERA DE SUJECION.

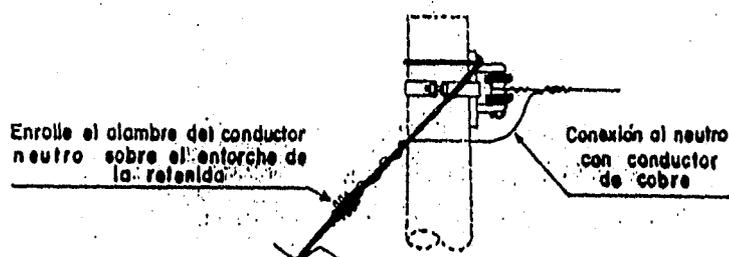
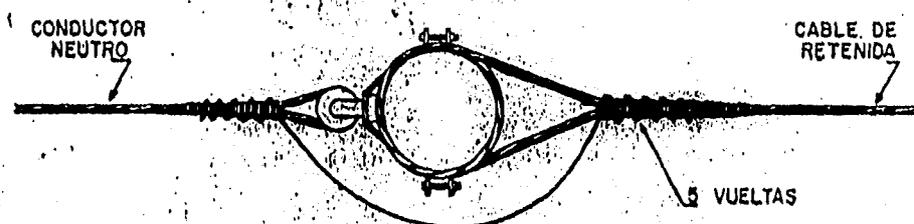


NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS  
CONEXION DE RETENIDAS AL CONDUCTOR NEUTRO

09	00	08
0	0	0

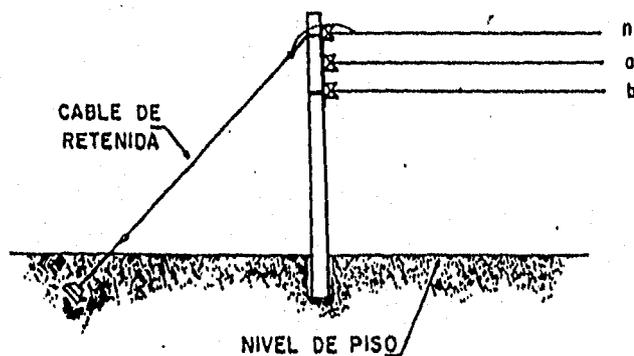
2 de 3

- 2.- CUANDO EL CONDUCTOR NEUTRO SEA DE COBRE O DE ACS LA CONEXION ELECTRICA EN LA RETENIDA DEBE HACERSE ENROLLANDO CINCO VUELTAS SOBRE EL ENTORCHE DE LA RETENIDA Y EN SU MISMO SENTIDO.



- 3.- CUANDO EL CONDUCTOR NEUTRO SEA DE ALUMINIO O DE ACSR, INSTALE CONECTADOR A COMPRESION, SEGUN LA NORMA 07 CO 02.

- 4.- LAS RETENIDAS PARA LINEAS SECUNDARIAS SIEMPRE SE DEBEN CONECTAR AL CONDUCTOR NEUTRO DEL SISTEMA Y NO SE LES INSTALA AISLADOR.







**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**INSTALACION DEL EQUIPO DE TIERRA**

09 00 09

0 0 0

- 1.- EL EQUIPO DE PUESTA A TIERRA TIENE COMO FUNCION PROTEGER AL TRABAJADOR DE LA ENERGIZACION ACCIDENTAL DE UNA LINEA O EQUIPO DESENERGIZADO EN DONDE SE ENCUENTRA TRABAJANDO Y HACIENDO CONTACTO CON EL, O PARA PONER A TIERRA LOS VOLTAJES INDUCIDOS EN EL AREA DE TRABAJO DEBIDO A LINEAS ENERGIZADAS ADYACENTES O POR DESCARGAS ATMOSFERICAS.
  
- 2.- SE PRESENTAN VARIOS CASOS DURANTE LA FASE DE LA CONSTRUCCION DE LINEAS DONDE SE REQUIERE INSTALAR EQUIPO DE PUESTA A TIERRA.
  - a) EN CONSTRUCCION DE LINEAS RURALES LARGAS (MAS DE 2 km) DONDE NO EXISTAN OTRAS LINEAS EN OPERACION CERCANAS O CRUCES CON ALGUNAS DE ELLAS, SE DEBE INSTALAR EQUIPO DE PUESTA A TIERRA EN LA ESTRUCTURA DE REMATE MAS PROXIMA A LA DE TRABAJO (PARA DRENAR LA INDUCCION POR DESCARGAS ATMOSFERICAS).
  
  - b) CUANDO SE PARTE DE UNA ESTRUCTURA QUE SOPORTE UNA LINEA EN OPERACION, SE DEBE INSTALAR EQUIPO DE PUESTA A TIERRA A LOS CONDUCTORES EN CUANTO SE GANCHEN LOS AISLADORES DE SUSPENSION A LA CRUCETA DE REMATE EN LA ESTRUCTURA DE ARRANQUE. ESTE EQUIPO DEBE PERMANECER INSTALADO HASTA TERMINAR LA CONSTRUCCION DE LA LINEA.
  
  - c) CUANDO EXISTA CRUCE DE UNA LINEA EN CONSTRUCCION CON UNA LINEA EN OPERACION, SE DEBE INSTALAR EQUIPO DE TIERRA EN LA ESTRUCTURA MAS PROXIMA AL CRUCE. ESTE EQUIPO SE DEBE DE RETIRAR HASTA TERMINAR LA CONSTRUCCION DE LA LINEA.
  
