



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTRUCTURAS Y NORMATIVIDAD DE
LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA
CON TRANSFORMADORES TIPO "YT"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
PRESENTA:
LEOPOLDO RAFAEL OLIVA AGAMA**

**ASESOR DE TESIS:
ING. ARTURO MORALES COLLANTES.**

MÉXICO, D.F.

2002

**TESIS CON
FALSA 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.

ESTRUCTURAS Y NORMATIVIDAD DE LINEAS DE DISTRIBUCION MONOFASICA CON TRANSFORMADORES TIPO "YT".

INTRODUCCION

INDICE:

CAPITULO I

Estudio preliminar para proyectos de líneas de distribución.

I.1 Características de tensión primaria y secundaria	1
I.2 Trazos y libramientos	4
I.3 Análisis de la demanda	5
I.4 Componentes de los transformadores	34

CAPITULO II

Características de construcción de los empotramientos, cepas y cimentaciones para líneas de distribución.

II.1 Empotramientos	42
II.2 Cepas	43
II.3 Cimentaciones	50
II.4 Protecciones	58

CAPITULO III

Tipos de herrajes, la combinación y la sujeción de éstos para líneas de distribución

III.1 Selección y ensamble de herrajes	60
III.2 Ensamble de retenidas	81

CAPITULO IV

Tipos de conexiones de alambres y cables para líneas de distribución

IV.1 Ensamble de conductores	98
IV.2 Remate de conductores	101
IV.3 Amarres de conductores	109
IV.4 Instalación de conductores	113

CAPITULO V

Estructuras primarias y secundarias para líneas de distribución monofásica

V.1 Líneas primarias	121
V.2 Líneas secundarias	158
V.3 Tendido y tensado de conductores	174

CAPITULO VI

Instalación de equipos en líneas de distribución monofásica

VI.1 Equipos	181
VI.2 Transformadores	191
VI.3 Sistemas de tierras	199

Conclusiones

Bibliografía

INTRODUCCION:

Las ventajas que presenta una línea de distribución de energía eléctrica monofásica, respecto a una trifásica, dependerá del tipo de carga por alimentar; porque si no es necesaria la alimentación trifásica, se puede utilizar ésta sin menoscabo del proyecto técnico

Si la carga por alimentar es monofásica y/o bifásica, para esto es posible utilizar transformadores tipo YT (unicornio) con alimentación primaria monofásica en alta tensión a 13 2 KV y en el secundario un voltaje de 120 volts de fase a neutro y 240 volts entre fases, lo cual permite un ahorro considerable en la construcción de la línea en herrajes y accesorios

CAPITULO I

Estudio preliminar para el proyecto de una línea de distribución.

I.1 Características de tensión primaria y secundaria.

Para la tensión de distribución primaria y secundaria, en términos generales se debe de cumplir con los siguientes objetivos

- 1) Mantener la tensión de suministro a los consumidores, dentro de los límites del reglamento vigente (variaciones de $\pm 5\%$)
- 2) Máxima seguridad en el suministro de la energía eléctrica, estableciendo un equilibrio técnico-económico hasta el establecimiento de tarifas de consumo.
- 3) Dimensionado de la instalación para cubrir demandas futuras a un costo mínimo.

En general se puede mencionar que para llevar la energía eléctrica a los consumidores desde el punto de vista de construcción se tienen dos tipos de instalaciones Aéreas y Subterráneas

Las instalaciones aéreas, comparándolas con las líneas subterráneas tienen costos iniciales bajos son susceptibles en fallas que pueden provocar un gran número de interrupciones en el servicio por períodos de tiempo considerables, esto se debe a que están expuestos a contingencias físicas como son Descargas atmosféricas, lluvia granizo viento polvos temblores gases contaminantes, lluvia salina y otras como contacto con cuerpos extraños como ramas de árbol, vandalismo y choques de vehículos

La característica de estas redes de distribución para unidades habitacionales es que la variación permisible de tensión son pequeñas, considerándose un 3% de la carga por suministrar

Un sistema de distribución debe cumplir con una característica general de calidad en el servicio para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos: continuidad y regulación de la tensión

CONTINUIDAD

En cualquier tipo de carga a la que se suministra energía eléctrica es necesario mantener la continuidad en el servicio hasta el máximo posible, debido a la importancia que tiene en la vida moderna el uso de la energía eléctrica. Para satisfacer esta condición, es necesario que se tomen en consideración los

siguientes elementos para el diseño: una protección adecuada que opere en forma rápida y permita eliminar con rapidez cualquier elemento que sufra una falla o avería, contar con medios de restablecimiento de servicio en forma rápida reduciendo al mínimo los tiempos de interrupción y escoger un buen arreglo de redes (topología).

REGULACION DE TENSION

En cualquiera de las áreas de utilización de la energía eléctrica, los aparatos y máquinas están diseñados para operar a una tensión determinada y su funcionamiento es correcto en tanto esta cantidad no varíe en forma considerable, por lo que se fijan en cada caso límites de variación, conociéndose estos límites en el caso de la tensión como la regulación de tensión, que es una cantidad que se expresa en porcentaje con respecto a la tensión nominal de operación de los aparatos de consumo.

Para dar una idea de la importancia que tiene la regulación de tensión en las redes de distribución y en las propias instalaciones eléctricas de los usuarios se mencionarán los principales efectos que se producen en algunos elementos de consumo por variaciones en la tensión.

LAMPARAS INCANDESCENTES

Una tensión de operación menor que la nominal reduce su flujo luminoso y el consumo de la lámpara, por ejemplo una reducción del 10% en la tensión de operación reduce el consumo de la lámpara a un 80% y el flujo luminoso al 70%, por el contrario un aumento de un 10% en la tensión nominal, la vida teórica de la lámpara se reduce en un 30% aproximadamente.

LAMPARAS FLUORESCENTES MERCURIALES Y DE SODIO

En estas lámparas la variación del flujo luminoso es menor que las incandescentes pero en una reducción de la tensión afecta el arranque hasta un valor tal que la lámpara no prende si la tensión aplicada es un 80% de la tensión nominal de operación, en caso de que la tensión sea alta entonces la lámpara sufre un calentamiento excesivo reduciendo su vida, en general este razonamiento puede ser extensivo a las lámparas de vapor de sodio y mercuriales, pero en todos los casos la baja tensión o una tensión superior a la nominal reduce la vida del equipo y de estos tipos de lámparas.

APARATOS DE CALEFACCION ELECTRICA

Los aparatos de calefacción eléctrica a base de resistencias consumen una potencia que se puede obtener a partir de la expresión:

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Donde:

V = Tensión de operación

R = Resistencia del aparato en Ohms

P = Potencia consumida en Watts

Se observa que la potencia consumida es proporcional al cuadrado de la tensión de operación, de manera que una tensión inferior a la nominal disminuye en forma considerable la cantidad de calor producida y una tensión alta reduce en forma considerable la vida del aparato

EQUIPO ELECTRONICO EN GENERAL

Todo el equipo electrónico de tipo comercial normalmente está diseñado para operar con una tolerancia de $\pm 5\%$ en la tensión, si un equipo opera con una tensión superior a la de diseño se reduce su vida en forma considerable y por ejemplo en los televisores si la tensión es inferior a la de operación se observa una reducción de la imagen

MOTORES ELECTRICOS

En un motor eléctrico del tipo inducción, que son los más comunes en la industria eléctrica, el par de arranque es proporcional al cuadrado de la tensión aplicada de tal forma que cuando la tensión de alimentación es baja se reduce en forma considerable el par de arranque y ya en operación la corriente de carga aumenta al disminuir la tensión, con lo que se produce calentamiento que en algunas ocasiones puede resultar excesivo y se reduce así su tiempo de vida, la velocidad prácticamente no es sensible a las variaciones de tensión, pero normalmente están diseñados para trabajar con variaciones de $\pm 10\%$ en la tensión

De lo anterior expuesto en forma general se puede observar la importancia que tiene la regulación de tensión en los sistemas eléctricos y en particular en las redes de distribución.

1.2 TRAZOS Y LIBRAMIENTOS

Los elementos básicos para el trazo de líneas, se consideran las condiciones que inciden en su construcción y que básicamente son: condiciones de urbanización, derechos de vía, niveles, libramientos y artículos naturales o artificiales.

La primera condición para contribuir es el conocimiento detallado del entorno para lo cual se requiere analizar las condiciones del terreno y definir la alternativa técnico-económica más conveniente. Para optimizar la construcción de la línea se debe trazar con la longitud mínima posible sin menoscabo de la operación y mantenimiento, para lo cual se deben prever y valorar los siguientes puntos:

- 1.- Tramos rectos. Minimizar el número de deflexiones de la línea
- 2.- Fácil acceso. Para la construcción, operación y mantenimiento de la línea
- 3.- Reducir cruces. Con otros derechos de vía, como vías férreas, carreteras y canales navegables
- 4.- Evitar obstáculos. De edificios, árboles, líneas aéreas de comunicación y anuncios.
- 5.- Sopesar la orografía. Antes del levantamiento analizar el trazo más conveniente
- 6.- Respeto de derechos particulares. En el área urbana por ningún motivo se construirá en terrenos de particulares, en áreas sujetas a urbanización es necesario conocer la planeación oficial. En área rural se debe obtener el consentimiento por escrito del propietario
- 7.- Determinar puntos obligados. Para distribuir tramos interpostales, en base a deflexiones y/o desniveles de terreno
- 8.- Evitar puntos de contaminación. Principalmente en la proximidad de ciertas industrias, no incluyendo su servicio
- 9.- Prever impactos a la postería. Instalando estructuras en donde las condiciones de tráfico no sean adversas

10.- Previsión para instalación de equipo de conexión y desconexión. Para la línea de operación y mantenimiento de la línea.

11.- Cuando no exista urbanización definida en el terreno, se recomienda consultar con las autoridades municipales para conocer la urbanización definitiva de los sectores por electrificar.

12.- En estructuras donde existan puentes, verificar que su movimiento en la parte más flexible tenga una distancia no menor a:

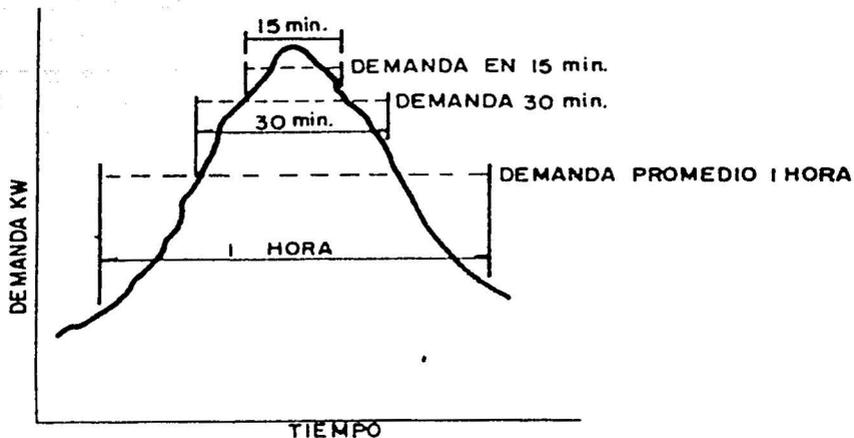
	KV	13	23	33
Tierra	cm	20	30	40
Fases	cm	30	40	50

I.3 ANALISIS DE LA DEMANDA

La demanda en una instalación o sistema, es la carga en las terminales receptoras tomadas en un valor medio en determinado intervalo. En esta definición se entiende por carga la que se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. El periodo durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga.

La carga puede ser instantánea, como cargas de soldadoras o corrientes de arranque. Sin embargo, los aparatos pueden tener una constante térmica en un tiempo determinado, de tal manera que los intervalos de demanda pueden ser de 15, 30, 60 o más minutos, dependiendo del equipo de que se trate. Los intervalos de 15 ó 30 minutos se aplican por lo general para la facturación o determinación de capacidad del equipo.

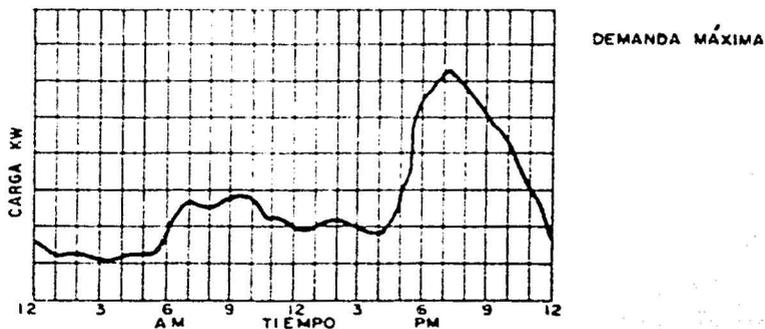
El término Kilowatt representa la razón a la cual el trabajo se puede efectuar, mientras que un Kilowatt-hora representa la cantidad de energía o de trabajo que se efectúa en un intervalo. La demanda promedio en cualquier periodo es igual al número de Kilowatt-hora consumidos, divididos entre el número de horas en el periodo.



Las cargas eléctricas se miden en amperes, kilowatts o kilovolt-amperes. Para que un sistema eléctrico o parte de éste se construya eficientemente se debe conocer la demanda máximo del mismo

Las cargas eléctricas rara vez son constantes durante un tiempo apreciable, o sea, que fluctúan de manera continua

La siguiente figura muestra una curva de carga de 24 horas de un transformador de distribución



La carga varía entre un máximo a las 19:30 horas durante la noche y un mínimo a las 3:30 de la mañana. Aunque los valores cambien, éste tipo de curva se repetirá constantemente. Así, se presentarán variaciones similares de máximo y mínimo en todas las partes del sistema.

El valor más elevado de la figura se denomina pico o demanda máxima del transformador durante el día o en un intervalo de 24 horas. Si se obtuvieran las curvas de siete días consecutivos, la carga máxima mostraría la demanda máxima o pico de carga del transformador durante una semana.

De modo semejante, la carga mayor en un mes o un año será la máxima demanda o pico de carga en un mes o en un año.

El conocimiento de la demanda máxima de un grupo de cargas y su efecto combinado en el sistema eléctrico, determinará la capacidad que requiera el sistema. De igual modo, la demanda máxima combinada de un grupo pequeño de consumidores determina la capacidad del transformador que se requiere, así, las cargas que alimenta un grupo del transformador dan por resultado una demanda máxima, la cual determinará el calibre del conductor y la capacidad del interruptor o del regulador que formen parte de un alimentador primario. La máxima demanda combinada de un grupo de alimentadores primarios, determinará la capacidad de la subestación hasta llegar a determinar consecuentemente la capacidad de generación necesaria para todo el sistema.

Al proyectar un alimentador para determinado consumidor se debe tomar en cuenta su demanda máxima debido a que ésta impondrá las condiciones más severas de carga y caída de tensión. Sin embargo, ¿será la demanda máxima de un conjunto de consumidores igual a la suma de las demandas máximas individuales? Desde luego que no, pues en todo el sistema existe diversidad entre los consumidores, lo que hace por regla general la demanda máxima de un conjunto de cargas sea menor que la suma de las demandas máximas individuales. En la ejecución de un proyecto no interesará el valor de cada demanda individual sino la del conjunto.

Se define entonces que demanda diversificada es la relación entre la sumatoria de las demandas individuales del conjunto en un tiempo, entre el número de cargas.

En particular la demanda máxima diversificada será la relación de la sumatoria de las demandas individuales del conjunto cuando se presente la demanda máxima del mismo y el número de cargas, la demanda máxima diversificada es la que se obtiene para la demanda máxima del conjunto.

La diversidad entre las demandas máximas se mide por el factor de diversidad, que se puede definir como la relación entre la suma de las demandas máximas

individuales entre la demanda máxima del grupo de cargas. El factor de diversidad se puede referir a dos o más cargas separadas o se pueden incluir todas las cargas de cualquier parte de un sistema eléctrico; esto se puede expresar matemáticamente como sigue:

$$F_{div} = \frac{D_{mi}}{D_{ms}}$$

Donde:

D_{mi} es la demanda máxima individual

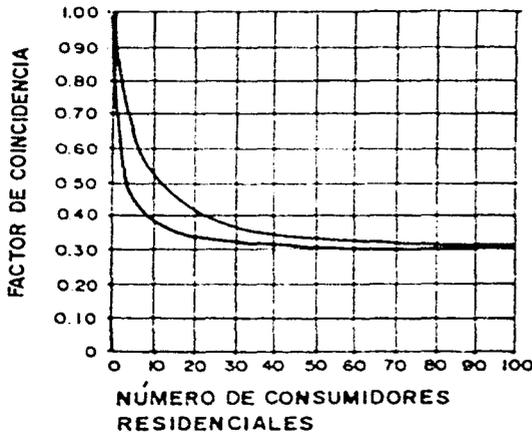
D_{ms} es la demanda máxima del grupo de cargas.

En la mayoría de los casos el factor de diversidad es mayor que la unidad

$$F_{div} \geq 1$$

El factor de coincidencia es el recíproco del factor de diversidad. El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo o la contribución de cada carga individualmente, en por ciento de su demanda, para la demanda total combinada.

La siguiente figura muestra el rango aproximado de coincidencia para consumidores residenciales con base en demandas máximas anuales.



Las curvas de la figura representan los límites de los rangos aproximados de los factores de coincidencia para grupos compuestos de consumidores residenciales promedio. Los hábitos locales y las características locales de cargas residenciales pueden causar estas variaciones de diversidad.

El factor de demanda en un intervalo de un sistema o de una carga es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. El factor de demanda es un número adimensional, por lo tanto, la demanda máxima y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades. El factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo todas las cargas instaladas absorben sus potencias nominales.

$$F_d = \frac{D_{ms}}{P_{ms}}$$

Donde:

F_d = Factor de demanda del sistema

D_{ms} = Demanda máxima del sistema en un intervalo

P_{ms} = Carga total instalada en el sistema

CONSIDERACIONES PARA SEPARACIONES Y LIBRAMIENTOS

Las separaciones para líneas y/o redes de distribución aéreas con conductores desnudos. De acuerdo al voltaje entre fases, se agrupan las tensiones eléctricas en los diferentes sistemas de distribución de la siguiente manera:

Voltaje entre fases	Denominación
220 ó 240 V	0 - 1 KV baja tensión
13 220 ó 13 800 V	13 KV
22 860 ó 23 000 V	23 KV media tensión
33 000 ó 34 500 V	33 KV

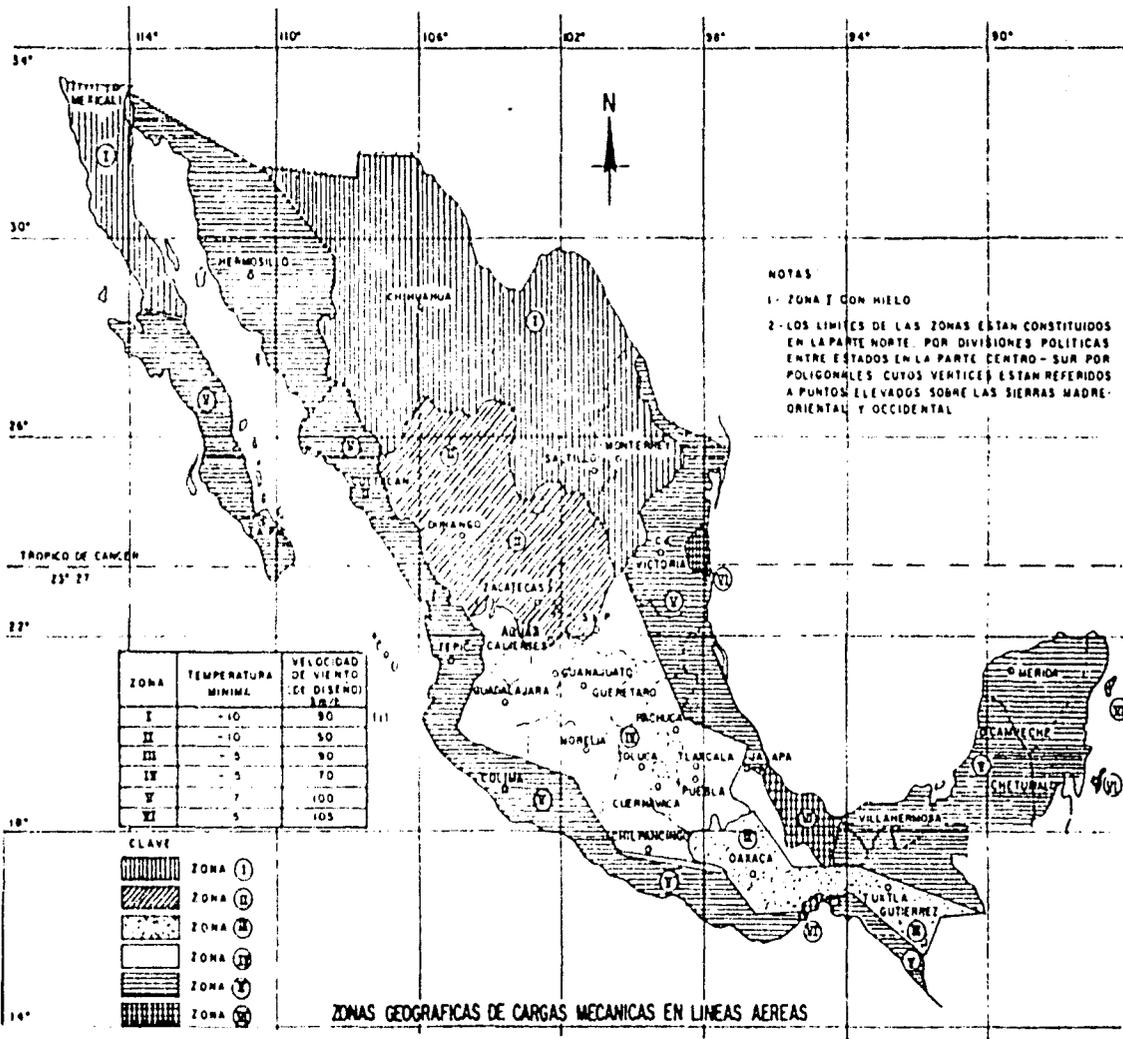
En líneas de distribución aéreas, los conductores de mayor tensión deben quedar arriba de los de menor tensión.

Las estructuras metálicas de soporte, incluyendo tanques, marcos, manijas y palancas para operación del equipo, así como, los cables mensajeros, deben estar sólidamente conectados a tierra, a menos que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas, o que estén a una altura mayor de 2 50 m

Las retenidas deben estar sólidamente aterrizadas a menos que tengan uno o más aisladores, a una altura mayor a 2 50 m si una retenida no conectada a tierra pasa cerca de conductores o partes energizadas, se deberán instalar dos aisladores de tal manera que el tramo de retenida expuesto a contacto quede comprendido entre los aisladores

Los conductores neutros deben tener la misma separación y la altura que los de fase en su respectivo circuito, excepto los que estén conectados sólidamente a tierra a lo largo de la línea, que pueden considerarse como conductores de hasta 1000 V

Si se utilizan conductores aislados las distancias se pueden disminuir .



ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES
(DISTANCIAS EN CENTIMETROS)

ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES A SUPERFICIES

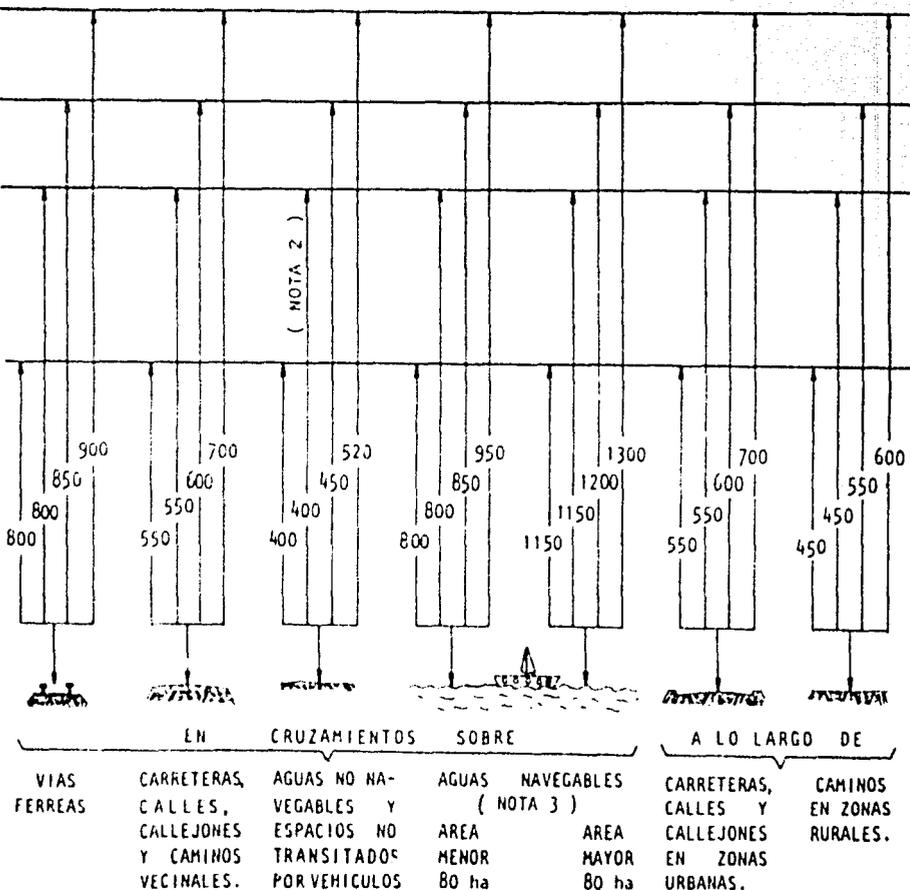
23 kV ó 33 kV
(Nota 1)

13 kV

0-1 kV

RETENIDAS, CONDUCTORES DE COMUNICACION, CABLES DE GUARDA Y CONDUCTORES NEUTROS.

12



ALTURA MINIMA DE CONDUCTORES A SUPERFICIES

Condiciones:

a) Temperatura en los conductores de 16°C

b) Flecha final sin carga, en reposo

c) Claros básicos entre estructuras:

- Hasta 75 m para la zona I
- Hasta 100 m para las demás zonas

d) Para claros mayores, se deberá agregar a la altura básica 1 cm por cada metro de exceso del claro básico. Sólo en el caso de cruce sobre vías férreas en la zona I, este incremento será de 1.5 cm

e) Para claros donde la altura crítica no sea a la mitad del tramo, el incremento adicional al que se refiere el punto anterior puede disminuir 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

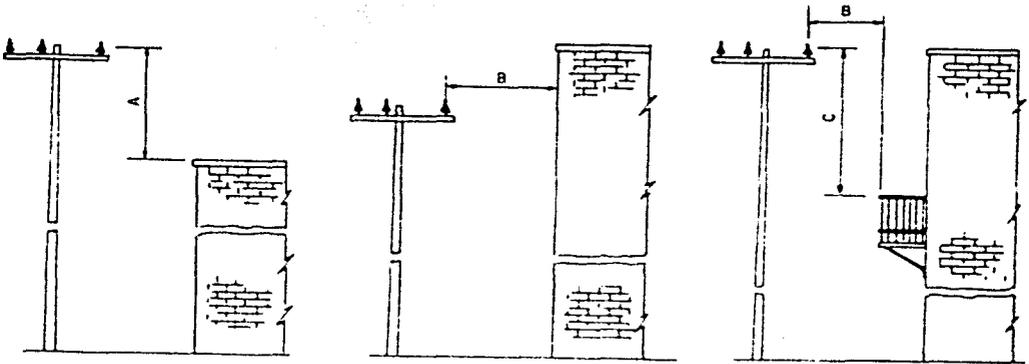
1 - Si un circuito de 23 kV está efectivamente conectado a tierra, las alturas mínimas serán las que se indican para un circuito de 13 kV entre fases

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 el cruce.

Además, se debe tener en cuenta lo establecido en los reglamentos en materia de navegación.

SEPARACION DE CONDUCTORES A CONSTRUCCIONES.



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 de exceso del claro básico. Si la altura no es

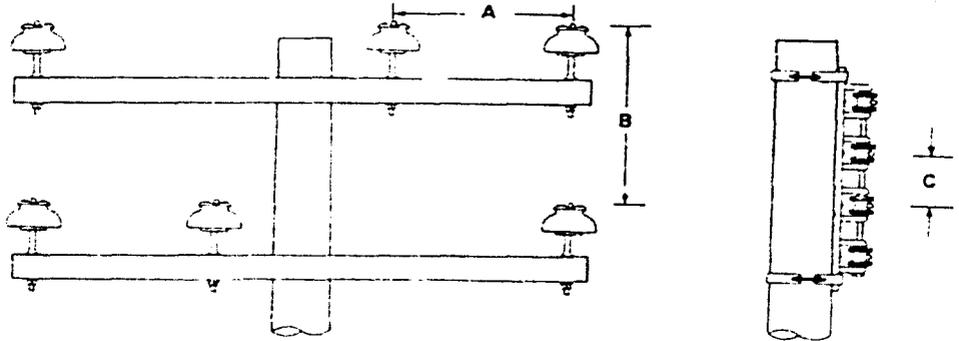
medida a la mitad del claro, considerar la información de la altura mínima de conductores a superficies.

Consideraciones:

- a) La separación horizontal debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento de 29 kg/m^2 , con flecha final y temperatura de 16°C .
- b) La separación vertical debe aplicarse con temperatura en los conductores de 16°C , con flecha final sin carga.
- c) Los claros básicos son
 - Hasta de 75 m para la zona I
 - Hasta de 100 m para todas las otras zonas
- d) La separación horizontal mínima entre una línea y una estructura de otra línea es de 150 cm
- e) La separación vertical mínima entre una línea y una estructura de otra línea es de 180 cm para líneas de 13 kV y de 210 cm para líneas de 23 kV ó 33 kV.
- f) Se debe dejar un espacio mínimo de 180 cm entre los edificios de más de 3 pisos ó 15 m de altura y los conductores para facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio
- g) Cuando la línea cumpla con las distancias verticales mínimas indicadas, la distancia horizontal mínima del plano imaginario vertical sobre una construcción o balcón a la línea no debe ser menor a 1 m
- h) En caso de que las separaciones anteriores no se puedan lograr, los conductores eléctricos deben ser aislados para el voltaje de operación

SEPARACIONES 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	
A	Nota 1	Separación horizontal entre conductores del mismo o de diferente circuito	30	35	45	56	
		Comunicación	100	150	150	150	
B	Nota 2	Separación vertical	40	100	100	100	
		siendo el conductor inferior de	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

C Nota 3	Longitud del claro (en metros)	Separación entre conductores de 0 - 1 kV en bastidores verticales
	Hasta 60	20
	Entre 60 y 80	30
	Entre 80 y 90	40

NOTAS:

- 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.

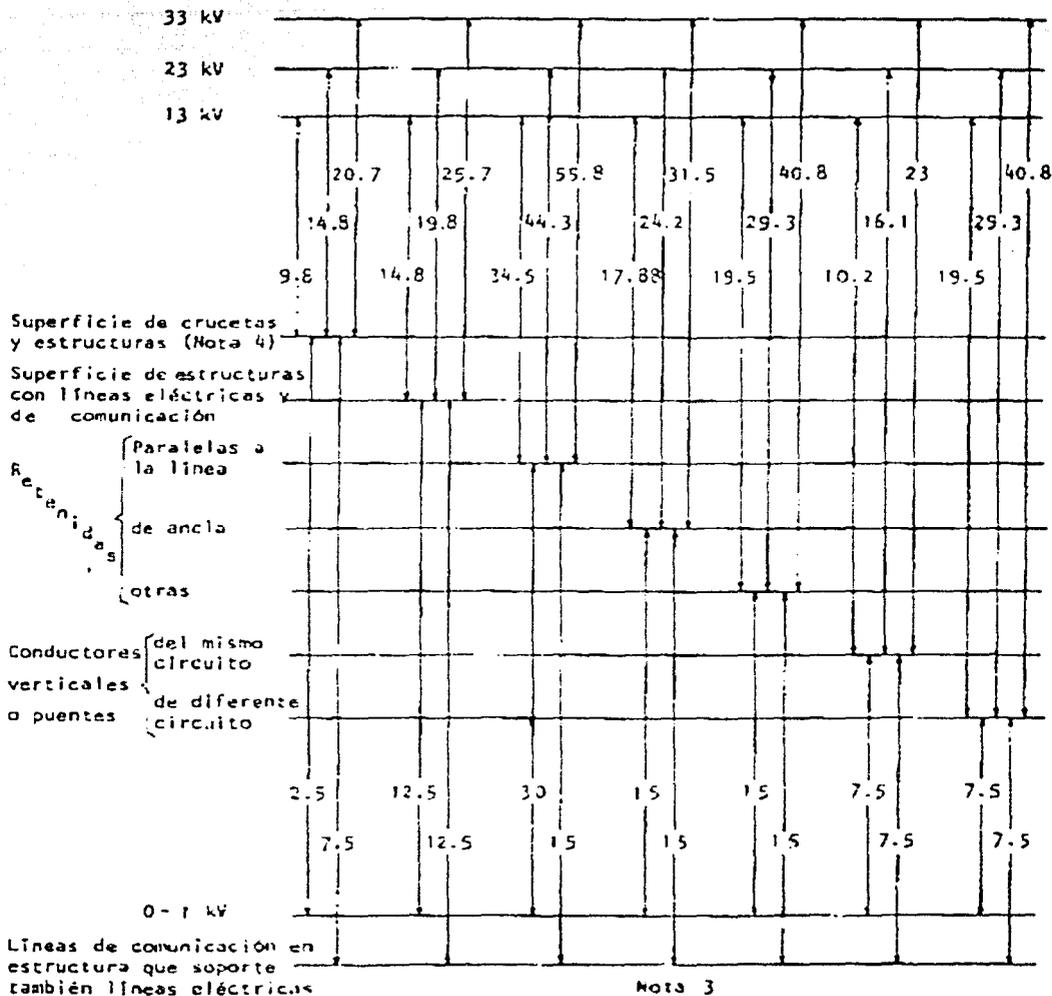
TENSION NOMINAL (kV)	FLECHA (En cm) EN CONDUCTOR MENOR AL No 2 AWG							FLECHA (EN cm) EN CONDUCTOR No. 2 AWG O MAYOR						
	60	80	100	150	200	250	300	60	80	100	150	200	250	300
	SEPARACIÓN HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES DESNUDOS (cm)													
13	35	39	51	71	86	98	109	36	43	47	55	62	69	74
23	45	46	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 subtransmisión o transmisión será de 180 cm mas un centimetro 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

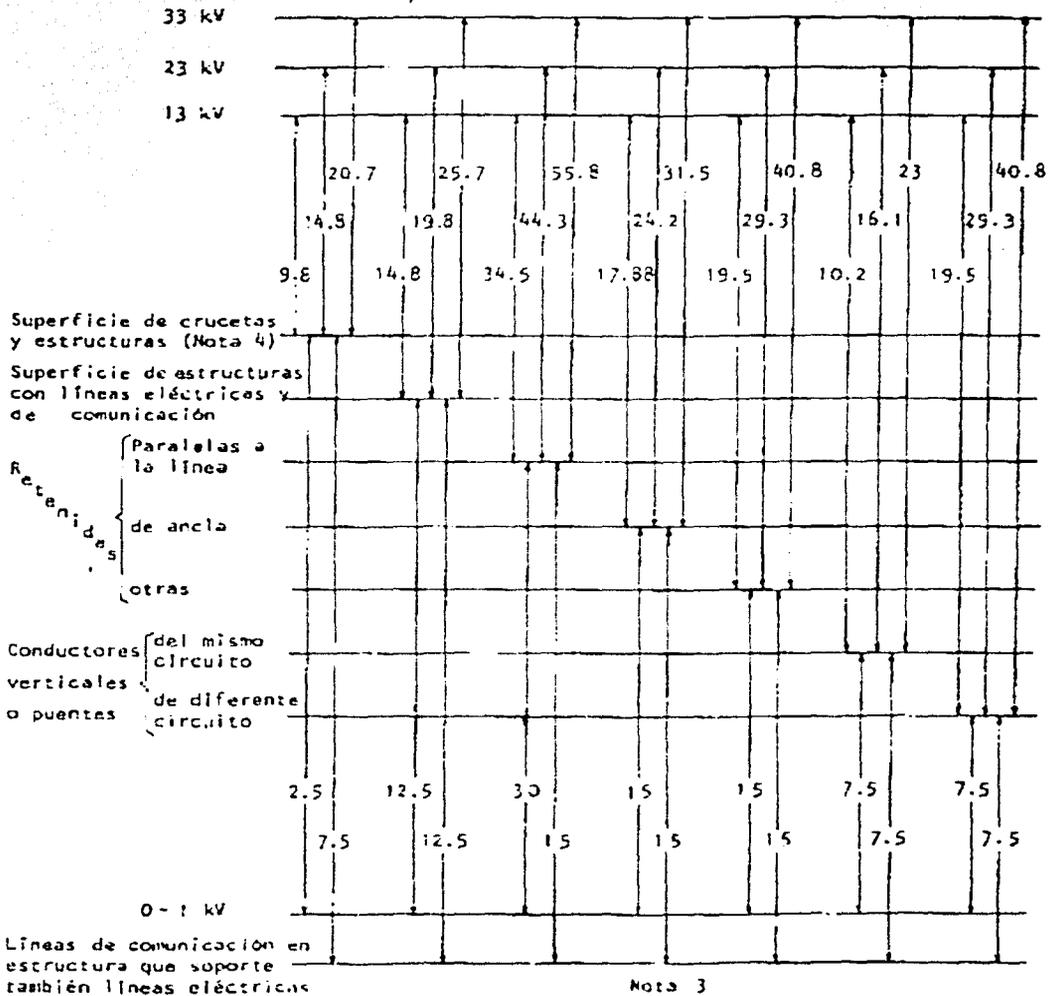
5 - Si se utilizan conductores aislados, las separaciones se pueden disminuir, para lo cual se debe consultar las "Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas".

SEPARACION MINIMA (en cm) ENTRE CONDUCTORES Y SOPORTES, EN LA MISMA ESTRUCTURA



SEPARACION DE CONDUCTORES A ELEMENTOS DE UNA ESTRUCTURA.

SEPARACION MINIMA (en cm) ENTRE CONDUCTORES Y SOPORTES, EN LA MISMA ESTRUCTURA



NOTAS:

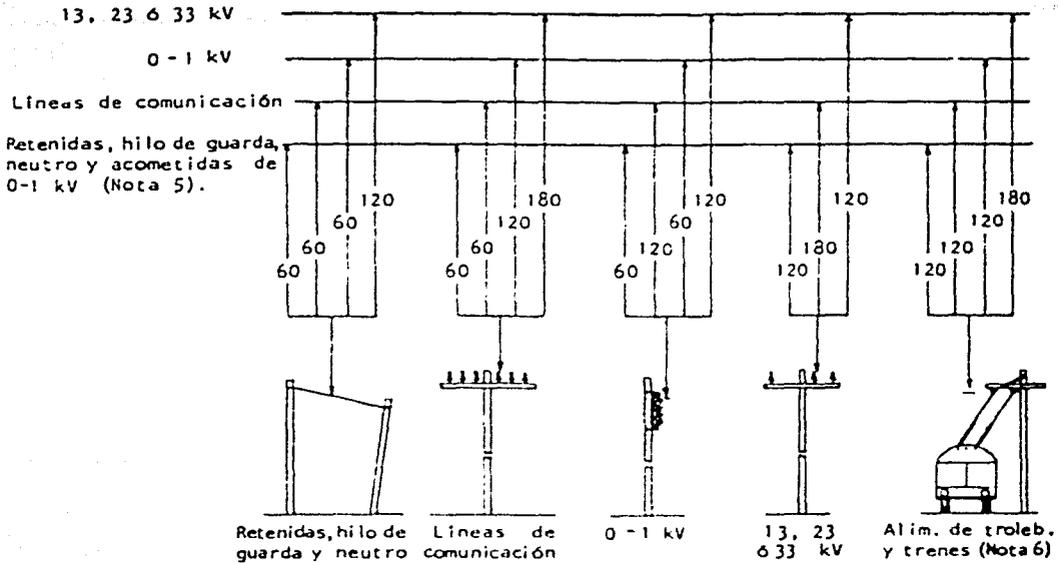
1.- Si un conductor neutro está efectivamente conectado a tierra a lo largo de una línea, puede sujetarse directamente a la estructura.

2.- Cuando se usen aisladores de suspensión, la separación 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 eléctricos y de comunicación, deberán ser protegidas por una cubierta aislante en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente conectada a tierra, o tiene un aislador tipo retenida debajo del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.

4 - En circuitos de 13, 23 y 33 kV con neutro efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea, esta separación no debe ser menor de 7.5, 9.8 y 12.8 cm respectivamente.

SEPARACION EN CRUCES DE CONDUCTORES AEREOS



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/m², con flecha inicial y final a 15°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. 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 ó entre conductores adyacentes debe ser de 1.5 m mínima

5.- Los conductores neutros a que se refieren estas separaciones son los que están 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

ALTURA DE PARTES VIVAS DE EQUIPO INSTALADO EN ESTRUCTURAS (En cm)

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE BAJO LAS PARTES VIVAS	TENSION ELECTRICA		
	0 - 1 kV	13 kV	23 ó 33 kV (Nota 2)
CARRETERAS, CALLES Y TERRENOS SUJETOS AL PASO DE VEHICULOS	500	550	600
ESPACIOS NO TRANSITADOS POR VEHICULOS	400 (Nota 3)	400	450
CAMINOS EN ZONAS RURALES NO TRANSITABLES POR VEHICULOS	400	500	550

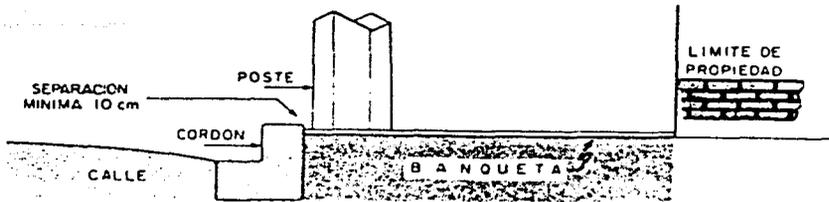
NOTAS

1.- Estas alturas son en centímetros y se refieren a equipos como: Transformadores, apartarrayos, capacitores, etc

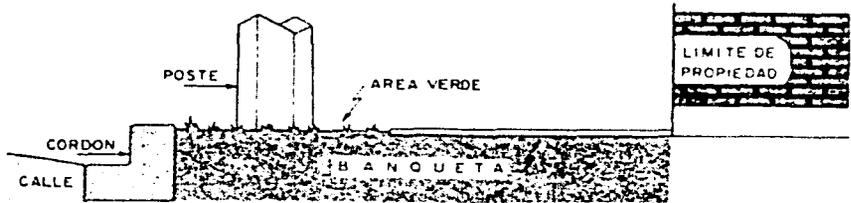
2.- Si un circuito de 23 kV está efectivamente conectado a tierra, las alturas mínimas serán las que se indican para un circuito de 13 kV entre fases
En los demás caso, si el circuito está o no efectivamente aterrizado, se utilizarán las alturas mínimas señaladas en sus respectivas columnas

3 - La parte más baja (no energizada) de los transformadores en postes, debe estar a una altura no menor de 400 cm en lugares transitados sólo por peatones y no menor de 550 cm en lugares transitados por vehículos.