- 3.- SE RECOMIENDA QUE CUANDO SE DEN LIBRANZAS A CONTRATISTAS, EL PERSONAL DE OPERACION INSTALE SU EQUIPO DE TIERRA HASTA QUE SE TERMINE EL TRABAJO POR DESARROLLAR. ANTES DE ENERGIZAR SE DEBE VERIFICAR QUE NO EXISTA PERSONAL SOBRE LAS ESTRUCTURAS A LO LARGO DE LA LINEA.



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
TRANSFORMADORES

08	TR	00
0	0	0

1 de 2

- 000 08 TR 01 GENERALIDADES
- 000 08 TR 02 CODIFICACION
- 000 08 TR 03 SELECCION DE FUSIBLES PARA BANCOS DE TRANSFORMADORES
- 000 08 TR 04 SELECCION DE INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
- 000 08 TR 05 INSTALACION DE TERMOMAGNETICO EN TRANSFORMADOR
- 000 08 TR 06 CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES PARA DELTAS ABIERTAS
- 000 08 TR 07 CONDUCTORES PARA CONEXION DE TRANSFORMADORES

DESCRIPCION

CLAVE

- ACN 08 TR 08 BANCO DE UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE UNA BOQUILLA EN UN SISTEMA 3F-4H ITR1A
- ACN 08 TR 09 BANCO DE DOS TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE UNA BOQUILLA CONECTADOS EN ESTRELLA INCOMPLETA-DELTA ABIERTA EN UN SISTEMA 3F-4H 2TR2A
- ACN 08 TR 10 BANCO DE TRES TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE UNA BOQUILLA CONECTADOS EN ESTRELLA ATERRIZADA - ESTRELLA ATERRIZADA EN UN SISTEMA 3F-4H 3TR3A



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES-TRANSFORMADORES

08 TR 01

0 0 0

1 de 4

SE APLICAN TODAS LAS INDICACIONES DE LA NORMA 08 00 01.

ESTA SUBSECCION DE TRANSFORMADORES INCLUYE LAS NORMAS PARA LA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE, LA CONEXION DE LAS UNIDADES QUE INTEGRAN CADA BANCO EN FUNCION DEL SISTEMA DE ALIMENTACION PRIMARIO Y SECUNDARIO, ASI COMO LOS CALIBRES DE CONDUCTORES DE LAS SALIDAS DEL BANCO PARA ALIMENTAR LA RED SECUNDARIA.

- 1.- TODOS LOS BANCOS DE TRANSFORMACION TENDRAN PROTECCION CONTRA SOBREVOLTAJE EN EL LADO PRIMARIO CON APARTARRAYOS TIPO AUTOVALVULAR, EXCEPTO EN AREA URBANA CUANDO TENGA PROTECCION POR LA ALTURA DE LOS EDIFICIOS QUE FORMEN UNA PANTALLA DE 45°.
- 2.- LA CAPACIDAD DEL LISTON FUSIBLE PARA PROTECCION DEL BANCO SE INDICA EN LA NORMA 08 TR 03. EL CRITERIO GENERAL PARA SU DETERMINACION ES QUE EL ESLABON FUSIBLE DEBE SER DE LA CAPACIDAD MAS PROXIMA A LA CORRIENTE NOMINAL EN EL LADO DE ALTA TENSION DEL BANCO DE TRANSFORMACION.
- 3.- LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES NO LLEVARAN PROTECCION EN EL LADO DE BAJA TENSION, EXCEPTO CUANDO EL VALOR DE LA CORRIENTE DE UN CORTOCIRCUITO DE FASE A NEUTRO AL FINAL DEL AREA SEA MENOR QUE DOS VECES LA CORRIENTE NOMINAL DEL FUSIBLE DE NORMA, EN CUYO CASO SE INSTALARA PROTECCION CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.
- 4.- TODAS LAS CONEXIONES ELECTRICAS EN EL BANCO DE TRANSFORMACION SE HARAN CON CONDUCTORES DE COBRE.
- 5.- TODOS LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES PARA DISTRIBUCION SE DEBEN INSTALAR EN SU CENTRO DE CARGA.

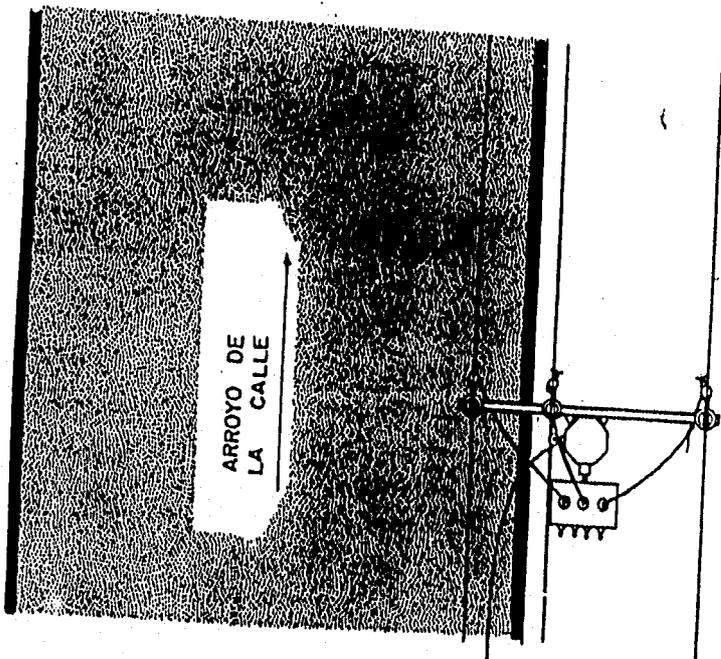


NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
GENERALIDADES - TRANSFORMADORES