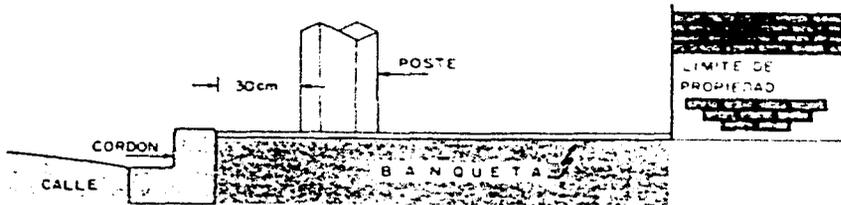
LOCALIZACION DE ESTRUCTURAS EN AREAS URBANAS



En banqueta angosta (menor de 1.50 m), la mínima separación del poste a la calle será de 10 cm.

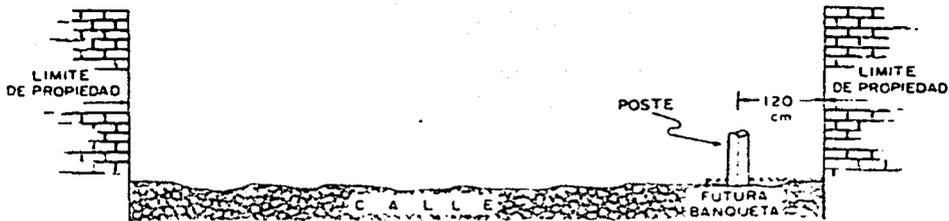


Cuando en la banqueta exista área verde del lado de la calle, el poste se instalará al centro de esta área.

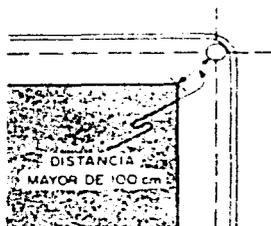


Cuando las banquetas sean anchas (más de 2 m), separar el poste 30 cm del cordón.

El arreglo de las banquetas por instalación de postes o retenidas será por cuenta del constructor de la obra de electrificación.

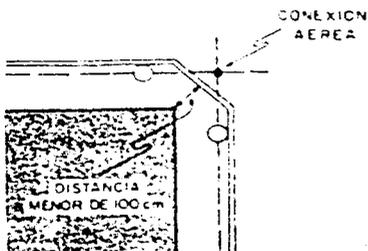


En poblados o periferia de las ciudades sin planificación urbana y donde no existan cordones para determinar la banqueta, la postería se instalará a 120 cm del paramento o límite de la propiedad.



Los postes se instalarán en las esquinas con los mismos criterios anteriores y la distancia entre el poste y el paramento debe ser mayor a 1 m.

En caso que esa esquina sea menor, se deben instalar postes a cada lado de la esquina, lo más próxima a ésta, haciendo una conexión aérea.

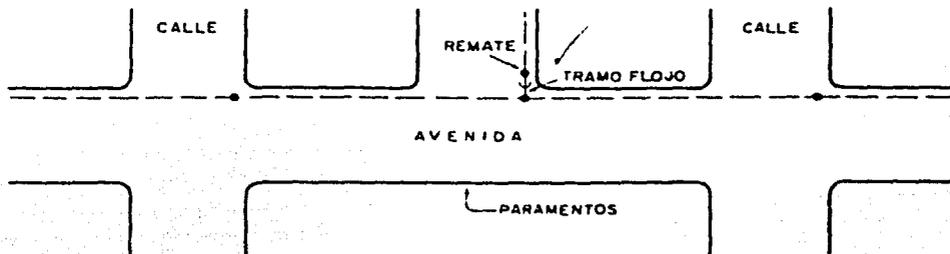


Esquina ochavada y/o banqueta angosta. Distancia menor a un metro.

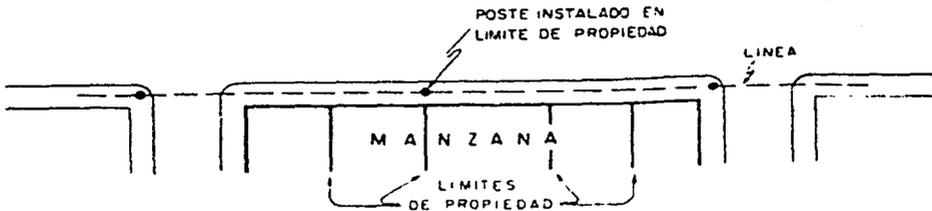
Se debe mantener el mismo lado de la acera para todas las líneas, longitudinal y transversalmente. Para instalar postes en las esquinas, seleccione la acera del lado del crecimiento de la ciudad para evitar anclajes con estacas.



Las líneas que van sobre calles que desemboquen a mitad de cuadra, se rematarán antes de la esquina. De esta forma se evita el uso de retenidas de estaca o de banqueta en la acera frontal.



Con objeto de librar los accesos a las construcciones, La postería deberá quedar frente a los límites de propiedad siempre y cuando no haya condiciones que alteren considerablemente los tramos interpostales.

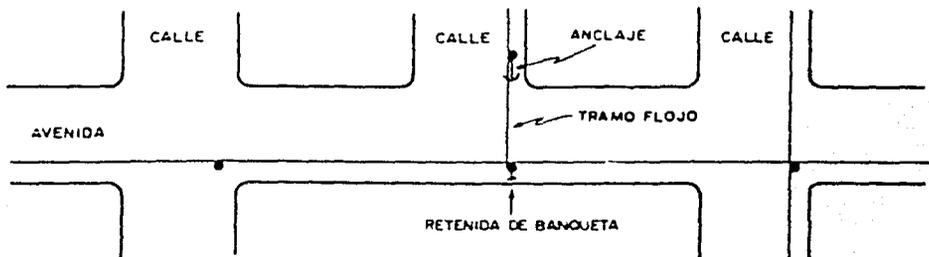


Las retenidas se instalarán de tal forma que ni el ancla ni el cable de acero obstruyan el acceso a las edificaciones.

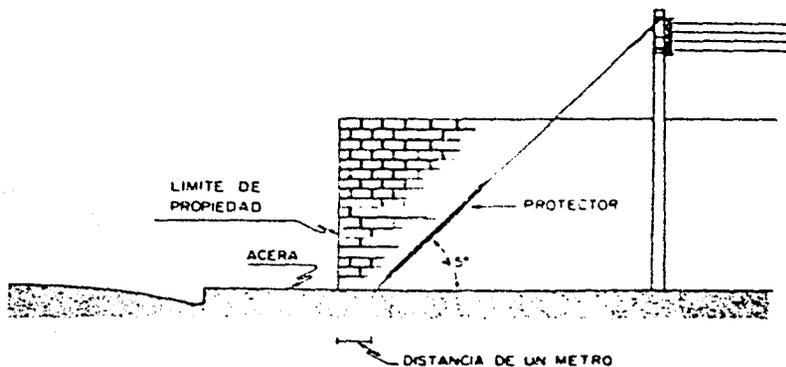
En caso de que al construir la línea no existan referencias para colocación de los postes o retenidas, se instalarán en base a la lotificación más próxima.

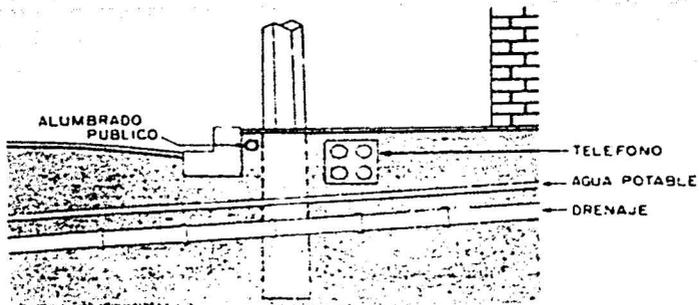


Las líneas primarias y secundarias que tengan que cruzar una calle cerrada para continuar por una acera perpendicular al trazo original de la línea, se rematarán antes de la esquina para cruzar la calle con tramo flojo, que será soportado por una retenida de banqueta en la acera opuesta



Se debe dejar una distancia de 1 m entre la orilla del parámetro y el perno ancla de la retenida para dar seguridad a los peatones.



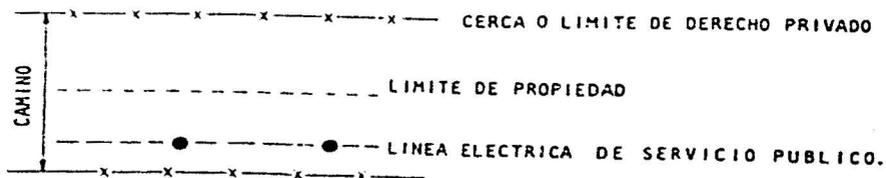


Al electrificar un sector urbanizado con servicio de agua, drenaje o instalación subterránea de alumbrado público o teléfono, se deberá consultar con quien corresponda acerca de la ubicación y profundidad de estas instalaciones, para evitar dañarlas al cavar las cepas para postes o retenidas

En estos casos, el responsable de algún daño a esas instalaciones será quien tenga asignada la obra de electrificación

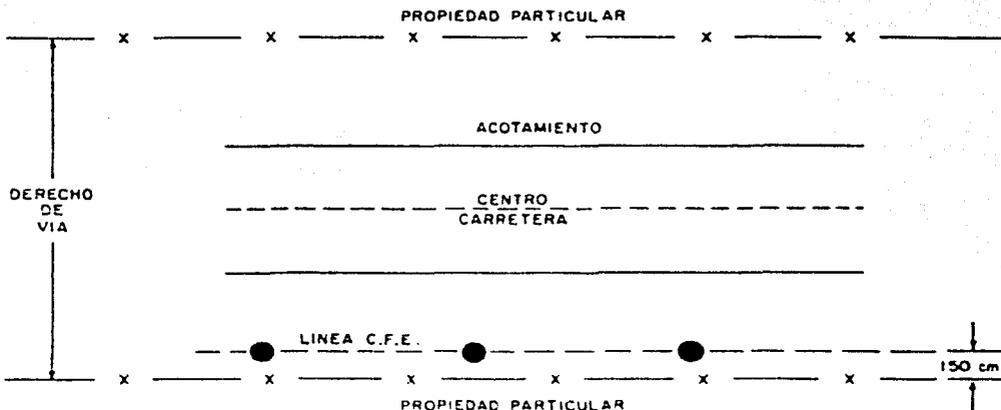
El uso de ciertos espacios en el área rural crean el "derecho de servidumbre de paso", que es el derecho para transitar por propiedades particulares como vía pública

Entre los linderos de propiedades en el área rural deben existir espacios para caminos de uso público, siendo la costumbre que cada propietario ceda la mitad del terreno para el camino



La postería deberá estar en el camino, separada 150 cm de la cerca. Se deberán construir las líneas por los caminos entre linderos de propiedades y sólo cruzar estas para el servicio de la misma.

DERECHO DE VIA DE CARRETERAS



Normalmente las carreteras federales y estatales tienen un derecho de vía de 40 m. Para el caso de autopistas y carreteras vecinales, es necesario ratificar el derecho de vía con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes ó con las autoridades de Obras Públicas del estado.

El centro de la postería deberá estar a 150 cm del límite de propiedad dentro del derecho de vía.

En caso de que ya existan líneas telegráficas o telefónicas, utilizar el lado opuesto para evitar conflictos.

En caso de no existir otras instalaciones ajenas a C.F.E., seleccione el lado más conveniente para reducir el número de cruces de la carretera.

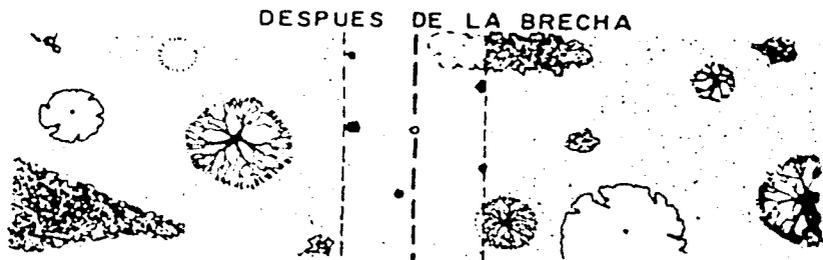
No instale retenidas transversales a la línea sobre el derecho de vía.

BRECHA MINIMA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION

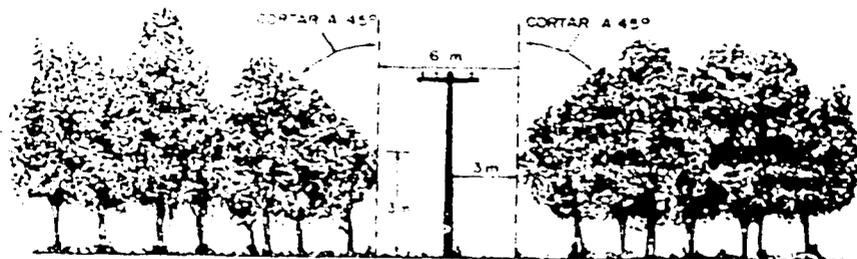
Cuando se tenga que talar árboles para abrir brecha es necesaria la autorización de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos o del propietario del predio.



Para la apertura de la brecha se debe considerar el árbol maduro



Se deben eliminar todos los árboles secos o en terreno flojo que al caer pudieran pegar en la línea



En líneas construidas con estructuras "H", la brecha sería de 10 m de luz

ESTACADO DE LINEAS PRIMARIAS RURALES

1.- Normalmente el trazo de las líneas primarias de distribución en el medio rural no requiere de un levantamiento topográfico con curvas de perfil, por construirse generalmente con referencias de carreteras o caminos y teniendo siempre la ubicación de los servicios a alimentar.

2.- Por lo anterior sólo se requerirá contar con:

- Un plano de Detenal (u otro similar)
- Una cinta de medir de 50 m
- Tres balizas
- Una brújula de bolsillo
- Estacas (madera de pino 3 6 x 3 6 x 50 0 cm) con punta en un extremo y en el otro pintado con un color contrastante al terreno (10 cm).

3 - Se localizará el camino que el usuario utilice y que pudiera resultar conveniente para el trazo de la línea. El arranque de la línea será el punto más próximo para la extensión y que satisfaga las consideraciones y normas.

4 - Marque con una estaca los puntos de deflexión obligados, así como, las elevaciones que presente el terreno. En estos puntos obligados se ubicará una estructura.

5 - Con cinta se mide la distancia entre las estructuras obligadas por desnivel o deflexión y en base al tramo máximo de la estructura que se seleccione, se distribuirá equidistantemente el número de estructuras en dicho tramo.

6 - En terreno plano utilice estructuras tipo "T".

7 - Los trazos en línea recta sin referencia de caminos u otra, se obtiene fijando balizas en los puntos obligados. Con estas referencias y con el tramo interpostal proyectado, visualmente se alinean las estructuras intermedias entre dichos puntos obligados. Una vez alineadas y con la distancia interpostal determinada, se estaca definitivamente el punto donde se ubicarán las estructuras.

8 - Con la brújula se determinan los rumbos magnéticos de los tramos comprendidos entre deflexiones. Para pasar estos rumbos magnéticos a los planos se requiere conocer la deflexión del norte astronómico que es el que aparece en los planos con respecto al norte magnético.

9 - En los casos de terreno abrupto, se deberán realizar los estudios topográficos de perfiles.

PODA DE ARBOLES

Durante las actividades de poda se deben tomar las precauciones necesarias para satisfacer los requerimientos de seguridad establecidos.

I. GENERALIDADES

1.- Las ramas de los árboles se deben podar para que queden lejos de los conductores eléctricos y permitir:

- a) Movimiento de las ramas y troncos en condiciones de tormenta.**
- b) Incremento en la flecha del conductor debido a la carga y variaciones de la temperatura**
- c) Accesibilidad para operación y mantenimiento de la línea.**

2 - Antes de podar o cortar árboles se debe pedir la autorización del propietario del árbol. Además es necesario conseguir los permisos de poda exigidos por la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos y/o por las autoridades municipales

3 - La poda se debe efectuar con cuidado y buen juicio. Debe ser satisfactoria para el propietario del árbol. Una buena mano de obra en la poda disminuirá las dificultades para conseguir futuros permisos. Es recomendable que la persona que obtuvo el permiso este presente para asegurar un buen trabajo

II. CORTE DE RAMAS Y TRONCOS

1 - Cuando corte las ramas de cualquier árbol, se deben de cortar tan cerca a su base como sea posible. Dibujos D y E

Los cortes requeridos son

- a) Ramas delgadas (hasta 2.5 cm de diámetro): Un sólo corte**
- b) Dibujo D**
- b) Ramas gruesas (Dibujo E): Cuatro cortes. . 2 fuera y lejos de la base, un tercero en la parte inferior y el cuarto en la parte superior. Esto es necesario para que al efectuar el corte, la corteza de la rama no se desprenda y se deslice hasta el tronco dañando el árbol**

c) Ramas verticales (Dibujo F): Tres cortes ... primero y segundo corte a 45° encontrado; esto es con objeto de dirigir la caída. Tercer corte hacia abajo a 45° dejando que la rama caiga.

d) No se deben dejar ramas o troncos rotos como se muestra en el dibujo G, puesto que se pudren y dañan el árbol

III. ALTURA DE LOS POSTES

En el diseño de cualquier línea de distribución los libramientos a los árboles es una consideración muy importante. Se deben utilizar postes de altura normal tanto como sea posible. Se debe evitar la instalación de postes mayores de 12 m para propósitos de libramiento a los árboles.

IV - REDONDEADO DE LOS ARBOLES

Este es el método preferido para obtener los libramientos de los conductores. Se debe hacer para mantener la simetría del árbol en todas partes. Si el libramiento se requiere sólo en un lado, la poda se debe efectuar alrededor del árbol para mantener la forma simétrica.

El árbol no se debe cortar en un solo plano de tal forma que todas las ramas queden de la misma longitud. Se puede podar en forma de "U" solamente con el consentimiento del propietario.

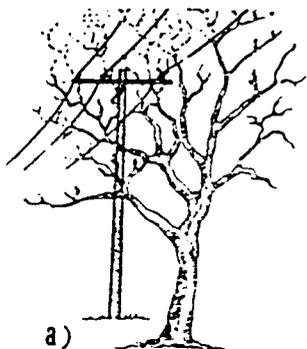
V - PERIODO DE PODA

La poda intensiva se debe realizar durante la estación de invierno. Fuera de esa estación, solo se podará en lugares específicos para solucionar problemas operativos.

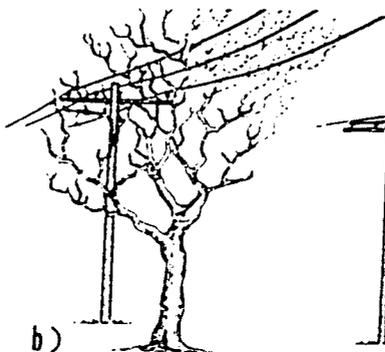
VI - LIMPIEZA

Una vez finalizada la poda del árbol, es obligación del podador recoger inmediatamente todas las ramas y hojas que se hayan cortado. El sitio de la poda debe quedar limpio independientemente de su ubicación.

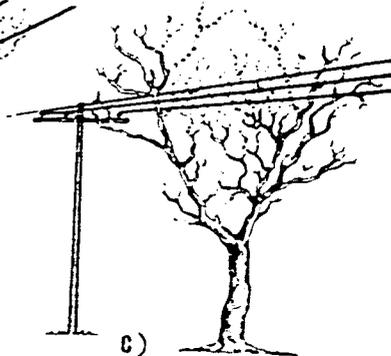
La distancia del árbol podado a la línea primaria será de 1.8 m; a la línea secundaria será de 1m.



a)

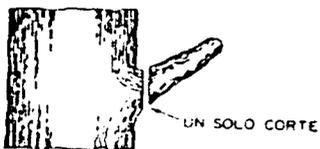


b)

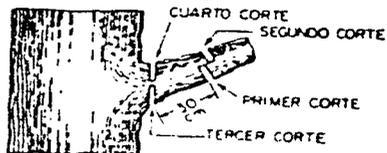


c)

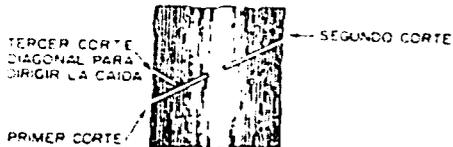
d) CORTE DE UNA RAMA DELGADA



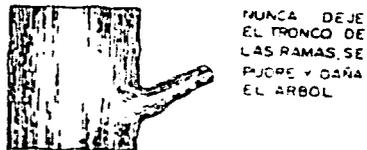
e) CORTE DE UNA RAMA GRUESA



f) CORTE DE UNA RAMA VERTICAL



g) MODO INCORRECTO



1.4 COMPONENTES DE LOS TRANSFORMADORES

Un transformador es una máquina electromagnética, cuya función principal es cambiar la magnitud de las tensiones eléctricas. Se puede considerar formado por tres partes principales: Parte activa, parte pasiva y accesorios.

Parte Activa:

Esta formada por un conjunto de elementos separados del tanque principal y agrupa las siguientes partes

1 - Núcleo. Este constituye el circuito magnético, que está fabricado en lámina de acero al silicio, con un espesor de 0.28 mm

La norma que utiliza el fabricante para el diseño del núcleo, no establece formas ni condiciones especiales para su fabricación. Se busca la estructura más adecuada a las necesidades y capacidades del diseño. El núcleo puede ir unido a la tapa y levantarse con ella, o puede ir unido a la pared del tanque, lo cual produce mayor resistencia durante las maniobras mecánicas de transporte.

2 - Bobinas. Estas constituyen el circuito eléctrico. Se fabrican utilizando alambre o solera de cobre o aluminio. Los conductores se forran de material aislante, que puede tener diferentes características, de acuerdo con la tensión de servicio de la bobina, la temperatura y el medio en que va a estar sumergida.

Las normas tampoco establecen condiciones específicas, quedando en manos de los diseñadores el adoptar criterios que vayan de acuerdo con la capacidad y la tensión, y que incidan en la forma de las bobinas.