08	TR	01
0	0	0

3 de 4

- 8.- EN CONSTRUCCION NUEVA DE SISTEMAS 3F - 3H NO SE DEBEN INSTALAR BANCOS DE TRANSFORMADORES EN CONEXION DELTA ABIERTA - DELTA ABIERTA. INSTALE TRANSFORMADORES TRIFASICOS.
- 9.- EN EL POSTE DE LOS BANCOS DE TRANSFORMACION SE PROCURARA MANTENER LA ALTURA AL PISO DE LA LINEA SECUNDARIA QUE DAN LOS POSTES DE 9 m. SI NO SE LOGRA MANTENERLA DEBIDO A LA DIMENSION DEL TRANSFORMADOR, UTILICE MENSULA SB.
- 10.- LA ALTURA MINIMA A PISO DEL CONDUCTOR INFERIOR DE LA LINEA SECUNDARIA SERA DE 6 m MEDIDOS EN EL POSTE DEL BANCO.
- 11.- LA INDICACION DEL NUMERO DE AREA SE UBICARA EN LA CARA DEL POSTE DE FRENTE A LA CALLE Y PERPENDICULAR A ELLA. LA NUMERACION DEBE QUEDAR A 50 cm ABAJO DEL BASTIDOR.



CARA DEL POSTE DONDE DEBE IR  
EL NUMERO DE BANCO



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
CODIFICACION

08	TR	02
0	0	0

LA CODIFICACION DE LOS BANCOS DE TRANSFORMACION CONSTA DE CINCO CAMPOS.

- 1.- EN EL PRIMER CAMPO SE INDICA EL NUMERO DE UNIDADES QUE COMPONEN EL BANCO DE TRANSFORMACION.
- 2.- EN EL SEGUNDO Y TERCER CAMPOS SE INDICA EL TIPO DE EQUIPO (TR).
- 3.- EN EL CUARTO CAMPO SE INDICA EL NUMERO DE FASES A LAS QUE ESTA CONECTADO EL BANCO.
- 4.- EN EL QUINTO CAMPO SE INDICA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO: A, B o R.

EJEMPLO:

- a) UN BANCO CON UN TRANSFORMADOR TRIFASICO, CONECTADO A UN SISTEMA 3F-4H SE CODIFICARIA:

1	T	R	3	A
---	---	---	---	---

LA CLAVE ANTERIOR INDICA UN BANCO CON UN (1) TRANSFORMADOR (TR) TRIFASICO (3) CONECTADO A UN SISTEMA DE TRES FASES CON NEUTRO CORRIDO (A).

- b) UN BANCO DE TRANSFORMADORES MONOFASICOS CONECTADOS EN DELTA ABIERTA - DELTA ABIERTA EN UN SISTEMA 3F-3H.

2	T	R	3	B
---	---	---	---	---

LA CODIFICACION ANTERIOR INDICA UN BANCO CON DOS (2) TRANSFORMADORES (TR) MONOFASICOS EN UN SISTEMA DE TRES (3) FASES, TRES HILOS (B).

- 5.- EL COMPLEMENTO PARA SU TOTAL DEFINICION SERIA EL VOLTAJE DEL SISTEMA ENTRE FASES Y LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
SELECCION DE FUSIBLES PARA BANCOS DE TRANSFORMADORES**

08 TR 03

0 0 0

2 de 2

TABLA SELECTIVA DE LISTON FUSIBLE PARA PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TRIFASICOS.

NOTA: LA SIGUIENTE TABLA NO ES APLICABLE PARA TRANSFORMADORES PARTICULARES (INDUSTRIALES O DE BOMBEO) CUYO TIPO Y CICLO DE CARGA ES DIFERENTE A LA DE UNA RED DE DISTRIBUCION.

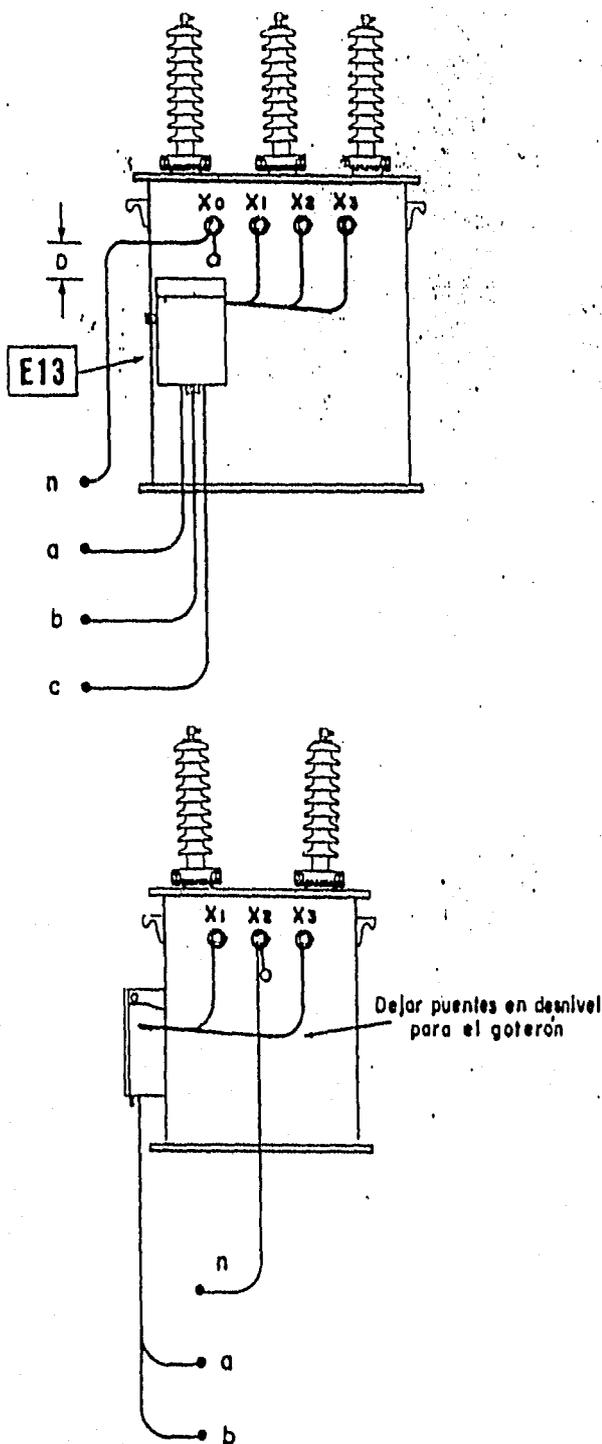
T R I F A S I C O S	CAP. DE TRANS.	VOLTAJE PRIMARIO					
		13,200		23,000		33,000	
	KVA	I	F	I	F	I	F
	15	0.66	0.75	0.38	0.50	0.26	0.50
	30	1.31	1.5	0.75	0.75	0.52	0.50
	45	1.97	2	1.13	1	0.79	0.75
	75	3.28	3	1.88	2	1.31	1
	112.5	4.92	5	2.82	3	1.97	2
	150	6.56	6	3.77	4	2.62	3

I.- CORRIENTE NOMINAL PRIMARIA

F.- CAPACIDAD NOMINAL DEL FUSIBLE

NOTAS :

1.- UTILICE FUSIBLE TIPO UNIVERSAL CON VELOCIDAD ESTANDAR O "K".



EL GABINETE DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO SE DEBE SOLDAR EN LA PARTE IZQUIERDA DEL TANQUE DEL TRANSFORMADOR, EN LA PARTE MEDIA ENTRE LAS BOQUILLAS SECUNDARIAS Y LA BASE DEL TRANSFORMADOR. LA SEPARACION DE LAS BOQUILLAS SECUNDARIAS AL GABINETE NO DEBE SER MENOR A 10 cm (DISTANCIA "D" EN EL DIBUJO).

EN TRANSFORMADORES CUYA ALTURA NO PERMITA INSTALAR EL GABINETE AL FRENTE, ESTE SE DEBE FIJAR EN EL LADO IZQUIERDO DEL TANQUE. OBSERVE DIBUJO INFERIOR.

LOS PUENTES DE LAS BOQUILLAS SECUNDARIAS AL GABINETE DEL TERMOMAGNETICO DEBEN TENER UNA PENDIENTE EN EL LADO OPUESTO AL GABINETE QUE FUNCIONE COMO GOTERON. OBSERVE AMBOS DIBUJOS.

LOS CABLES PARA LAS CONEXIONES DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS HASTA DE 100 AMPERES SE HARAN CON CABLE DE COBRE AISLADO DEL TIPO CUF U OTRO A PRUEBA DE INTEMPERIE, CALIBRE N° 2 AWG.

EN LOS ORIFICIOS DEL GABINETE SE DEBE COLOCAR UN EMPAQUE QUE ELIMINE LOS FILOS DE LA LAMINA QUE PUEDIERA DAÑAR AL CABLE AISLADO.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS**  
**CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES PARA BANCOS EN DELTA ABIERTA**

08 TR 06  
 0 0 0

**CAPACIDAD DE TRANSFORMADORES PARA USARSE EN BANCOS CONECTADOS EN ESTRELLA ABIERTA O DELTA ABIERTA PARA PROPORCIONAR SERVICIOS TRIFASICOS EN LINEAS SECUNDARIAS DE 120/240 VOLTS**

CARGA MONOFASICA (kVA)	CARGA TRIFASICA EN KVA											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75
	TRANSFORMADOR DE FUERZA (kVA)											
	3	5	10	10	15	15	25	25	25	25	25	37
	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO (kVA)											
0	3	5	10	10	15	15	25	25	25	25	25	37
5	5	10	10	15	25	25	25	25	25	25	37	37
10	10	10	15	15	25	25	25	25	25	37	37	50
15	15	15	25	25	25	25	25	37	37	37	50	50
20	15	15	25	25	25	25	25	37	37	37	50	50
25	25	25	25	25	37	37	37	37	37	50	50	50
30	25	37	37	37	37	37	37	37	37	50	50	50
35	37	37	37	37	37	37	37	50	50	50	50	75
40	37	37	37	37	37	50	50	50	50	50	75	75
45	37	37	50	50	50	50	50	50	50	50	75	75
50	50	50	50	50	50	50	50	75	75	75	75	75
60	50	50	75	75	75	75	75	75	75	75	75	100
75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	167