Los devanados deben tener conductos de entrainment radiales y axiales que permitan fluir el aceite y eliminar el calor generado en su interior. Además, deben tener apoyos y sujeciones suficientes para soportar los esfuerzos mecánicos debido a su propio peso, y sobre todo los del tipo electromagnético que se producen durante los cortocircuitos.

Las bobinas, según la capacidad y tensión del transformador pueden ser de tipo rectangular para pequeñas potencias, de tipo cilíndrico para potencias medianas y de tipo galleta para las potencias altas.

Bobina rectangular. Se instala sobre un núcleo de sección rectangular. Es la bobina más barata. Se puede utilizar en transformadores trifásicos con potencias limitadas hasta 5 MVA y tensiones de hasta 69 KV.

Bobina cilíndrica. Se forma con una serie de discos, con separaciones de cartón aislante para permitir el flujo del aceite; los discos se aíslan sobre un tubo de material aislante. Cada disco consta de varias vueltas devanadas en espiral. Se utilizan en transformadores de potencias medianas, o sea de hasta 10 MVA y 15 KV.

Devanado continuo tipo disco. Es semejante al caso anterior. Se inicia a partir de un disco que se devana en espiral desde el tubo aislante hacia afuera. La vuelta exterior del disco se conecta con el exterior del siguiente disco, y en éste el devanado espiral se desarrolla ahora desde afuera hacia adentro, continuando así sucesivamente hasta terminar la bobina. Los discos se separan entre sí por medio de espaciadores de cartón prensado.

Este tipo de embobinado se utiliza en transformadores con potencias de hasta 40 MVA y para tensiones en 15 y 69 KV.

Bobina tipo galleta. El primario y el secundario se devanan en forma de galletas rectangulares, colocando las bobinas primarias y secundarias en forma alternada.

Se utilizan en transformadores de tipo acorazado, para altas potencias y altas tensiones (230 ó 400 KV).

En la construcción de las bobinas existen especificaciones particulares de cada usuario que imponen ciertos criterios, como pueden ser:

Forma de la sección del conductor en los devanados de alta y baja tensión, tipo de aislamiento para soportar altas temperaturas, aplicación de compuestos aislantes a las bobinas, etc.

3 - **Cambiador de derivaciones.** Constituye el mecanismo que permite regular la tensión de la energía que fluye de un transformador. Puede ser de operación automática o manual, puede instalarse en el lado de alta o baja tensión dependiendo de la capacidad y tensión del aparato, aunque conviene instalarlos en alta tensión, debido a que su costo disminuye en virtud de que la intensidad de corriente es menor.

4 - **Bastidor.** Está formado por un conjunto de elementos estructurales que rodean al núcleo y las bobinas, y cuya función es soportar los esfuerzos mecánicos y electromagnéticos que se desarrollan durante la operación del transformador.

Parte Pasiva

Consiste en el tanque donde se aloja la parte activa, se utiliza en los transformadores cuya parte activa va sumergida en líquidos. El tanque debe ser

hermético, soportar el vacío absoluto sin presentar deformación permanente, proteger eléctrica y mecánicamente el transformador, ofrecer puntos de apoyo para el transporte y la carga del mismo, soportar los enfriadores, bombas de aceite y ventiladores y los accesorios especiales.

La base del tanque deber ser lo suficientemente reforzada para soportar las maniobras de levantamiento durante la carga o descarga del mismo

El tanque y los radiadores de un transformador deben tener un área suficiente para disipar las pérdidas de energía desarrolladas dentro del transformador, sin que su elevación de temperatura pase de 55°C ó mas, dependiendo de la clase térmica del aislamiento especificado

A medida que la potencia de diseño de un transformador se hace crecer, el tanque y los radiadores por si solos no alcanzan a disipar el calor generado, por lo que en diseños de unidades de alta potencia se hace necesario adicionar enfriadores a través de los cuales se hace circular aceite forzado por bombas, y se sopla aire sobre los enfriadores por medio de ventiladores. A este tipo de eliminación térmica se le llama enfriamiento forzado. El enfriamiento de los transformadores se clasifica en los siguientes grupos

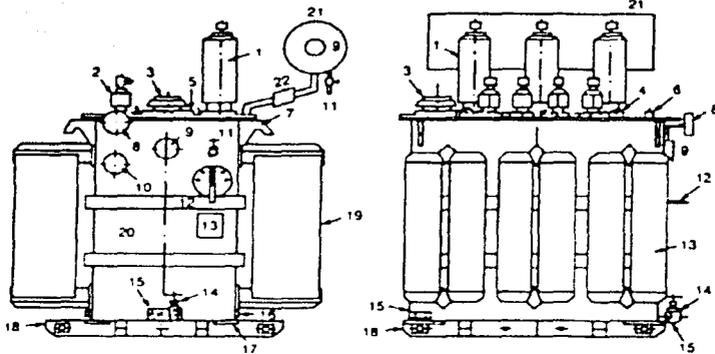
- 1 - Clase OA Enfriamiento por aire Circulación natural
- 2 - Clase OW Enfriamiento por agua a través de un serpentín.
Circulación natural
- 3 - Clase FOA Enfriamiento por aceite y aire forzados.

Accesorios

Los accesorios de un transformador son un conjunto de partes y dispositivos que auxilian en la operación y facilitan las labores de mantenimiento.

Entre estos elementos, algunos de los cuales se observan en la siguiente figura:

TRANSFORMADORES DE POTENCIA



DESCRIPCIÓN

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Boquillas para alta tensión | 12 | Máneral para operación sin excitación del transformador de derivaciones con seguro para candado e indicador de posiciones |
| 2 | Boquillas para baja tensión | 13 | Placa de características |
| 3 | Relevador mecánico de sobrepresión | 14 | Válvula para drenaje |
| 4 | Orejas con ojo para levantar la tapa | 15 | Válvula para muestreo |
| 5 | Registro | 16 | Placas para conexión a tierra |
| 6 | Cople con tapón para llenado al vacío | 17 | Refuerzos para palanquero o soportes para gato |
| 7 | Orejas de gancho para izaje del conjunto | 18 | Base deslizable |
| 8 | Manómetro-vacuómetro | 19 | Radiadores fijos o desmontables. Con o sin válvulas |
| 9 | Indicador magnético de nivel sin o con contactos para alarma | 20 | Caja |
| 10 | Indicador de temperatura del aceite con o sin contactos P. alarma | 21 | Tanque conservador |
| 11 | Válvula superior para conexión a filtro prensa | 22 | Relevador de gas (Buchholz) |

Accesorios de un transformador

Destacan los siguientes:

Tanque conservador:

Es un tanque extra colocado sobre el tanque principal del transformador, cuya función es absorber la expansión del aceite debido a los cambios de temperatura, provocados por los incrementos de carga. El tanque se mantiene lleno de aceite aproximadamente hasta la mitad. En caso de una elevación de temperatura, el nivel de aceite se eleva comprimiendo el gas contenido en la mitad superior si el tanque es sellado, o expulsando el gas hacia la atmósfera si el tanque tiene respiración.

La tubería entre los dos tanques debe permitir un flujo adecuado de aceite. En ella se instala el relevador de gas (Buchholz) que sirve para detectar fallas internas en el transformador.

En el conservador no debe permanecer el aceite en contacto con el aire. Por un lado, porque al estar variando el nivel del aceite el aire que penetra tiene humedad que se condensa en las paredes y escurre hacia adentro del transformador, y por otro lado, por que el aceite en contacto con el aire se oxida y pierde también características dieléctricas. Para evitar lo anterior, se utilizan diferentes métodos de protección: uno es por medio de una lámina de neopreno que se mueve simultáneamente con la variación del nivel del aceite y evita el contacto aire-aceite, y otro es llenar la parte superior del conservador con nitrógeno seco y sellar el tanque conservador.

Boquillas:

Son los aisladores terminales de las bobinas de alta y baja tensión que se utilizan para atravesar el tanque o la tapa del transformador.

Tablero:

Es un gabinete dentro del cual se encuentran los controladores y protecciones de los motores de las bombas de aceite, de los ventiladores, de la calefacción del tablero, del cambiador de derivaciones bajo carga, etc.

Válvulas:

Es un conjunto de dispositivos que se utilizan para el llenado, vaciado, mantenimiento y muestreo del aceite del transformador.

Conectores de Tierra:

Son unas piezas de cobre soldadas al tanque, donde se conecta el transformador a la red de tierra.

Placa de Características:

Esta placa se instala en un lugar visible del transformador y en ella se graban los datos más importantes como son potencia, tensión, por ciento de impedancia, número de serie, diagrama vectorial y de conexiones, número de fases, frecuencia, elevación de temperatura, altura de operación sobre el nivel del mar, tipo de enfriamiento, por ciento de variación de tensión en los diferentes pasos del cambiador de derivaciones, peso y año de fabricación.

Conexiones en los Transformadores

Para seleccionar un transformador es necesario conocer las ventajas y desventajas de cada una de las conexiones más utilizadas.

Dichas conexiones son

Estrella-estrella Sus características principales son:

- a) Aislamiento mínimo
- b) Cantidad de cobre mínimo
- c) Circuito económico para baja carga y alto voltaje
- d) Los dos neutros son accesibles
- e) Alta capacitancia entre espiras, que reduce los esfuerzos dieléctricos durante los transitorios debidos a tensión
- f) Neutros inestables, si no se conectan a tierra

Estrella-estrella con terciario en delta Sus características son:

- a) La delta del terciario proporciona un camino cerrado para la tercera armónica de la corriente magnetizante, lo cual elimina los voltajes de la tercera armónica en los devanados principales

b) El terciario se puede utilizar para alimentar el servicio de estación, aunque no es muy recomendable por las altas corrientes de corto circuito que se obtienen

c) Aumenta el tamaño y el costo del transformador

Delta-delta. Es una conexión raramente usada. Se utiliza en tensiones bajas y medias. Sus características son:

a) En caso de que un banco de transformadores se le dañe una fase, se puede operar utilizando la conexión delta abierta ó V

b) Circuito económico para alta carga y bajo voltaje

c) Las dos deltas proporcionan un camino cerrado para la tercera armónica de la corriente magnetizante, lo cual elimina los voltajes de tercera armónica

d) No se puede conectar a tierra los puntos neutros. Se necesita utilizar un banco de tierra, lo cual encarece más el banco

e) Se necesitan mayores cantidades de aislamiento y de cobre

f) La conexión delta se usa con aislamiento total y rara vez se usa para tensiones superiores de 13.8 KV por el alto costo del aislamiento

Delta-estrella Se acostumbra utilizar en transformadores elevadores de tensión. Sus características son:

a) Al aterrizar el neutro del secundario se aíslan las corrientes de secuencia cero

b) Se eliminan los voltajes de tercera armónica porque la corriente magnetizante de tercera armónica se queda circulando dentro de la delta del primario

c) La conexión estrella se usa con aislamiento graduado hasta el valor de la tensión del neutro

Estrella-delta Se acostumbra utilizar en transformadores reductores de tensión. Sus características son:

a) No se puede conectar a tierra el lado secundario.

b) Se eliminan los voltajes de tercera armónica porque la corriente magnetizante de la tercera armónica se queda circulando dentro de la delta del secundario.

T-T. Es una conexión raramente usada. Sólo se utiliza en casos especiales en que se alimenten cargas tri, bi y monofásicas juntas, sus características son:

- a) Compartiendo semejante a la conexión estrella-estrella
- b) Tiene ambos neutros disponibles
- c) Los voltajes y las corrientes de tercera armónica pueden ocasionar problemas
- d) Se necesitan dos transformadores monofásicos para la conexión
- e) La capacidad debe ser el 15% mayor que la carga por alimentar

Zig-zag Se utiliza en transformadores de tierra conectados a bancos con conexión delta, para tener en forma artificial una corriente de tierra que energice las protecciones de tierra correspondientes

Autotransformador Se utilizan cuando la relación de transformación es menor de dos. Son más baratos que los transformadores equivalentes. Sus características son:

- a) Menor tamaño, peso y costo
- b) Como la impedancia entre primario y secundario es menor que en un transformador, se presenta una posibilidad mayor de fallas
- c) Debido a que sólo existe una bobina, el devanado de baja tensión también debe soportar las sobretensiones que recibe el devanado de alta tensión
- d) Las conexiones en el primario y el secundario deben ser siempre iguales o sea estrella-estrella o delta-delta, estas últimas no son usuales

CAPITULO II

Características de construcción de los empotramientos, cepas y cimentaciones para una línea de distribución

II.1 EMPOTRAMIENTOS

En los empotramientos se incluyen las cepas y cimentaciones que en función de la naturaleza del terreno y características del material a empotrar, difieren en las distintas regiones de la República Mexicana dada su gran variedad de tipos de terreno

Una vez que se cuenta con el trazo y estacado de la línea, la excavación de las cepas es la primera acción propia del constructor

En la mayoría de los casos quien ejecuta estos trabajos es personal sin conocimientos en construcción de líneas por lo que se requiere que el supervisor de la obra compruebe las características de la cepa. Se debe tomar en cuenta que la cepa debe estar al centro de la línea de trazo para que la posteria quede alineada ya que el poste debe quedar al centro de la cepa

Antes de empezar las cepas se necesita comprobar el dimensionamiento de las mismas, así como las características de consistencia del terreno, las del poste a hincar o del ancla a enterrar

En el medio rural se debe tomar en cuenta que el terreno no tenga problemas de erosión por efectos fluviales o eólicos. También verificar que no existan problemas por encharcamiento o inundación

Siempre se deberá mantener o mejorar la condición original de la compactación del terreno. Es necesario apisonarlo debidamente para obtener una óptima compactación tener cuidado de que no queden huecos al cimentar con piedras grandes que obstruyan el llenado con tierra para la compactación

En áreas urbanas siempre se deberá considerar que pueden existir tuberías de agua, gas, drenaje o cableado de comunicaciones

Al destruir una banquetta es obligación del mismo constructor dejarla en su condición original y limpia

Se debe tener cuidado de tapar las cepas cuando el poste o anclas no se instalen inmediatamente, de lo contrario se pueden causar accidentes a los peatones.

En el área rural se procurará dejar una pequeña sobreelevación de tierra sobre la cepa para que, aún al compactarse con el tiempo, el nivel de la cepa quede ligeramente superior al del terreno original.

En terrenos salitrosos es necesario prever el efecto del terreno en los materiales a enterrar, en especial en los primeros 60 cm del nivel del piso hacia abajo.

Generalmente para compactar se utilizará el material extraído de la cepa, excepto que se indique sustituirse o adicionar otros materiales

II.2 Cepas

Cepas para postes de concreto

La profundidad de la cepa para empotrar postes está en función del tipo de terreno, de altura y resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. El diámetro de la cepa es de 50 cm como mínimo en todos los casos

	EMPOTRAMIENTO (en cm) POR TIPO DE SUELO		
	BLANDO	NORMAL	DURO
ALTURA (m) Y RESISTENCIA (kg) DEL POSTE	ARCILLA SUELTA ARENA SUELTA CAPAS DE ARCILLA Y ARENA	TIERRA COMUN	TEPETATE GRAVA ROCA DURA
7-600	130	110	100
9-450	130	110	100
9-550	140	120	100
11-500	150	140	120
11-700	190	170	150
12-750	210	190	170
13-600	190	170	150
14-700	210	190	170

1.- Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se considerará terreno blando

2 - Un terreno blando que se compacta con piedras de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento, se considerará terreno normal

3 - En áreas urbanas en que el poste está en banquetas encementadas se considerará como terreno duro

4.- Un terreno normal compactado con piedra de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento, se considera como terreno duro.

5.- En zonas con actividad sismica adicione 10 cm a la tabla anterior y si el terreno es blando proceda como se indica en el punto 2.

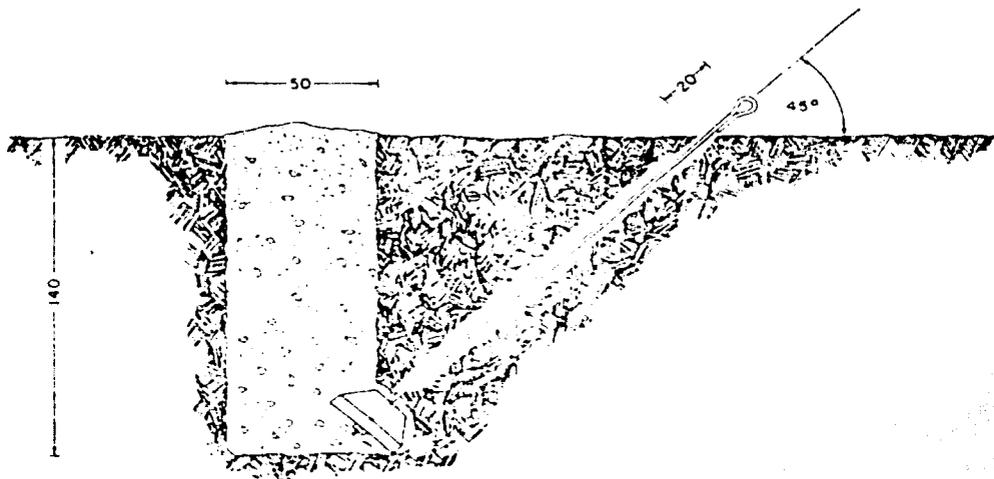
6.- En caso de que no se tenga la tabla, se podrá utilizar la siguiente norma:

$$\text{Profundidad en el empotramiento en terreno normal} = \frac{\text{Altura del poste (en cm)}}{10} + 50 \text{ cm.}$$

En líneas rurales con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior de la cepa.

CEPAS PARA ANCLAS

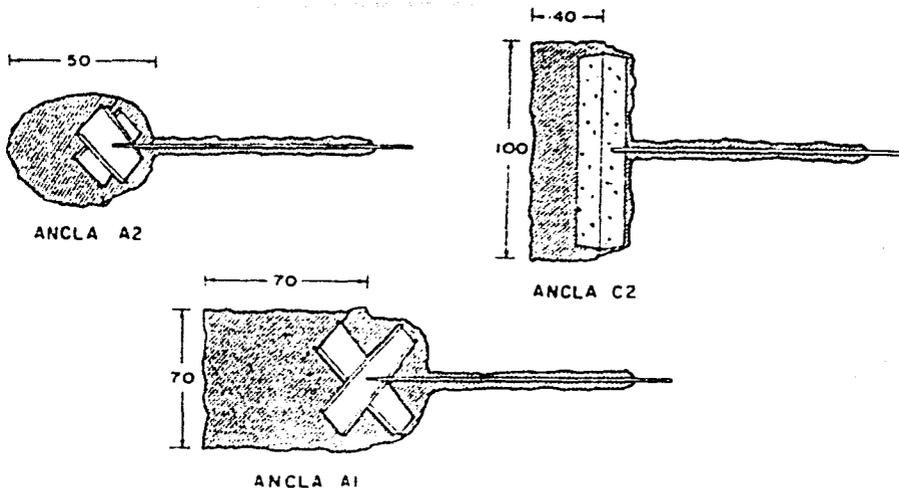
- 1.- La profundidad de las cepas será de 140 cm para que la inclinación del perno ancla con respecto a la horizontal del piso sea de 45° .
- 2.- El perno ancla deberá quedar 20 cm fuera del nivel del piso y se hará una zanja para que el perno ancla quede alineado al punto de sujeción del cable de retenida en la estructura



ANCLA C-3

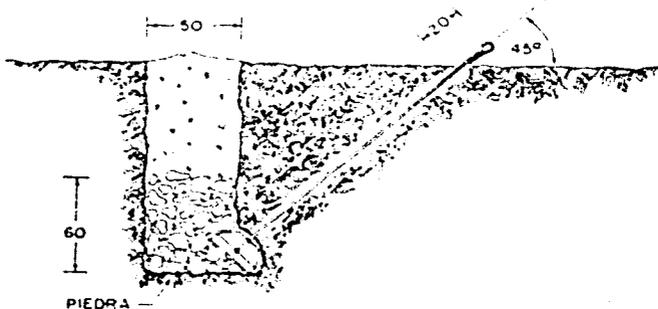
- 3.- Las anclas deberán quedar recargadas en la pared de la cepa.

4.- Las dimensiones de las cepas serán de acuerdo al tamaño de las anclas, más 10 cm de tolerancia para su acomodo.



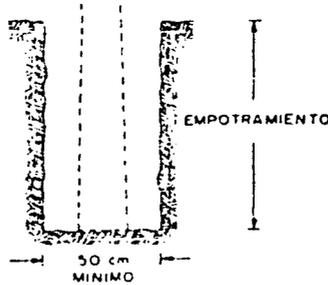
5.- El relleno de la cepa se hará con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm

6.- En terreno blando, el ancla se compactará entre piedras de 10 cm de diámetro que formen una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa

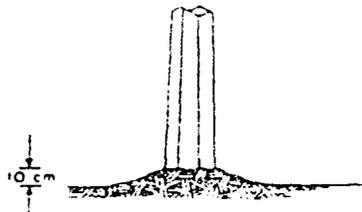


EMPOTRAMIENTO DE POSTES

La cepa para hincar un poste tendrá un diámetro mínimo de 50 cm y una profundidad en función del tipo de terreno. Verifique que la cepa este centrada en el eje de la línea.



- 1.- Inserte el poste en la cepa y céntrelo en la misma
- 2.- Gire el poste para que las caras con las marcas de sus características queden al lado del tránsito
- 3.- Con el material extraído, agregue una cantidad tal que forme una capa de 20 cm alrededor del poste y compacteelo
- 4.- Plomee el poste y continúe echando el material en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Compruebe la verticalidad del poste.
- 5.- En lugares donde exista banqueteta deberá quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso (aproximadamente de 10 cm) alrededor del poste.

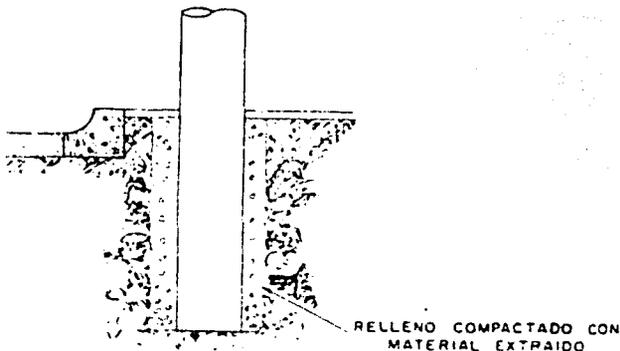


6.- Cuando se utilice piedra en el empotramiento se deberá añadir agregados finos (tierra o arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación.

7.- En terreno blando sobreponga el poste en una base de piedra de 30 cm de espesor.

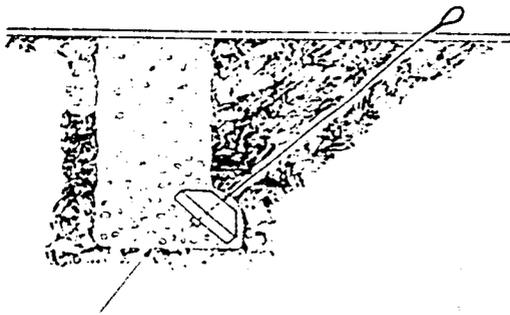
CEPAS EN BANQUETA

Antes de hacer una cepa en área urbanizada, compruebe que no afecte ductos de agua, gas, drenaje o teléfono, independientemente de que al excavarla tenga cuidado de no dañarlos.



Cuando la cepa se tenga que hacer sobre la banqueta, procure afectarla lo menos posible. Posteriormente deberá repararse a su estado original, así como, cuando se retire algún poste

Cuando quite una retenida, nunca deje el perno ancla que sobresalga del suelo; córtelo enseguida o en su caso desatornilleo



RELLENO COMPACTADO CON
MATERIAL EXTRAIDO

II.3 CIMENTACIONES

Cimentaciones de postes de concreto sin retenida.

Se utiliza éste empotramiento en pequeños ángulos donde no se puede instalar una retenida al piso en terreno normal o blando.

Cortar una cruceta PR200 a 80 cm.

Provéase de piedras de 10 a 15 cm de diámetro.

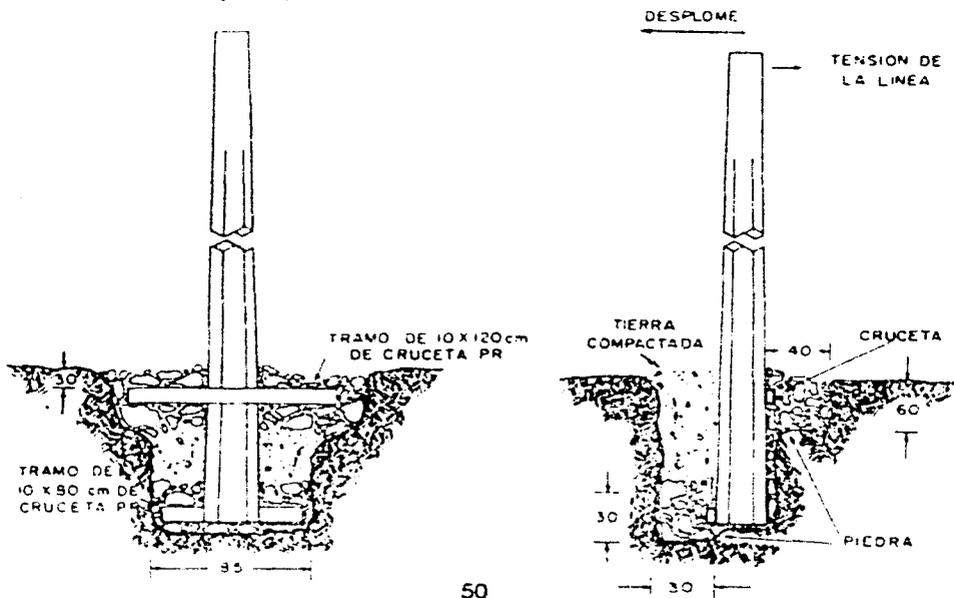
Apoye el tramo de cruceta de 80 cm en la base del poste; entierre el tramo de 20 a 30 cm abajo del nivel del piso, del lado opuesto del anterior.

Las crucetas quedarán perpendiculares a la fuerza resultante de la línea.

Hinque el poste pegado a la pared de la cepa del lado de la tensión.

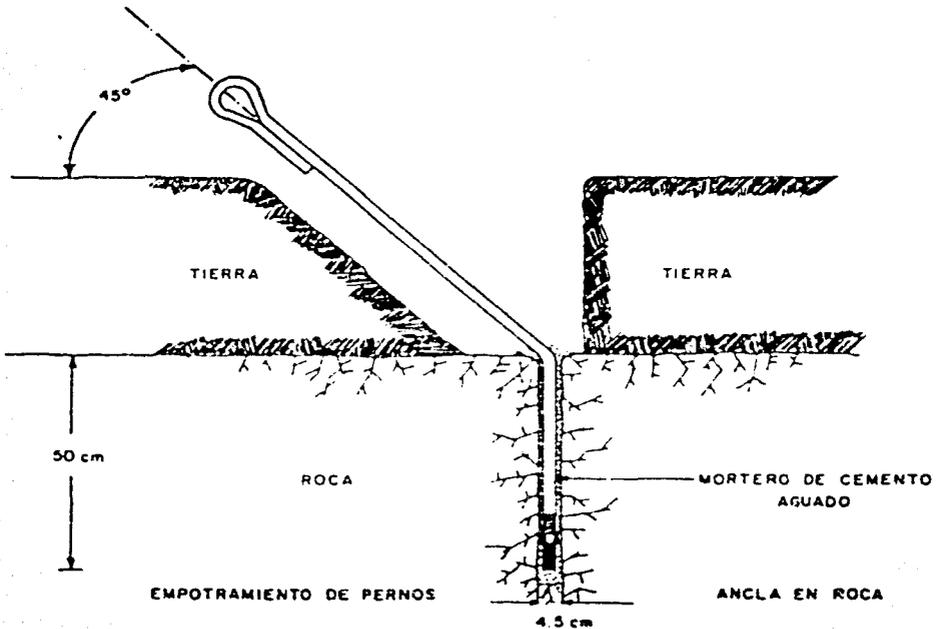
Desplome el poste 3 cm por metro de longitud del mismo en sentido contrario a la tensión de los conductores

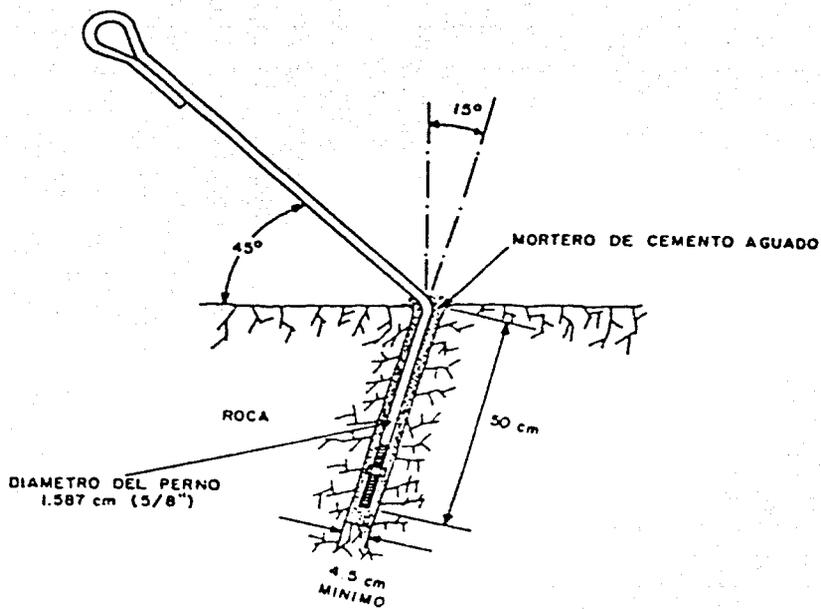
Acomode la piedra y compáctela fuertemente hacia el piso y paredes de la cepa; rellene con tierra y compáctela.



CIMENTACION DE ANCLA EN ROCA

Después de hacer la perforación con cincel y marro o perforadora neumática o mecánica doble el perno y aplique una capa de pintura anticorrosiva de aluminio. Llene la perforación con mortero de cemento aguado (cemento y arena fina). Inserte el perno con tuerca previamente doblado. Posteriormente rellene el orificio dejando un pequeño montículo en la superficie para compensar el acomodo del mortero o del perno





CIMENTACION DE POSTES DE ACERO

El empotramiento de los postes de acero siempre estará determinado por la distancia de la base al centro del refuerzo del poste.

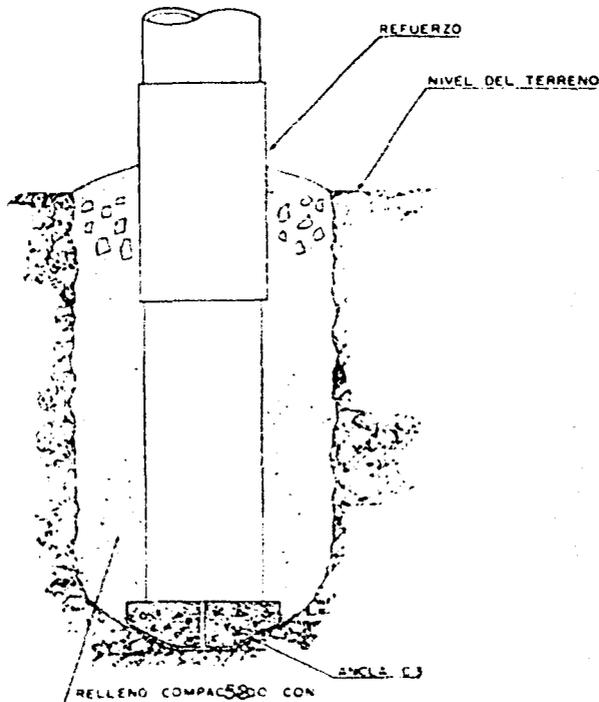
En el caso de terreno rocoso se podrá cortar la base del tubo a un máximo de 50 cm.

El centro del refuerzo debe quedar a nivel de piso.

En caso de que el terreno sea muy húmedo o salitroso, cubra la parte del poste que quedará empotrada con impermeabilizante y envuelva toda esa sección con mantas de yute previamente impregnadas con el mismo impermeabilizante.

Cuando el terreno no sea rocoso y no exista una base firme, use una ancla cónica de concreto

No use éste tipo de poste cuando el nivel freático sea de 2 m ó menos.



CEPAS PARA POSTES DE MADERA

TIPOS DE SUELO			
BLANDO	NORMAL	DURO	ROCOSO
ARCILLA SUELTA	ARCILLA FIRME Y SECA	GRAVA GRUESA Y COMPACTA.	ROCA SEMIDURA. ROCA DURA
ARCILLA HUMEDA	LIMO FIRME Y SECO	PIEDRA ESTRATIFICADA	
ARENA SUELTA	ARENA FINA.	ARCILLA	
HUMEDA ARCILLA	SECA Y FIRME	ROCA BLANDA.	
SECA MEZCLADA	ARENA GRUESA	GRAVA Y ARENA.	
CON ARENA FINA	COMPACTA	BIEN LIGADAS	
CAPAS DE	GRAVA	TIERRA	
ARCILLA	CONSISTENTE Y COMPACTA	ENDURECIDA	
Y ARENA	TIERRA COMUN	PIZARRA DURA	
	TIERRA DE LABOR		

LONGITUD DEL POSTE (metros)	CLASE DE POSTE															
	1y2	3y4	5y6	7	1y2	3y4	5y6	7	1y2	3y4	5y6	7	1y2	3y4	5y6	7
7.62(25')	2.45	2.15	1.85	1.55	2.00	1.85	1.55	1.40	1.70	1.55	1.40	1.25	1.40	1.25	1.10	1.10
9.14(30')	2.60	2.30	2.00	1.70	2.15	1.85	1.70	1.55	1.85	1.70	1.55	1.40	1.55	1.40	1.25	1.10
10.67(35')	2.75	2.45	2.15	1.85	2.30	2.00	1.70	1.55	2.00	1.85	1.55	1.40	1.70	1.55	1.40	1.10
12.19(40')	2.9	2.60	2.15	1.85	2.45	2.15	1.85	1.55	2.15	1.85	1.55	1.40	1.70	1.55	1.40	1.10
13.72(45')	2.90	2.60	2.30	2.00	2.45	2.15	1.85	1.55	2.15	1.85	1.70	1.55	1.55	1.40	1.25	1.10
15.24(50')	3.05	2.75	2.45	2.00	2.45	2.30	2.00	1.70	2.15	2.00	1.85	1.55	1.85	1.70	1.55	1.25
16.76(55')	3.20	2.75	2.45	2.00	2.60	2.30	2.00	1.70	2.15	2.00	1.85	1.55	1.85	1.70	1.55	1.25
18.28(60')	3.20	2.75	2.45	2.00	2.75	2.45	2.15	1.85	2.30	2.00	1.85	1.55	2.00	1.85	1.55	1.25
19.81(65')	3.35	2.90	2.60	2.30	2.75	2.45	2.15	1.85	2.30	2.15	1.85	1.55	2.00	1.85	1.55	1.25
21.34(70')	3.35	3.05	2.75	2.30	2.90	2.60	2.30	2.00	2.45	2.15	1.85	1.55	2.15	1.85	1.55	1.25

NOTA

Los postes instalados en puntos de fuerzas desbalanceadas deben inclinarse un poco en dirección contraria a la fuerza resultante

CIMENTACION DE POSTES DE MADERA SIN RETENIDA

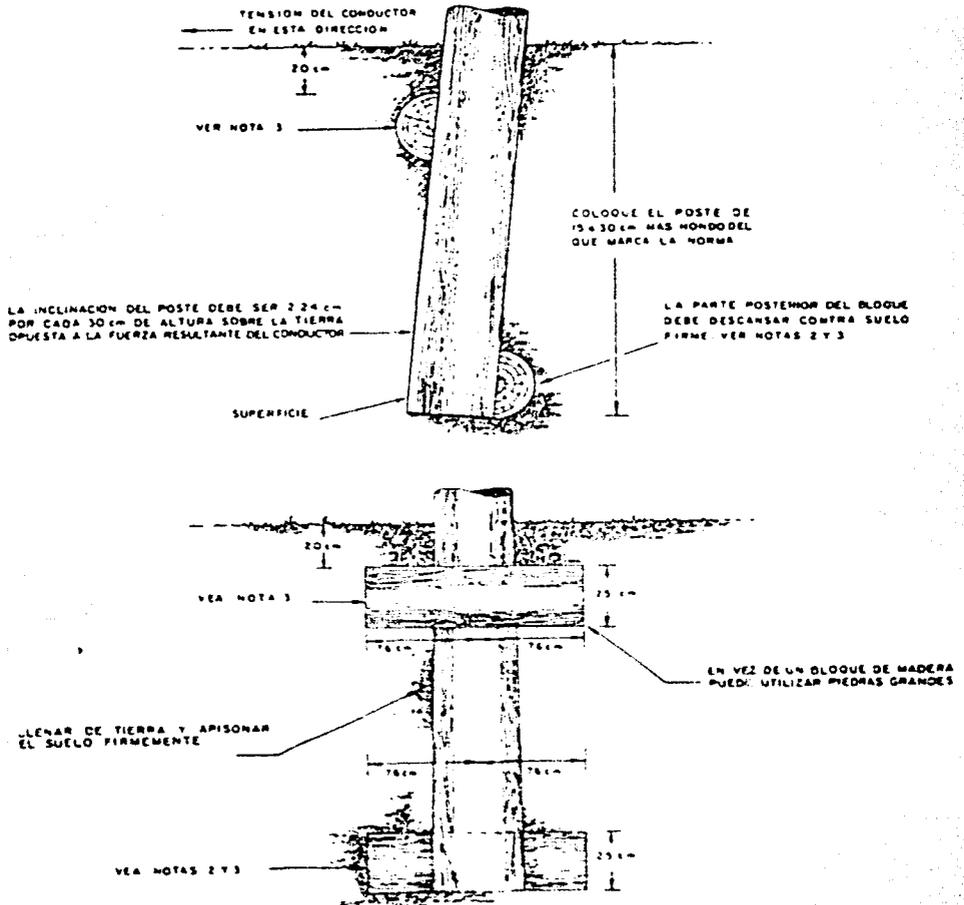
NOTAS

1 - Se bloqueará el poste sólo donde las condiciones prohíben el uso de retenidas para soportar la fuerza desbalanceada de los conductores aplicada 15 cm abajo de la punta del poste

2 - Instalar un bloque inferior solamente en caso de que el piso sea demasiado blando

3.- Se toma una sección de un poste de madera de 152 cm de longitud con un diámetro mínimo de 25 cm partiéndolo longitudinalmente por la mitad y se sumerge por 48 horas en creosota.

4.- La fuerza máxima aplicada en la punta del poste no debe exceder el 20% de la carga de ruptura del poste.

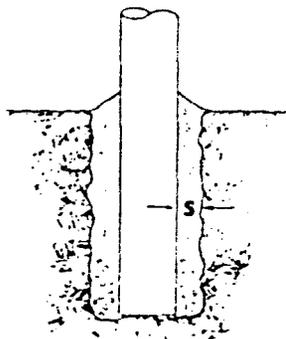


COMPACTACION DE CEPAS

El poste deberá quedar al centro de la cepa.

La separación del poste a la pared de la cepa debe permitir la entrada libre del pisón y de la piedra que se adicione. El tamaño de esta última debe ser cuando mucho, de la mitad de la distancia S indicada en el dibujo.

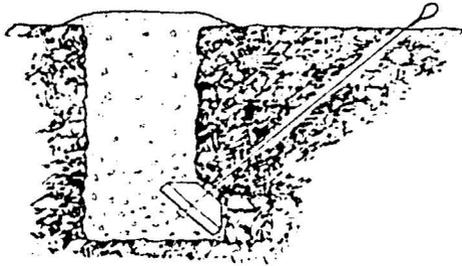
Se debe efectuar una compactación en cada capa de 20 cm de material para relleno de la cepa uniformemente alrededor del poste. Cuando se usen piedras, se debe considerar que entre ellas se formen huecos que deben quedar bien rellenos de tierra o arena.



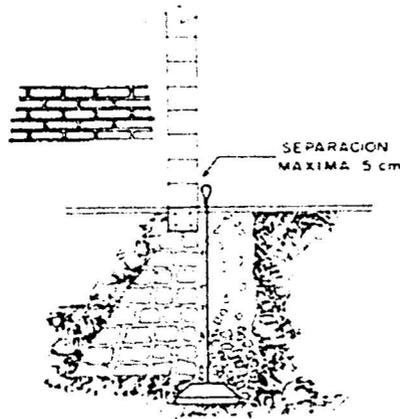
La cepa para ancla debe tener una cavidad para recargarla en terreno firme. Se debe hacer una ranura para que el perno ancla quede con el ángulo requerido por la retenida

En condiciones normales, el relleno para la cepa del ancla no requiere de otros materiales diferentes al extraído para su compactación

Al finalizar el relleno de una cepa, deje una pequeña sobre elevación de material (debidamente compactado), que servirá para evitar encharcamiento y para que después de tiempo, el terreno quede en su nivel original



La compactación de cepas para retenidas de banqueta debe contar con piedras revueltas con la tierra extraída, apisonando fuertemente. El perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cepa. Las cepas de ancla para retenida de banqueta se deben cavar a partir de la colindancia del paramento con la banqueta, con una distancia máxima entre esta y la retenida de 5 cm. En terrenos blandos utilice una base de piedra de aproximadamente 20 cm de espesor.



II.4 PROTECCIONES

Protección a terceros y sus bienes

Durante las actividades de construcción de líneas en áreas urbanas es necesario tomar precauciones adicionales a las del trabajo para proteger a terceros o a sus bienes, por lo que invariablemente el área de trabajo se debe acordonar, en especial áreas con intenso tráfico o flujo de peatones.

Al trabajar sobre una estructura es necesario acordonar el área de trabajo para evitar riesgos a transeúntes

Cuando se hincquen postes se delimitará el área de trabajo evitando en especial la proximidad de menores de edad

Cuando se tiendan conductores se instalarán avisos de precaución para orientar al peatón y se extremarán las medidas de seguridad con los vehículos para evitar enganches con la línea

Las cepas abiertas se deberán cubrir con tarimas o tapas de carretes cuando no se instale de inmediato el poste o ancla

Los entorches del cable de acero o los remates preformados que se utilicen para sujetarse al perno ancla, deberán estar bien enrollados sobre el cable de retenida sin dejar puntas sueltas que pudieran rasgar o enganchar a los peatones.

Se debe cortar todo perno ancla que no tenga uso para que no sobresalga del nivel del piso

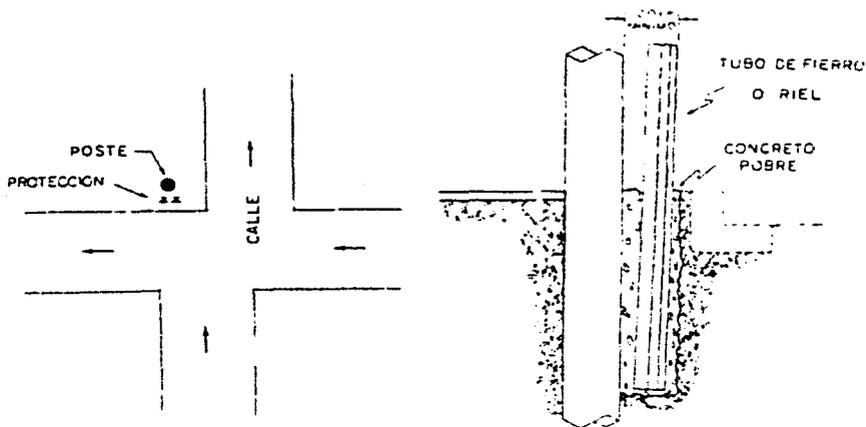
Los controles manuales de cuchillas de operación en grupo invariablemente estarán asegurados con candados de norma

Se deberá recoger toda la padecería de conductores por pequeña que resulte y entregarla al almacén

Una vez terminado el trabajo, deberá quedar limpio el lugar

PROTECCION A POSTES

Se utilizan protectores de postes en aquellos puntos en que las condiciones de tránsito de vehículos sean riesgosas para las instalaciones sea por alta velocidad, por dificultad de giro o en donde se tengan antecedentes al respecto, en especial se deberán proteger las líneas troncales.