NOTA :

1.- EL TAMAÑO DE LOS TRANSFORMADORES ES EL MINIMO PARA LA CARGA INDICADA. LA TABLA ESTA BASADA EN VALORES DEL FACTOR DE POTENCIA DE 0.80 PARA LA CARGA TRIFASICA Y DE 0.95 PARA LA CARGA MONOFASICA.



**NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
CONDUCTORES PARA CONEXION DE TRANSFORMADORES**

08 TR 07

0 0 0

2 de 3

**EJEMPLO:**

PARA UN TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 50 KVA SE PUEDE INSTALAR UN CONDUCTOR CALIBRE 3/0 AWG POR FASE, O BIEN, 2 CONDUCTORES EN PARALELO CALIBRE Nº 2 AWG POR FASE.

- 3.- LA CONEXION DEL BORNE NEUTRO DEL TRANSFORMADOR AL NEUTRO DE LA LINEA SECUNDARIA SERA CON CABLE DE COBRE SEMIDURO, DESNUDO Y DE UN CALIBRE NORMALIZADO INMEDIATO INFERIOR AL DE LAS FASES.
- 4.- A CONTINUACION SE MUESTRAN LAS CAPACIDADES DE CORRIENTE PARA DISTINTOS CALIBRES DEL CABLE CF-600 AL AIRE.

CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DEL CABLE CF-600	
CALIBRE (AWG o KCM)	AMPERES *
6	95
4	125
2	170
1/0	230
3/0	310
250	405
300	445
400	545

\* TEMPERATURA AMBIENTE: 30°C. EN CASO DE OPERAR A UNA TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR, SE DEBERAN UTILIZAR LOS FACTORES DE CORRECCION INDICADOS EN LA NORMA 07 00 06.

TEMPERATURA MAXIMA DEL CONDUCTOR: 75°C.

- 5.- EN CASO DE CAMBIAR UN TRANSFORMADOR, VERIFIQUE QUE LOS CONDUCTORES DE CONEXION A LA LINEA SECUNDARIA SEAN LOS INDICADOS PARA LA CAPACIDAD DEL NUEVO TRANSFORMADOR.



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BANCO ITRIA

08 TR 08  
A C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	NR DE PAG. C.P.I.E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1064A1	Pz	CRUCETA PV75	1	1	1
2	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
3	1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
4	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-15-100- 95-8000	1	-	-
5	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-27-100-125-6000	-	1	-
6	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-38-100-150-2000	-	-	1
7	8003A1	"	APARTARRAYO ADA 9/10 (1)	1	-	-
8	8003A3	"	APARTARRAYO ADA 15 (1)	-	1	-
9	8003A7	"	APARTARRAYO ADA 27 (1)	-	-	1
10	1162A1	"	SOPORTE CVI	1	1	1
11	9026A2	"	TORNILLO MAQUINA 16x63 mm	2	2	2
12	7005A*	"	TRANSFORMADOR D1*-13200YT/7620 -120/240	1	-	-
13	7018A*	"	TRANSFORMADOR D1*-22860YT/13200-120/240	-	1	-
14	7022A*	"	TRANSFORMADOR D1*-33000YT/19050-120/240	-	-	1
15	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
16	1023A3	"	BASTIDOR B3	1	1	1
17	200700	"	AISLADOR 1C	2	2	2
18		"	CONECTADOR ESTRIBO S/R	1	1	1
19	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 CO 09	6	6	6
20	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	9	9	9
21	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	1	1	1
22		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02 (2)	1	1	1
23	1135A1	Pz	PLACA 1PC	3	3	3
24	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	1	1	1
25	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
26		"	CONECTADOR PERICO	1	1	1

NOTAS :

(1).- EN SISTEMAS "R" LOS APARTARRAYOS SERAN DE 12, 18 Y 30 kV RESPECTIVAMENTE.

(2).- EN SISTEMAS TIPO "R" (CON RETORNO POR TIERRA) SE DEBEN INSTALAR CUANDO MENOS TRES VARILLAS DE TIERRA COLOCADAS EN LOS VERTICES DE UN TRIANGULO EQUILATERO DE 1 m POR LADO, QUEDANDO EL POSTE EN EL CENTRO GEOMETRICO DEL TRIANGULO.

LAS VARILLAS SE DEBEN UNIR ENTRE SI CON ALAMBRE Cu 4. UNA DE LAS VARILLAS SE CONECTARA A LA BAJANTE DE TIERRA DEL POSTE. EL CONDUCTOR DE COBRE PARA LAS INTERCONEXIONES DEBE ENTERRARSE A 40 cm.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS  
BANCO 2TR2A

08 TR 09  
A C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

R.E.F. Nº	Nº DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA RT200	1	1	1
2	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
3	1010A5	"	ABRAZADERA UL	2	2	2
4	1135A1	"	PLACA 1PC	6	6	6
5	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-15-100-95-8000	2	-	-
6	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-27-100-125-6000	-	2	-
7	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-38-100-150-2000	-	-	2
8	8003A1	"	APARTARRAYO ADA 9/10	2	-	-
9	8003A1	"	APARTARRAYO ADA 15	-	2	-
10	8003A1	"	APARTARRAYO ADA 27	-	-	2
11	1162A1	"	SOPORTE CV1	2	2	2
12	9026A2	"	TORNILLO MAQUINA 16x63 mm	4	4	4
13	7005A*	"	TRANSFORMADOR D1*-13200YT/ 7620-120/240	2	-	-
14	7018A*	"	TRANSFORMADOR D1*-22860YT/13200-120/240	-	2	-
15	7022A*	"	TRANSFORMADOR D1*-33000YT/19050-120/240	-	-	2
16	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
17	1023A1	"	BASTIDOR B4	1	1	1
18	200700	"	AISLADOR 1C	3	3	3
19		"	CONECTADOR ESTRIBO	2	2	2
20	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 CO 09	10	10	10
21	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	15	15	15
22	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	2	2	2
23		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
24	20**A*	Pz	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	2	2	2
25	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
26		"	CONECTADOR PERICO	2	2	2

NOTAS:

- 1.- ESTE TIPO DE BANCO NO SE DEBE PROYECTAR PARA CONSTRUCCION NUEVA. ESTE BANCO ES UNA SOLUCION OPERATIVA ARADIENDO EL TRANSFORMADOR DE FUERZA A UNO EXISTENTE CONECTANDOLOS EN ESTRELLA INCOMPLETA - DELTA ABIERTA PARA PROPORCIONAR UN SERVICIO TRIFASICO EN UNA RED TRIFILAR. SOLO SE INSTALARA LA TERCERA FASE HASTA EL SERVICIO TRIFASICO.
- 2.- LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR DE FUERZA SE INDICA EN LA NORMA 08 TR 06.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BANCO 3TR3A

08 TR 10  
A C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	-
2	1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	1010A5	"	ABRAZADERA UL	3	3	3
5	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-15-100-95-8000	3	-	-
6	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-27-100-125-6000	-	3	-
7	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-38-100-150-2000	-	-	3
8	8003A1	"	APARTARRAYO ADA 9/10	3	-	-
9	8003A3	"	APARTARRAYO ADA 15	-	3	-
10	8003A7	"	APARTARRAYO ADA 27	-	-	3
11	1162A1	"	SOPORTE CV1	3	3	3
12	103041	"	CARRETE H	1	1	1
13	9026A2	"	TORNILLO 16x63 mm	6	6	6
14	7005A*	"	TRANSFORMADOR D1-*13200YT/7620 -120/240	3	-	-
15	7018A*	"	TRANSFORMADOR D1-*22860YT/13200-120/240	-	3	-
16	7022A*	"	TRANSFORMADOR D1-*33000YT/19050-120/240	-	-	3
17	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
18	1023A4	"	BASTIDOR B4	1	1	1
19	200700	"	AISLADOR 1C	3	3	3
20		"	CONECTADOR ESTRIBO	3	3	3
21	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 CO 09	8	8	8
22	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	18	18	18
23	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	3	3	3
24		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
25	1135A1	Pz	PLACA 1PC	9	9	9
26	20**A*		FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	3	3	3
27			CONECTADOR PERICO	3	3	3

NOTAS:

- 1.- UTILICE ESTE BANCO SOLO CUANDO NO DISPONGA DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO.
- 2.- RECUERDE QUE PARA FORMAR UN BANCO TRIFASICO CON TRES TRANSFORMADORES MONO FASICOS LAS BOBINAS SECUNDARIAS DE CADA TRANSFORMADOR DEBEN CONECTARSE EN PARALELO, POR LO QUE AL FORMARSE EL BANCO TRIFASICO LA CONEXION DEL NEUTRO Y A TIERRA SERA EN LA BOQUILLA XI.
- 3.- LA INTERCONEXION DEL NEUTRO, ENTRE LOS BORNES SECUNDARIOS DE LOS TRANSFORMADORES DEBE HACERSE CON CONDUCTOR DEL MISMO CALIBRE QUE LAS FASES.



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
BANCO 1TR2B

08 TR 11  
B C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	NO DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	1
2	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
3	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 15-100- 95-8000	2	-	-
4	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 27-100-125-6000	-	2	-
5	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 38-100-150-2000	-	-	2
6	8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12	2	-	-
7	8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18	-	2	-
8	8003A8	"	APARTARRAYO ADA 30	-	-	2
9	1162A1	"	SOPORTE CV1 (1)	1	1	1
10	1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
11	7002A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -13200-120/240	1	-	-
12	7016A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -23000-120/240	-	1	-
13	7020A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -33000-120/240	-	-	1
14	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
15	1023A3	"	BASTIDOR B3	1	1	1
16	200700.	"	AISLADOR 1C	2	2	2
17		"	CONECTADOR ESTRIBO	2	2	2
18	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 C0 09	6	6	6
19	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	9	9	9
20	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	2	2	2
21		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
22	9026A2	Pz	TORNILLO MAQUINA 16x63 (1)	2	2	2
23	1135A1	"	PLACA IPC (1)	3	3	3
24	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	2	2	2
25	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
26		"	CONECTADOR PERICO	2	2	2