Existen dos tipos de protecciones:

a) Protección con riel - Un tramo de 2 m de riel se empotra 1 20 m con un vaciado de concreto pobre. Se inclinará un poco en sentido contrario al tráfico. Posteriormente se pinta con pintura anticorrosiva con franjas diagonales (a 45°) de pintura negra y amarilla alternadamente. Utilice un mínimo de dos rieles separados 50 cm.

b) Tubo de hierro cédula 40 de 7 5 cm de diámetro, de 2 m de largo se empotra 1 20 m con un vaciado de concreto pobre tanto en la cepa como en el tubo. Se coloca y pinta de la misma forma que el riel.

Separar el poste del cordón un mínimo de 20 cm.

CAPITULO III

Tipos de herrajes, la combinación y la sujeción de éstos para una línea de distribución.

III.1 Selección y ensamble de herrajes

Los herrajes que se utilizan en la construcción de líneas aéreas con postería de concreto, dependerá de que las estructuras sean: De paso, de remate, etc. Lo principal será que se considerarán sus medidas en función del nivel de fijación del poste

Se deben prearmar en el piso, al pie del poste el mayor número de herrajes posibles para facilitar el trabajo al liniero, cuando está sobre el poste.

Para subir herrajes al poste debe usarse mandadera con gancho. Esta maniobra debe hacerse con seguridad para evitar accidentes, por lo que los herrajes deben sujetarse correcta y firmemente a la mandadera y teniendo cuidado de que no se enganche con otros elementos fijados al poste

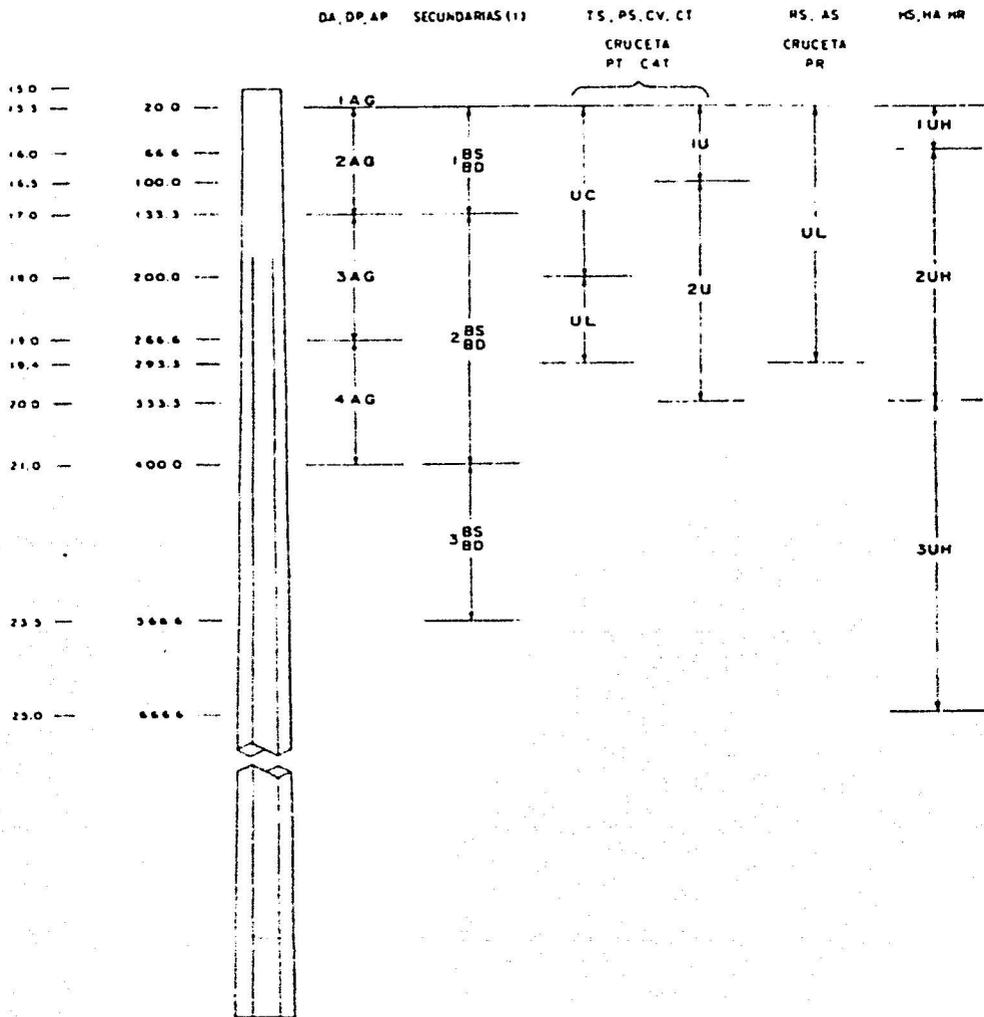
La alineación de los herrajes con respecto al poste y a la línea son básicos para una óptima operación y presentación estética. Antes de apretar las tuercas compruebe la indicación anterior. Antes de bajar del poste debe comprobar que las chavetas estén bien ajustadas y que todas las tuercas cuenten con las placas y arandelas de presión.

El planear el trabajo y comprobar sus resultados es la base para optimizar la operación y mantenimiento de las líneas de distribución.

El uso de guantes protectores es obligatorio para estos trabajos. Todos los pernos deben sobresalir de su tuerca cuando menos 2.5 cm (1").

SELECCION DE ABRAZADERAS EN POSTES DE CONCRETO

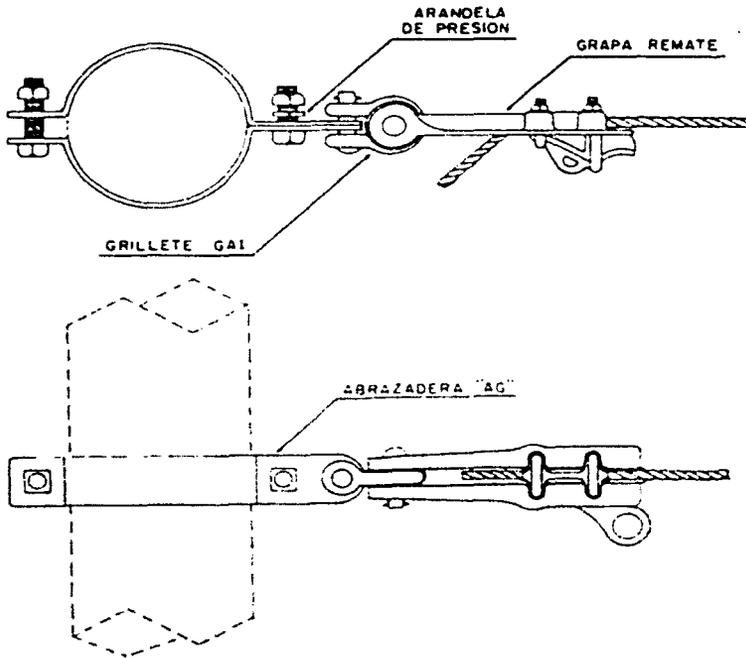
DIAMETRO DEL POSTE (en cm)	DISTANCIA DE LA PARTE SUPERIOR DEL POSTE A LA ABRAZADERA (en cm)	RANGO DE APLICACION DE LA ABRAZADERA EN ESTRUCTURAS TIPO
----------------------------	--	--



(1) ESTAS ABRAZADERAS TAMBIEN SE UTILIZAN PARA NUDO NEUTRO O GUARD.

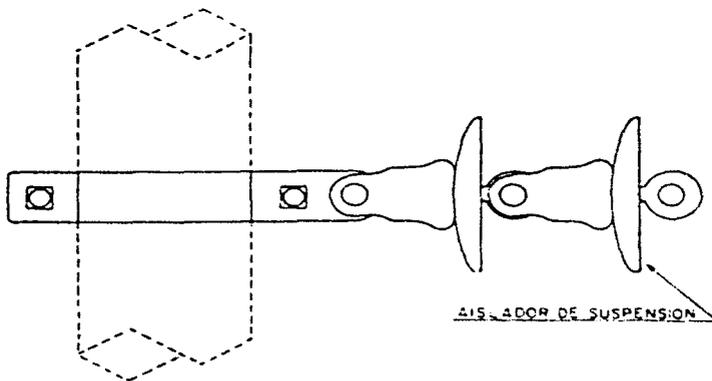
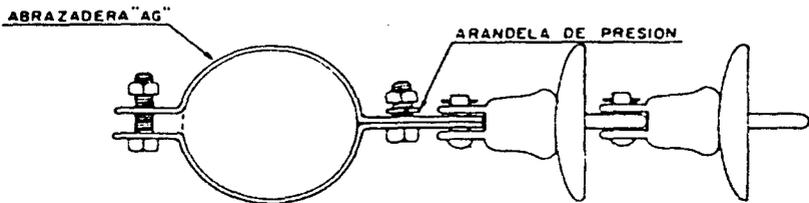
ABRAZADERA "AG" CON GRAPA DE REMATE

- Aplicación: Para remate de conductor neutro o hilo de guarda en estructura tipo "DA", "AP" o de anclaje.
- Las placas de la abrazadera donde se instale el grillete deberán apretarse primero y estar a tope antes de apretar el otro tornillo.
- No olvide instalar las chavetas.
- No olvide instalar la arandela de presión para apretar las placas de la abrazadera
- Este ensamble se utiliza cuando se requiere pasar los puentes del neutro en forma horizontal
- El grillete tiene como función desfasar 90° la grapa remate.



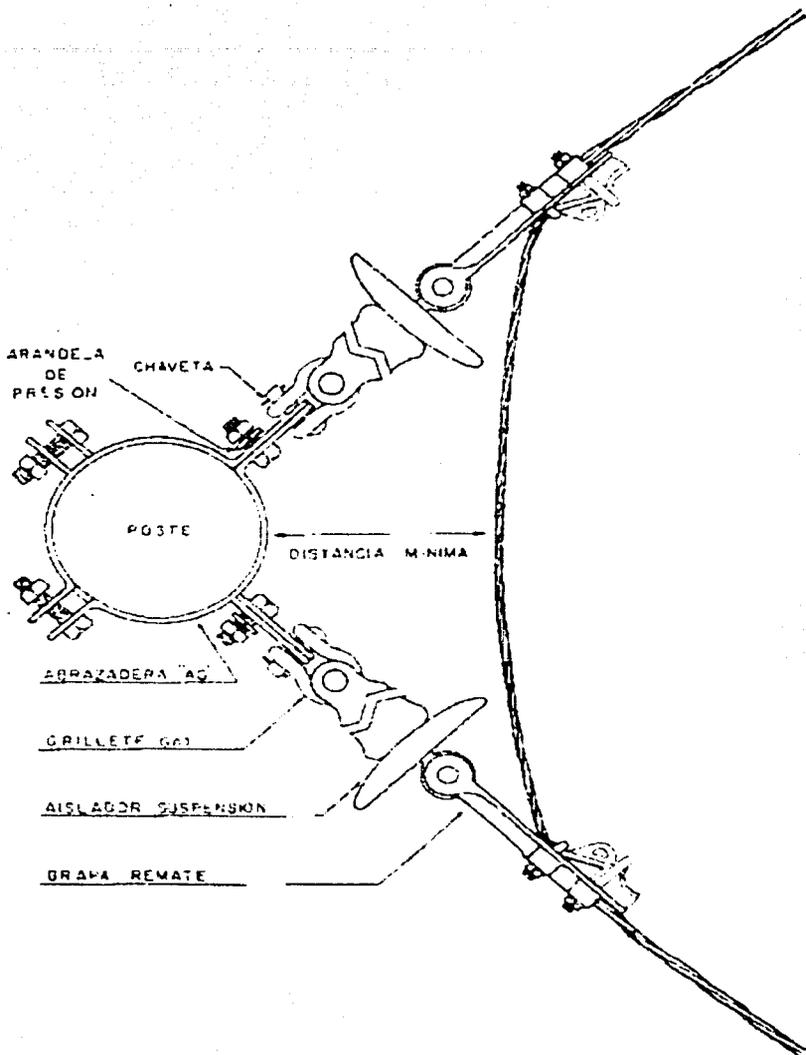
ABRAZADERA "AG" Y AISLADOR DE SUSPENSION

- Seleccionar el diámetro de la abrazadera.
- Apriete la tuerca del lado de los aisladores y posteriormente la tuerca exterior.
- Las chavetas de los aisladores son de seguridad, no improvise con alambres.
- No olvide instalar la arandela de presión



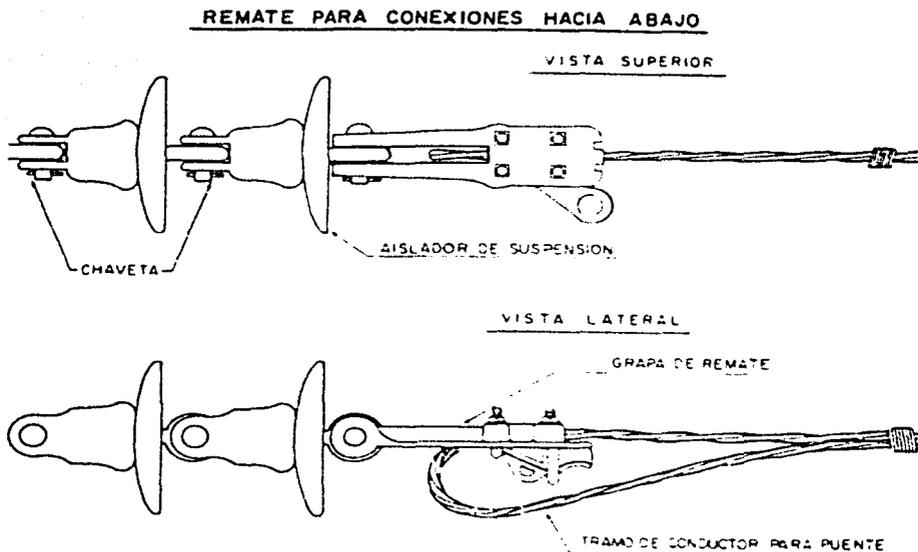
ABRAZADERAS "AG", GRILLETES GA1 Y AISLADOR DE SUSPENSION

- Seleccionar la abrazadera. Sujete la abrazadera apretando primero la tuerca del lado del grillete hasta que se junten las placas de la abrazadera, luego el otro tornillo que estará ya roscado a la mitad.
- No olvide instalar las chavetas de seguridad. No improvise con alambres.
- Antes de bajar del poste compruebe el apriete de todas las tuercas.
- Para evitar el uso de conectadores en el puente, remate un conductor del mismo nivel; forme el puente y sujete el cable a la otra grapa; posteriormente tense la línea en la otra estructura de remate. El puente deberá quedar lo más rígido posible.



AISLADOR DE SUSPENSION Y GRAPA REMATE.

La posición de la grapa dependerá de que la conexión sea por arriba o hacia abajo. Si la conexión es hacia abajo la posición de la grapa es como se ilustra en el siguiente dibujo:



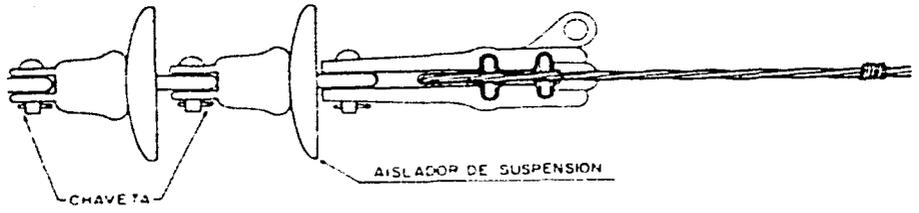
Cuando se requiera conexión lateral, utilice grillete GA1 para girar la grapa 90°.

En estructuras de remate o anclaje siempre deje punta suficiente del conductor para su posterior conexión

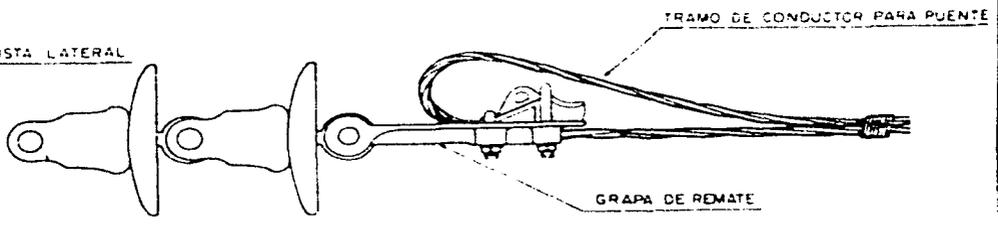
Si la conexión es hacia arriba, la posición de la grapa remate es como se muestra en el siguiente dibujo:

REMATE PARA CONEXIONES HACIA ARRIBA

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



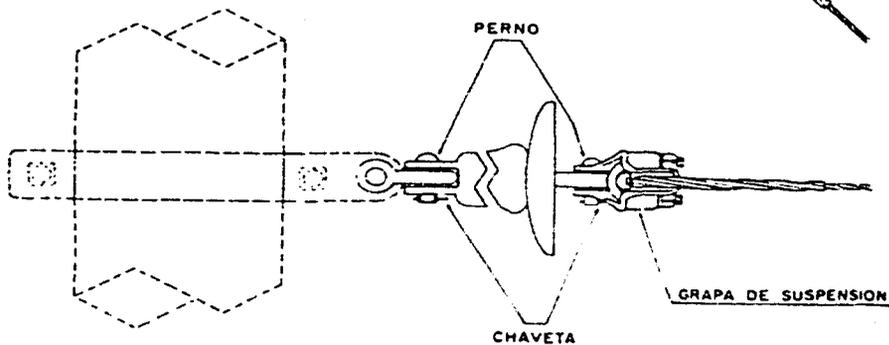
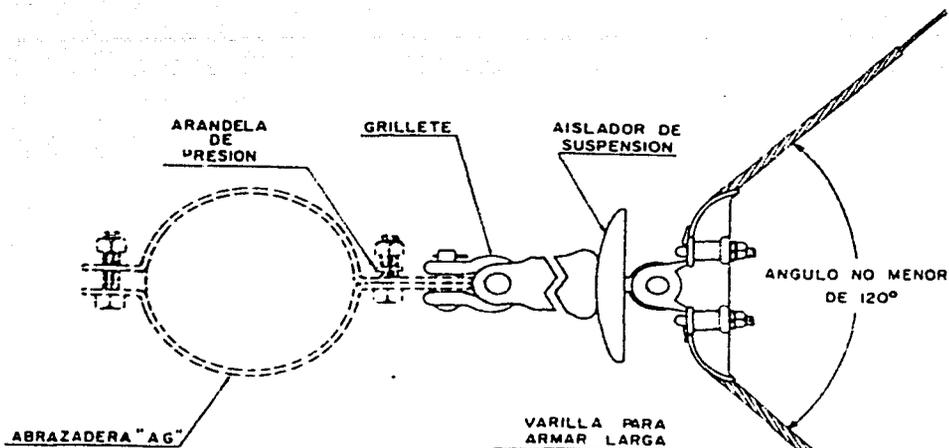
Si es estructura de anclaje, los puentes van por arriba de la cruceta apoyados en aisladores de alfiler

Antes de bajar del poste compruebe que la punta para el puente quedo bien sujeta al conductor rematado. Verifique el apriete de las tuercas de la grapa remate.

GRILLETE GA1, AISLADOR Y GRAPA DE SUSPENSION.

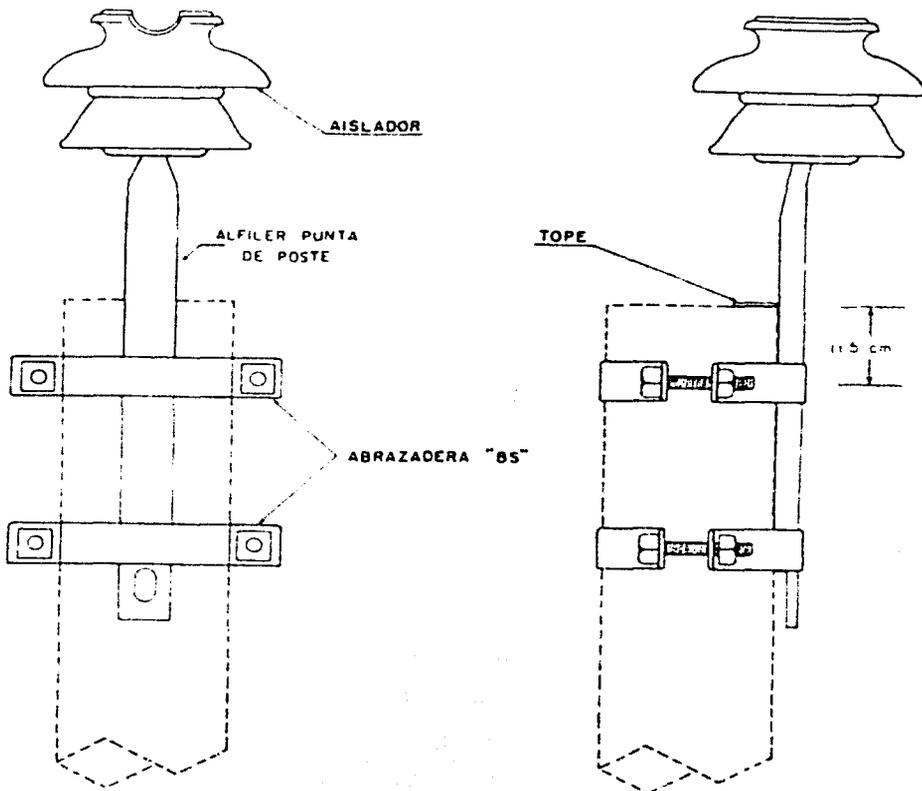
La abrazadera tendrá la dirección de la bisectriz del ángulo del conductor. La longitud del preformado deberá quedar equidistante a ambos lados de la grapa de suspensión. Inserte el perno por la parte superior para que la chaveta quede abajo. No olvide instalar las chavetas de seguridad.