NOTAS :

1.- PARA SUJETAR TRANSFORMADORES PESADOS UTILICE DOS SOPORTES CV1, SUSTI-  
TUYENDO CON UNO DE ELLOS EL SEPARADOR DE TORNILLO.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
ESTRUCTURA 2TR3B

08 TR 12  
B C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. Nº.	Nº DE PAG. C. P. I. E.	U	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	-
2	1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	1030A5	"	ABRAZADERA UL	2	2	2
5	1135A1	"	PLACA 1PC	6	6	6
6	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-15-100-95-8000	3	-	-
7	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-27-100-125-6000	-	3	-
8	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-38-100-150-2000	-	-	3
9	8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12	3	-	-
10	8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18	-	3	-
11	8003A8	"	APARTARRAYO ADA 30	-	-	3
12	1162A1	"	SOPORTE CV1	2	2	2
13	9026A2	"	TORNILLO MAQUINA 16x63	4	4	4
14	7002A*	"	TRANSFORMADOR D1-*13200-120/240	2	-	-
15	7016A*	"	TRANSFORMADOR D1-*23000-120/240	-	2	-
16	7020A*	"	TRANSFORMADOR D1-*33000-120/240	-	-	2
17	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
18	1023A1	"	BASTIDOR B4	1	1	1
19	200700	"	AISLADOR 1C	3	3	3
20			CONECTADOR ESTRIBO S/N 07 CO 02	3	3	3
21	3014A*		CONECTADOR S/N 07 CO 09	10	10	10
22	4022A*	m	CABLE CF-600S/N 08 TR 07	15	15	15
23	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	2	2	2
24		Pz	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
25	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	3	3	3
26	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
27		"	CONECTADOR PERICO	3	3	3

NOTAS:

1.- ESTE TIPO DE BANCO NO SE DEBE PROYECTAR PARA CONSTRUCCION NUEVA. ESTE BANCO ES UNA SOLUCION OPERATIVA ANADIENDO EL TRANSFORMADOR DE FUERZA A UNO EXISTENTE CONECTANDOLOS EN DELTA ABIERTA - DELTA ABIERTA PARA PROPORCIONAR UN SERVICIO TRIFASICO EN UNA RED TRIFILAR. SOLO SE INSTALARA LA TERCERA FASE HASTA EL SERVICIO TRIFASICO.

2.- LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR DE FUERZA SE INDICA EN LA NORMA 08 TR 06.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION - CONSTRUCCION - LINEAS AEREAS  
ESTRUCTURA 3TR3B

08 TR 13  
B C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13kV	23kV	33kV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	-
2	1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	1010A5	"	ABRAZADERA UL	3	3	3
5	9026A2	"	TORNILLO MAQUINA 16x63	6	6	6
6	1162A1	"	SOPORTE CV1	3	3	3
7	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 15-100- 95-8000	3	-	-
8	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 27-100-125-6000	-	3	-
9	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF - 38-100-150-2000	-	-	3
10	8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12	3	-	-
11	8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18	-	3	-
12	8003A8	"	APARTARRAYO ADA 30	-	-	3
13	7002A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -13200-120/240	3	-	-
14	7016A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -23000-120/240	-	3	-
15	7020A*	"	TRANSFORMADOR D1-* -33000-120/240	-	-	3
16	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
17	1023A4	"	BASTIDOR B4	1	1	1
18	200700	"	AISLADOR 1C	3	3	3
19		"	CONECTADOR ESTRIBO	3	3	3
20	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 CO 09	8	8	8
21	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
22	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	18	18	18
23	4004A1	kg	ALAMBRE Cu # 4	3	3	3
24		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
25	1135A1	Pz	PLACA IPC	9	9	9
26	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	3	3	3
27		"	CONECTADOR PERIGO	3	3	3

NOTAS :

- 1.- UTILICE ESTE BANCO SOLO CUANDO NO DISPONGA DE UN TRANSFORMADOR TRIFASICO.
- 2.- RECUERDE QUE PARA FORMAR UN BANCO TRIFASICO CON TRES TRANSFORMADORES MONO FASICOS LAS BOBINAS SECUNDARIAS DE CADA TRANSFORMADOR DEBEN CONECTARSE EN PARALELO, POR LO QUE AL FORMARSE EL BANCO TRIFASICO LA CONEXION DEL NEUTRO Y A TIERRA SERA EN LA BOQUILLA X1.
- 3.- LA INTERCONEXION DEL NEUTRO ENTRE LOS BORNES SECUNDARIOS DE LOS TRANSFORMADORES DEBE HACERSE CON CONDUCTOR DEL MISMO CALIBRE QUE LAS FASES.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
ESTRUCTURA 1TR3B