Para tensar el conductor utilice patesca sujeta al poste de la deflexión. Una vez dada la tensión requerida y para soltar el conductor de la patesca, utilice un tensor y un montacargas a cada lado del ángulo y jale el conductor hasta que se pueda instalar en la grapa, dejándola centrada en la varilla preformada.



ALFILER PUNTA DE POSTE, AISLADOR Y ABRAZADERA "BS"

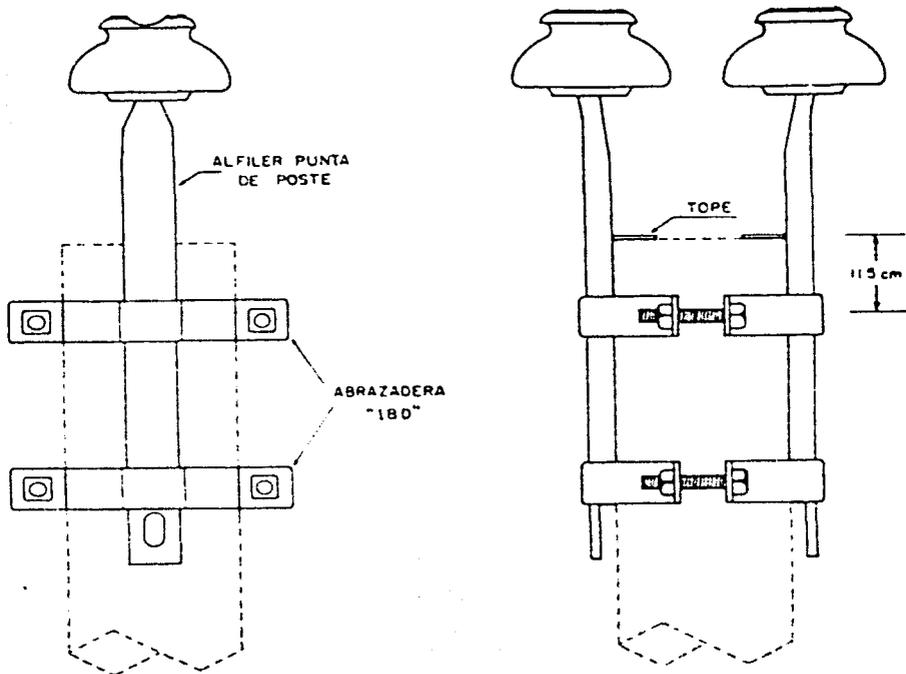
Fije la abrazadera "BS" superior al centro de la perforación superior del alfiler. Coloque la abrazadera inferior al filo del apoyo inferior del alfiler al poste. Rosque el aislador hasta el momento en que se sienta que apriete, alinee con el conductor y dejese ahí. (No se debe apretar totalmente y luego aflojar para alinear). Cuando exista ángulo en los conductores fije el puntaposte del lado contrario a la resultante de la tensión del conductor



ALFILERES DE PUNTA DE POSTE, AISLADORES Y ABRAZADERAS "BD".

Antes de apretar las abrazaderas, verifique que el tope del alfiler esté pegado al poste. Coloque la abrazadera inferior al filo del apoyo inferior del alfiler al poste.

Al fijar el aislador, ajústelo hasta que la ranura quede en dirección de los conductores. En caso de existir ángulo en la línea, la alineación de los alfileres de punta de poste debe quedar perpendicular a la bisectriz del ángulo.



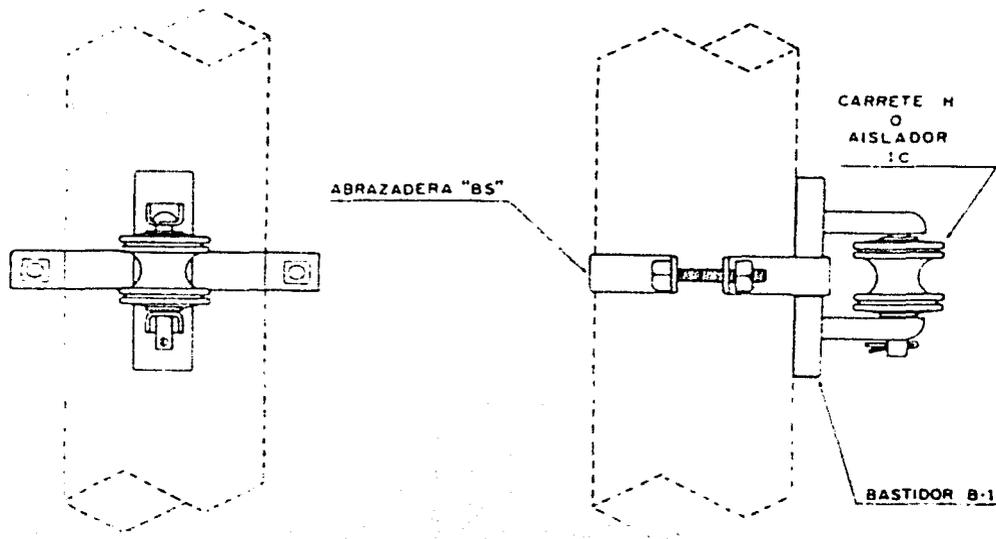
BASTIDOR B1 EN ABRAZADERA "BS".

El bastidor y la abrazadera deben quedar perpendiculares entre sí y ésta última al poste.

El ajuste de los tornillos de la abrazadera deberán doblar ligeramente las "orejas" de la misma para que los esfuerzos mecánicos no la aflojen.

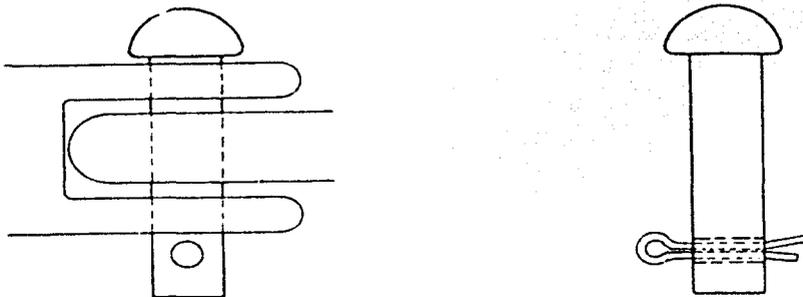
El perno del bastidor deberá tener la chaveta de seguridad en la parte inferior.

Para bastidores en ambos lados del poste, instale abrazadera "BD" para hilo neutro o de guarda instale carrete H de hierro galvanizado.

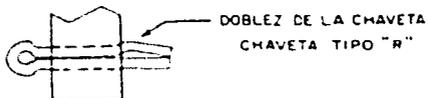


PERNOS Y CHAVETAS

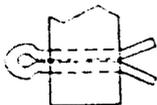
Si el perno queda instalado verticalmente, insertelo por la parte superior para que la chaveta quede abajo.



La chaveta de presión (acerada) debe pasar el dobléz del inserto.



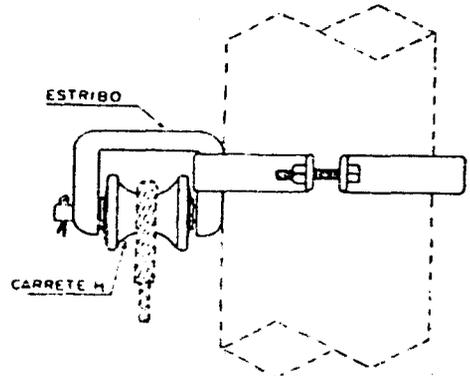
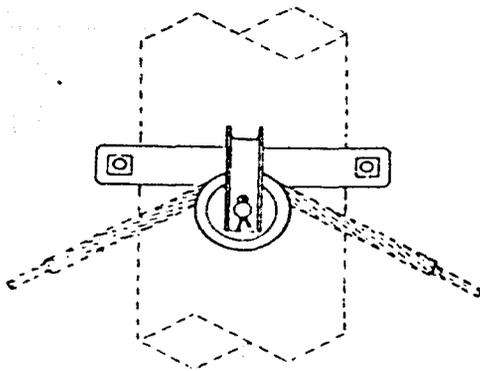
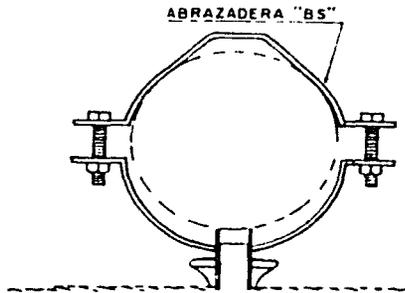
La chaveta que no tenga dobléz, debe abrirse en sus extremos para evitar que se saiga del perno.



Si el perno queda instalado horizontalmente, la chaveta se debe insertar por la parte superior. No improvise con alambres.

ABRAZADERA "BS", ESTRIBO Y CARRETE H.

- Este ensamble se utiliza en ángulos verticales mayores a los de diseño o en líneas rurales donde existan fuertes vientos.
- Inserte el estribo en el lado circular de la abrazadera.
- Fije la abrazadera, alíne el estribo y apriete las tuercas.
- Para conductores de ACSR instale varilla para armar corta en el apoyo del carrete. El preformado debe quedar al centro del carrete.



FIJACION DE BAYONETA P.

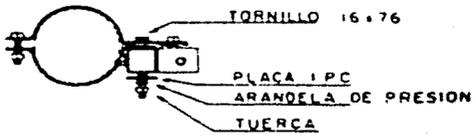
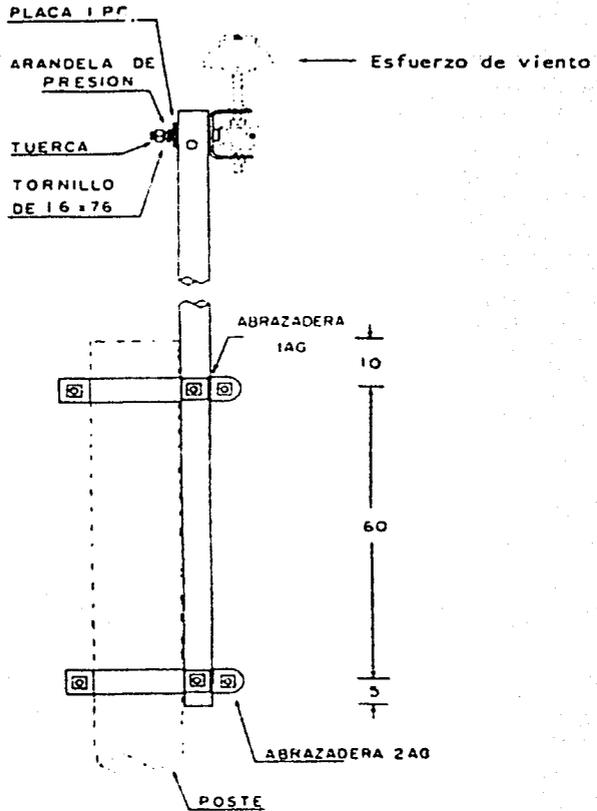
Este herraje permite instalar un aislador de alfiler o un carrete metálico H para hilo de guarda.

Instalando la bayoneta P, se puede aumentar el libramiento a piso de líneas construidas en áreas rurales y con ello aumentar el tramo interpostal.

La resistencia mecánica de la bayoneta está coordinada con la resistencia del alfiler 1A.

La bayoneta P se debe colocar del lado donde predominen los esfuerzos del viento.

En caso de portar hilo de guarda, conecte la bajante de tierra a la bayoneta en la tuerca inferior.

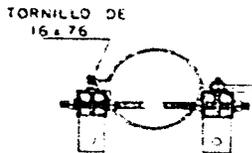
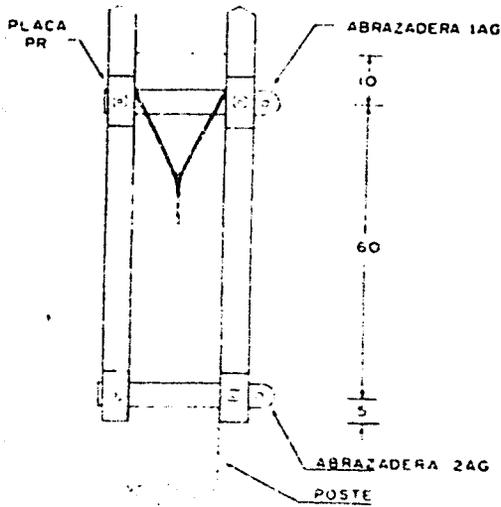
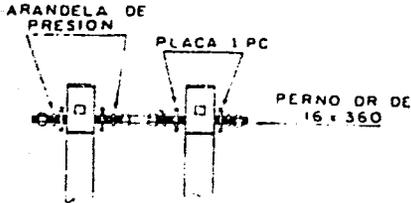


La bayoneta P se puede utilizar para deflexiones de línea utilizando dos bayonetas como se muestra en el dibujo.

En el caso de deflexiones, la retenida se instala en la punta del poste sobre la abrazadera superior. Si se utiliza en estructuras de tempestad, utilice doble retenida

Para instalar aisladores de 33 kV, con el perno doble rosca ajuste la separación de la bayoneta para dar espacio suficiente a los aisladores que deben separarse cuando menos 1 cm.

Este ensamble no se debe utilizar para rematar conductores.

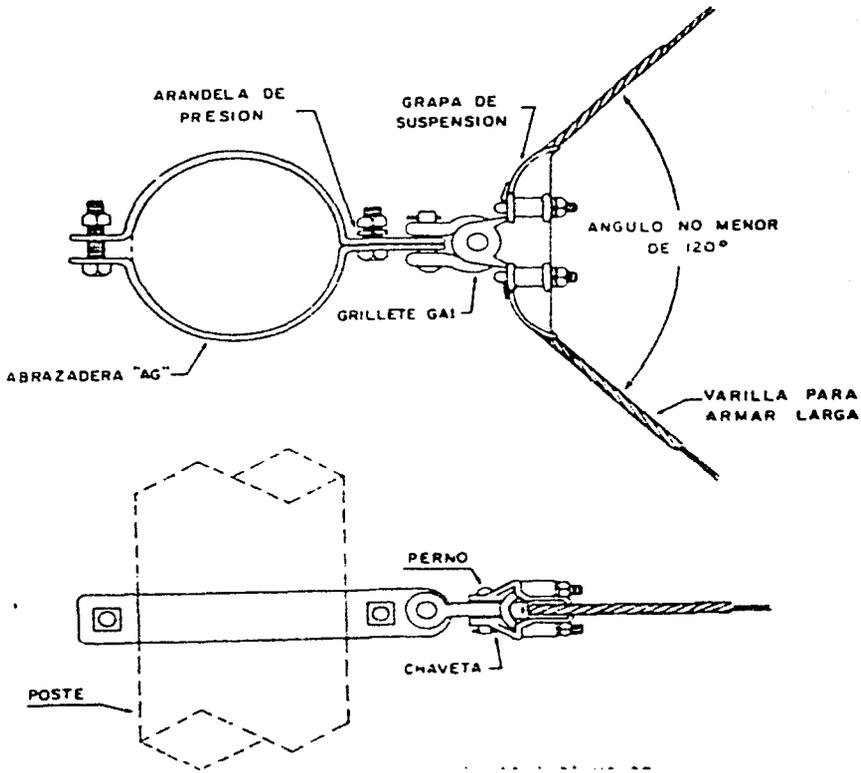


ABRAZADERA "AG" Y GRAPA DE SUSPENSION (PARA NEUTRO)

- La abrazadera deberá quedar en dirección de la bisectriz del ángulo que formará el conductor.

- Para tensar el conductor utilice patesca sujeta al poste de la deflexión, una vez dada la tensión requerida y para soltar el conductor de la patesca, utilice un tensor y un montacargas a cada lado del ángulo y jale el conductor hasta que se pueda instalar en la grapa, dejándola centrada en la varilla preformada.

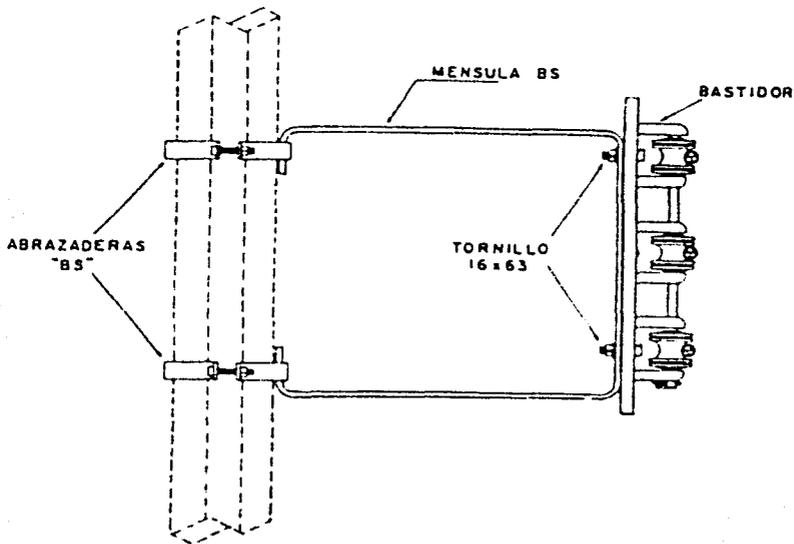
- No olvide instalar todas las arandelas de presión.



FIJACION DE MENSULA PARA BASTIDOR

Utilice este herraje para dar separación de las líneas secundarias con respecto a edificios. También sirve para separar las líneas secundarias del equipo eléctrico en el poste (principalmente transformadores), en donde se requiera mantener la altura de la línea secundaria en ese punto con respecto al nivel de los postes adyacentes.

- Seleccionar las abrazadera "BS" en función de la altura de sujeción al poste.
- Fije la mensula en la parte redondeada de la abrazadera "BS".
- De preferencia utilice la mensula sólo para sostener líneas de paso, en caso de tener que rematar alguna línea en la mensula sólo se deben rematar conductores ligeros y en sentido longitudinal a la mensula

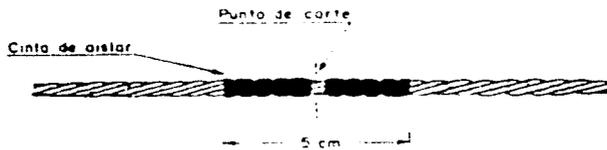


III.2 Ensamble de retenidas

La retenida es un elemento mecánico que compensa la tensión de los conductores. El cable que se utiliza en las retenidas es de acero galvanizado o de acero recubierto con cobre soldado (ACS)

Al trabajar con retenidas se debe tener presente los siguientes puntos:

- 1.- En todos los trabajos es obligatorio el uso de guantes de carnaza de puño largo.
- 2.- Al manejar el cable para retenida, tener presente que es acerado y rígido, por lo que las puntas deben manejarse con cuidado para evitar accidentes.
- 3.- Al desenrollar el cable evite la formación de cocas
- 4.- Para cortar el cable y evitar que se desflore, asegure el punto de corte con cinta de aislar de algodón en una longitud de 5 cm y con tres capas de cinta. Con la segueta o cizalla corte al centro del encintado, sujete firmemente ambos extremos para que al finalizar el corte el cable no chicotee

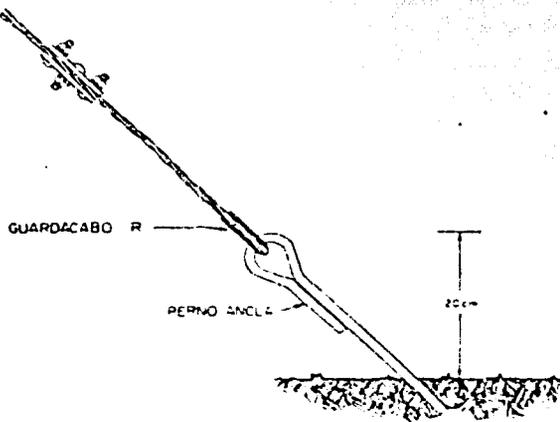


5 - En el piso, moldee el cable a la forma del punto de sujeción, ya sea poste, aislador, guardacabo etc

6 - En el aislador tipo "R" los puntos de fijación deben ser rígidos por lo que el cable de acero debe quedar bien adherido a las ranuras, para completar lo anterior, con otro alambre acerado entorche el cable tan próximo como sea posible el aislador



7.- Vigile que el guardacabo quede perfectamente centrado en el perno ancla con respecto a la línea de acción del cable de retenida así como, que quede bien instalado en el guardacabo.



8 - Tense las retenidas hasta que el poste ceda un poco, para que una vez que se instalen y tensen los conductores, el poste quede vertical

9 - Para evitar accidentes a trabajadores o transeúntes, fije las puntas de los hilos del cable alrededor de este en forma de entorche. Ninguna punta debe sobresalir.

10 - Verifique que todas las tuercas de las grapas GP1 queden bien apretadas.

11 - En áreas urbanas, instale protector para el cable

12 - Normalmente se instalara entorche en los remates del cable de retenida, pudiendose usar preformados de remate PA y remate PRA

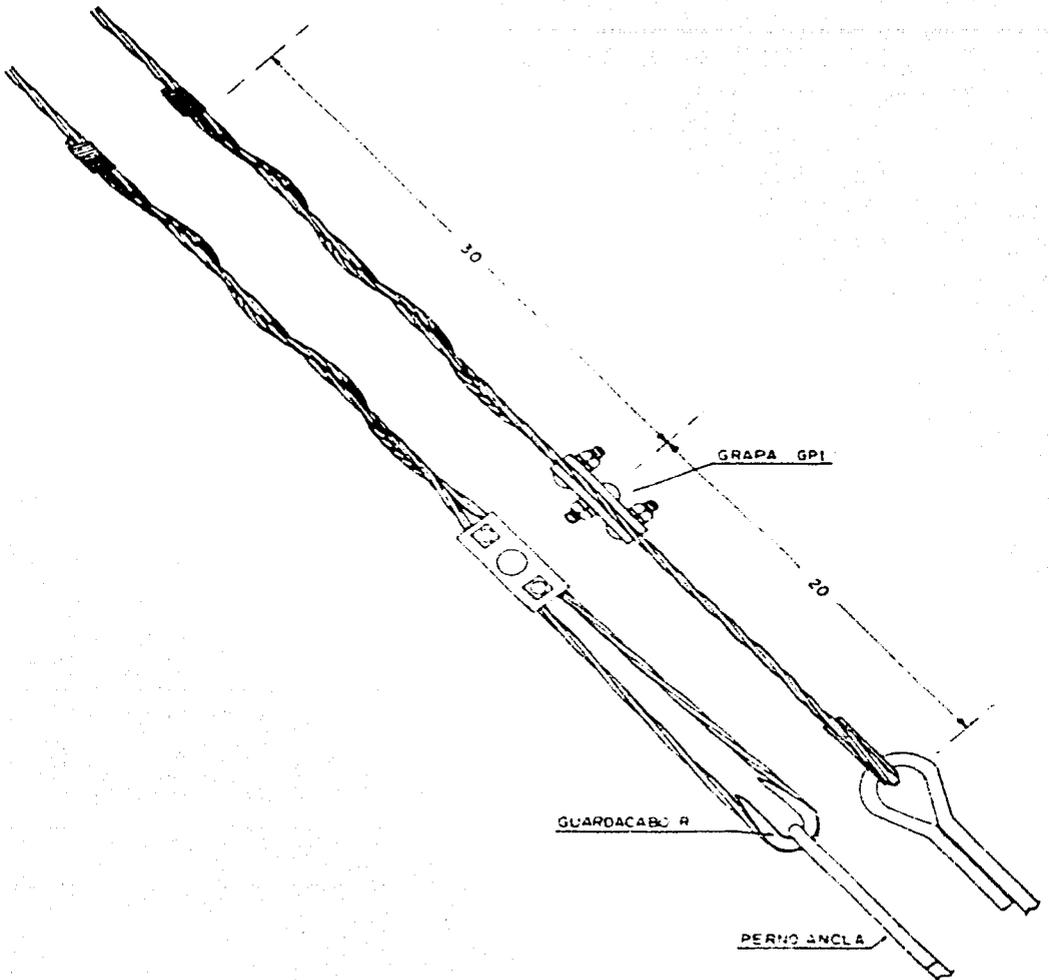
13 - Cuando se requiera volver a tensar una retenida, substituya el preformado (en su caso)

14 - Se puede optar por instalar en la parte superior el remate PRA y en la base de grapa de ranura paralela (en especial con el cable AG 3/8)

15 - En retenida para líneas secundarias utilice el ancla A2 y conecte el neutro a la retenida

SUJECION DE CABLE DE RETENIDA EN PERNO ANCLA

Inserte el cable por el ojo del perno, jale manualmente e instale el guardacabo; coloque los tensores y con el montacargas de la tensión al cable. Fije la grapa GP1 y apriete fuertemente, suelte el montacargas y los tensores. Al tensar mantenga el guardacabo en su sitio. Corte el sobrante del cable dejando un hilo de 10 cm más largo; enrolle la punta del alambre en el cable ya tenso. No deje puntas que puedan rasgar a los transeúntes



- Seleccione el remate PA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar.
- Para tensar el cable de la retenida coloque el dispositivo para enganchar el montacargas fuera del ojo del perno ancla.
- Después de tensar el cable de retenida y colocar el remate PA sobre el cable, corte el extremo del mismo dejando la punta como se muestra en el dibujo.
- En lugares donde exista vandalismo instale grapas especiales en el extremo superior del preformado
- Se recomienda que los remate preformados no se remuevan más de dos veces durante la construcción porque se desprende el abrasivo.
- Después de estar operando las instalaciones y existe la necesidad de retirar el remate, deberá substituirse por otro nuevo debido a que con el tiempo se degrada el adhesivo y al retirarse se pierde el abrasivo

CABLE DE
ACERO
O
ACS

REMATE
PREFORMADO

GUARDACABO R

PERNO ANCLA

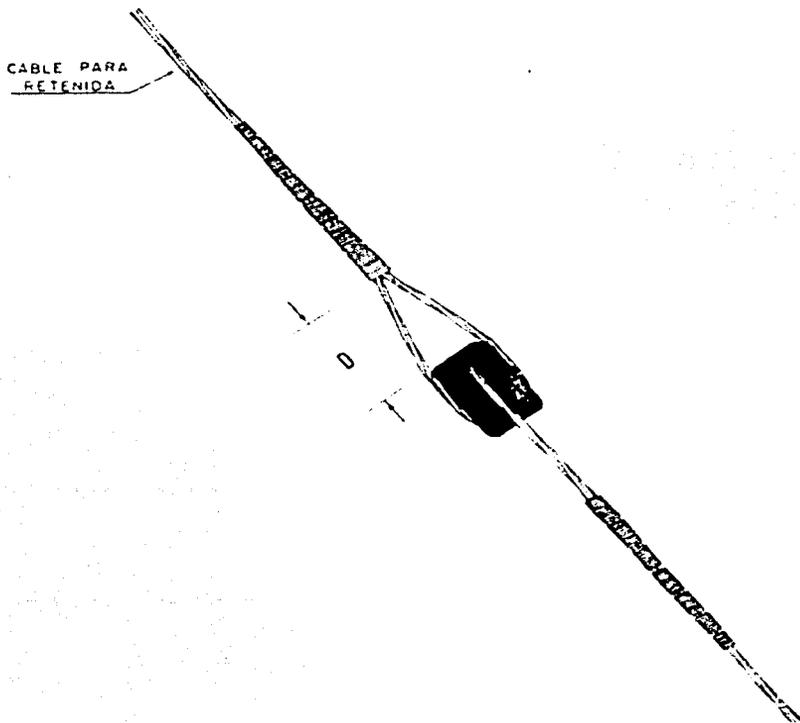
SUJECION DEL CABLE EN AISLADOR "R".

Instale aislador 3R hasta 23 kV y 4R para 33 kV.

La distancia "D" debe ser igual a la longitud del aislador.

Inserte el cable en la perforación, dejando que sobresalga 60 cm del orificio del aislador. Doble la punta hasta alinearla completamente con el cable, forzando el doblez para que el cable asiente en las ranuras del aislador.

Destrence un hilo del cable y enróllelo sobre el cable de manera que el hilo quede completamente unido. Suelte otro hilo y repita la operación, hasta terminar con todos los hilos. Deje todas las puntas completamente unidas al cable, el aislador debe trabajar a compresión, el aislador debe quedar con la punta blanca (sin acabado horneado) hacia el piso.



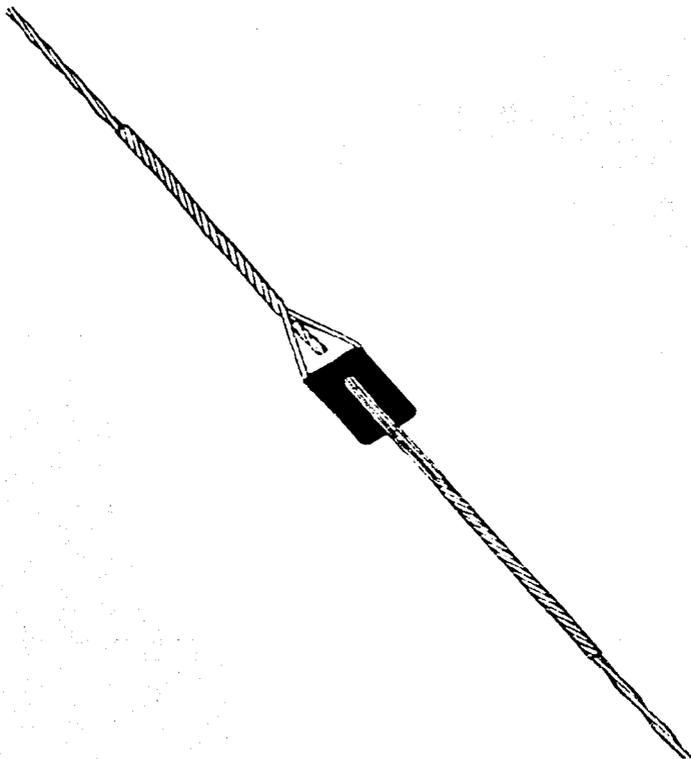
Seleccionar los remates PA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar.

En el piso se deberá cortar el tramo del cable que se sujetará a la estructura, de tal forma que el aislador "R" quede a una altura del piso aproximadamente de tres metros

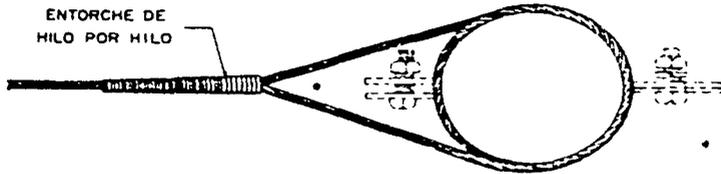
Inserte los remates PA en los orificios de los aisladores de tal forma que la porcelana del aislador trabaje a compresión.

Acomode los remates en toda su longitud sobre el cable, dejando que sobresalga el extremo de los cables 25 mm de la gaza que forman los remates.

El aislador deberá quedar con la parte blanca (sin acabado homeado) hacia el piso.

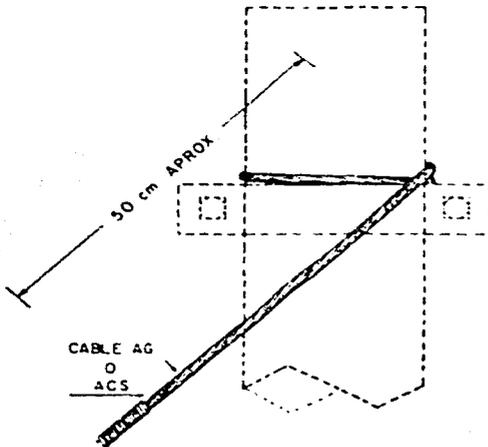


SUJECION DE CABLE DE RETENIDA EN ABRAZADERA



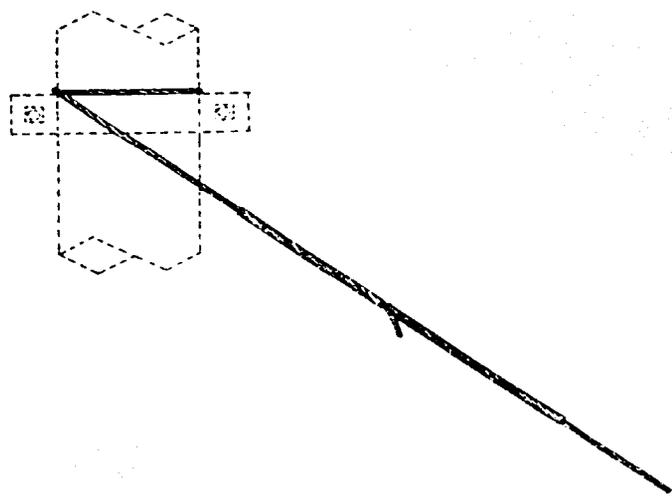
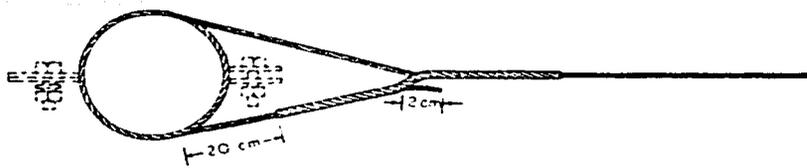
Preforme con dos vueltas el cable de retenida en forma circular y ligeramente mayor al diámetro del poste, doble las puntas de las vueltas para que queden paralelas y facilite el entorche.

En caso de varios niveles de herrajes, instale primero las retenidas del nivel inferior ensartando las retenidas por arriba del poste



SUJECION DE RETENIDA CON REMATE PRA.

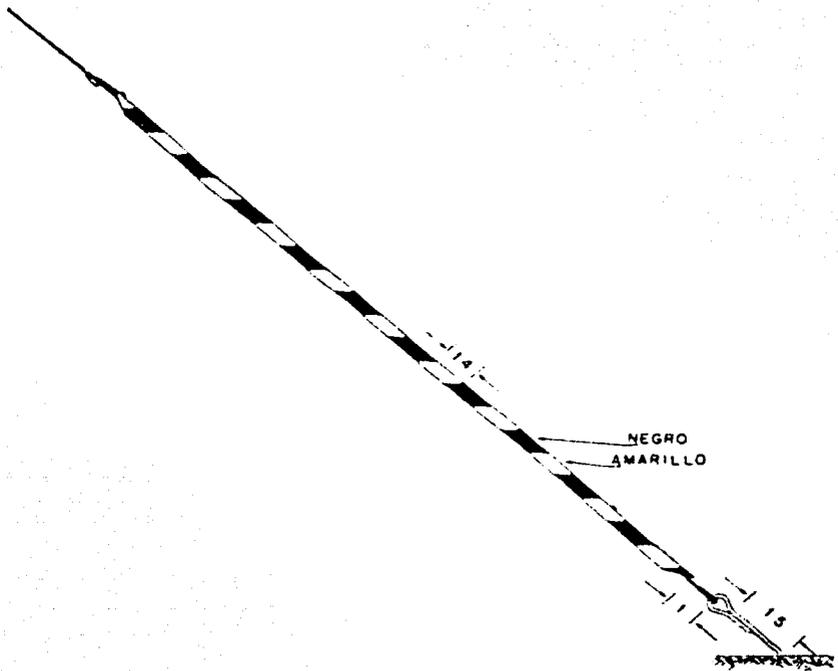
- Se selecciona el remate PRA de acuerdo al diámetro del cable a utilizar.
- En el piso se preforma el cable con dos vueltas de diámetro ligeramente superior al diámetro del poste donde irá sujeto el cable.
- Deje un extremo del cable de una longitud de 22 cm más la longitud de una de las mitades del remate
- Para evitar deslizamiento del cable, enlázelo al poste soportándolo en el herraje.
- Envuelva el extremo del cable antes indicado con el remate PRA iniciando del centro hacia el extremo, dejando una colilla de 2 cm fuera de las varillas de dicho remate
- Tense manualmente el cable de retenida y proceda a envolverla con la otra mitad del remate, partiendo del centro hacia afuera.
- Todas las varillas del remate PRA deberán quedar acomodadas sobre el cable de retenida hasta sus extremos
- Proceda a tensar la retenida
- Se recomienda que los remates preformados no se remuevan más de dos veces durante la construcción porque se desprende el abrasivo.
- Después de estar operando las instalaciones y si existe la necesidad de remover el remate, deba sustituirse por otro nuevo debido a que con el tiempo se degrada el adhesivo y al retirarse se pierde el abrasivo



PROTECTOR PARA CABLE DE RETENIDA



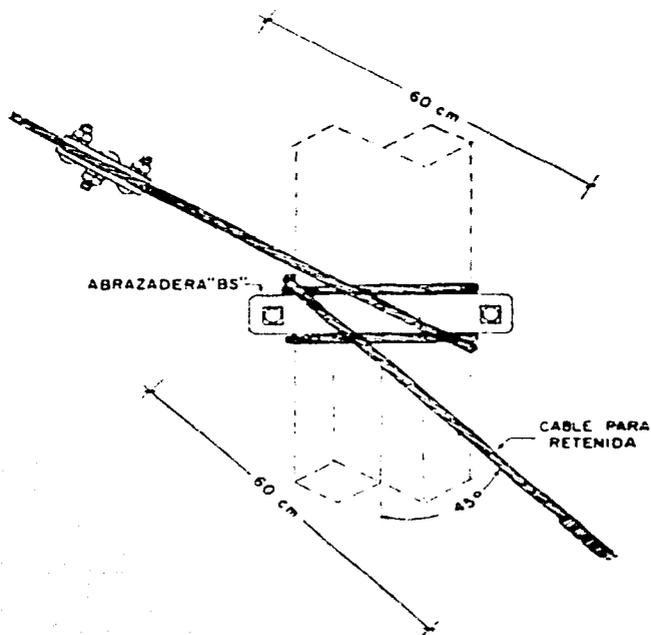
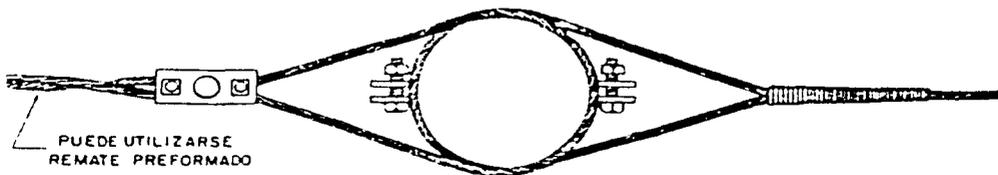
- Afloje la tuerca de la grapa del protector
- Con el protector en posición casi horizontal, enganchelo al cable y coloquelo de tal manera que el extremo inferior quede aproximadamente a 1 cm del ojo del perno ancla. Fije el cable a la grapa del protector apretando firmemente la tuerca.
- En caso de no estar pintado, pintelo con dos capas de pintura de esmalte de color negro que se adhiera bien al galvanizado. Una vez que seque, marque franjas de 12 cm con pintura de esmalte amarillo (2 capas). Use cinta adhesiva de papel para marcar las franjas amarillas.
- El protector para retenidas se instala en áreas urbanas para proteger a los peatones y/o en cualquier sitio donde se presente el peligro de daño a la retenida por vehículos.



SUJECION DE CABLES DE RETENIDA EN ESTACA

- En este ensamble se efectuará en la estaca o poste cuando las condiciones urbanísticas o topográficas no permitan instalar retenida de ancla directamente al piso en estructuras de remate o anclaje.

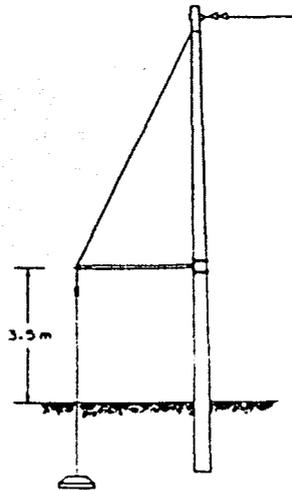
- La abrazadera sirve para evitar deslizamientos de los cables de retenida sobre el poste o estaca y facilitar la instalación.

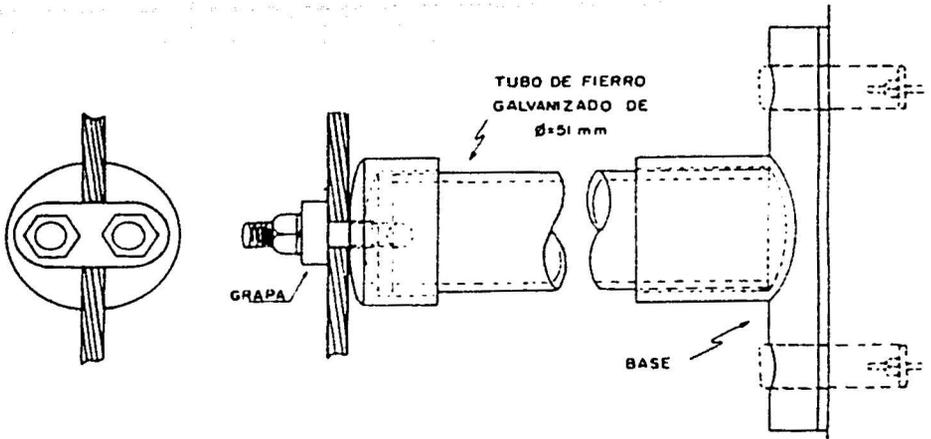


SUJECION DE RETENIDA DE BANQUETA

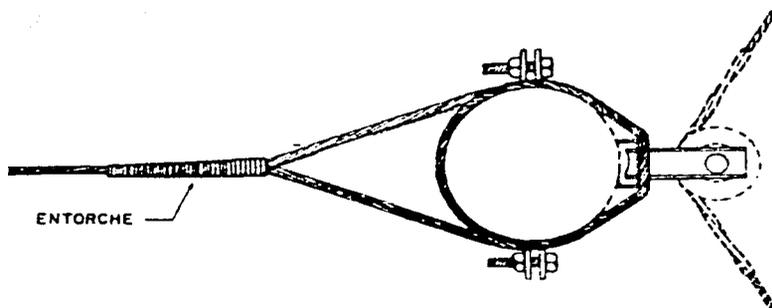
Sólo se utiliza para retener tramos flojos.

- Deje ligeramente inclinado el poste contrario a la tensión del conductor.
- La longitud del tubo de 51 mm debe ser igual a la distancia del poste al paramento o construcción.
- Instale el tubo a 3.5 m de altura ajustando la separación de las abrazaderas.
- Inserte el cable de la grapa "U" y el tubo en la base.
- El tubo deberá quedar horizontal.
- En caso de retenidas para líneas primaria instale el aislador "R" inmediatamente debajo del tubo.