08 TR 14  
B C N

LISTA DE MATERIALES

2 de 2

REF. N°	N° DE PAG. C. P. I. E.	U.	DESCRIPCION CORTA	CANTIDAD		
				13KV	29KV	33KV
1	1058A1	Pz	CRUCETA PT200	1	1	-
2	1062A1	"	CRUCETA PT250	-	-	1
3	1010A4	"	ABRAZADERA UC	1	1	1
4	8029A1	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-15-100- 95-8000	3	-	-
5	8029A4	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-27-100-125-6000	-	3	-
6	8029A7	"	CORTACIRCUITO FUSIBLE CCF-38-100-150-2000	-	-	3
7	8003A2	"	APARTARRAYO ADA 12	3	-	-
8	8003A4	"	APARTARRAYO ADA 18	-	3	-
9	8003A8	"	APARTARRAYO ADA 30	-	-	3
10	1162A2	"	SOPORTE CV1 (2)	1	1	1
11	1010A5	"	ABRAZADERA UL	1	1	1
12	7024A*	"	TRANSFORMADOR D3-*13200-220Y/127	1	-	-
13	7026A*	"	TRANSFORMADOR D3-*23000-220Y/127	-	1	-
14	7028A*	"	TRANSFORMADOR D3-*33000-220Y/127	-	-	1
15	1008A2	"	ABRAZADERA 2BS	2	2	2
16	1023A4	"	BASTIDOR B4	1	1	1
17	200700	"	AISLADOR 1C	3	3	3
18		"	CONECTADOR ESTRIBO	3	3	3
19	3014A*	"	CONECTADOR S/N 07 CO 09	8	8	8
20	9026A2	"	TORNILLO MAQUINA 16x76	2	2	2
21	4022A*	m	CABLE CF-600 S/N 08 TR 07	12	12	12
22	4004A1	kg	ALAMBRE Cu 4	2	2	2
23		LOTE	BAJANTE DE TIERRA S/N 09 00 02	1	1	1
24	1135A1	Pz	PLACA 1PC	3	3	3
25	20**A*	"	FUSIBLE UNIVERSAL S/N 08 TR 03	3	3	3
26	1030A1	"	CARRETE H	1	1	1
27		"	CONECTADOR PERICO	3	3	3

NOTAS:

1.- SI EL BANCO SE INSTALA EN UN SISTEMA TIPO "A", LOS APARTARRAYOS DEBEN SER DE 9/10, 15 Y 27 KV EN SUSTITUCION DE 12, 18 Y 30 KV RESPECTIVAMENTE.

(2).- PARA SUJETAR TRANSFORMADORES PESADOS UTILICE DOS SOPORTES CV1, SUSTITUYENDO CON UNO DE ELLOS EL SEPARADOR CON TORNILLO. VEA NORMA 04 EO 10.

880927



NORMAS DE DISTRIBUCION-CONSTRUCCION-LINEAS AEREAS  
SUBESTACION PARA BOMBEO AGRICOLA

08 TR 15

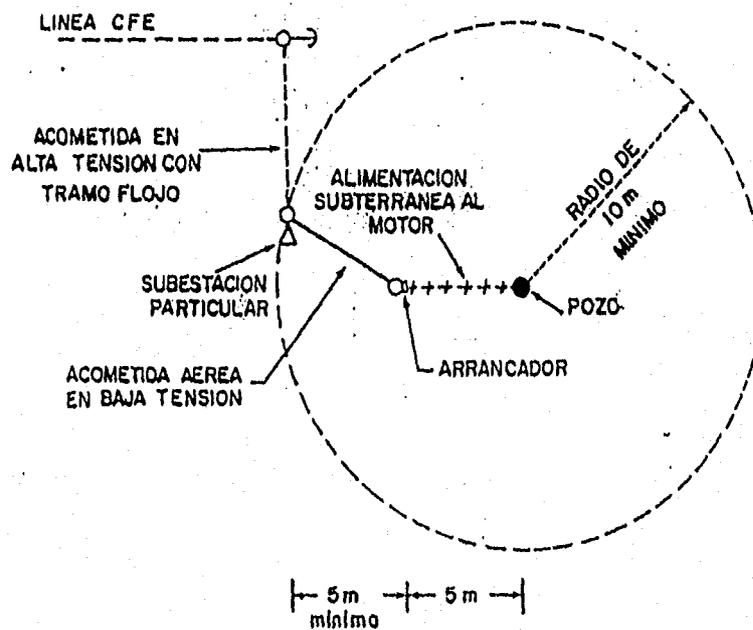
0 C N

2 de 7

PUNTO 5. EN LA HOJA 7 DE ESTA NORMA SE MUESTRA EL ARRANCADOR INSTALADO EN LA MISMA ESTRUCTURA DE LA SUBESTACION, AUNQUE ES SOLAMENTE UNA DE LAS ALTERNATIVAS, NO ES UNA LIMITANTE.

- 5.- LA SUBESTACION SE UBICARA A UN MINIMO DE 10 m A LA REDONDA DEL POZO, CON OBJETO DE DEJAR SUFICIENTE ESPACIO PARA MANIOBRAS PARA RETIRAR EL MOTOR DE LA BOMBA O PARA CAMBIAR EL TRANSFORMADOR, ADEMAS DE PREVER DAÑOS EN CASO DE HUNDIMIENTO DEL TERRENO. LA ACOMETIDA EN ALTA TENSION NO DEBE CRUZAR POR ESE ESPACIO MINIMO.

VISTA DE PLANTA



NOTA: PARA SUBESTACIONES INSTALADAS EN PARRILLA SOPORTADA POR DOS POSTES, LA LINEA NO DEBE CRUZAR SOBRE EL TRANSFORMADOR. VEA EL DIBUJO DE LA HOJA 5.

- 6.- PARA SELECCIONAR EL TIPO DE POSTE EXISTEN LAS SIGUIENTES OPCIONES: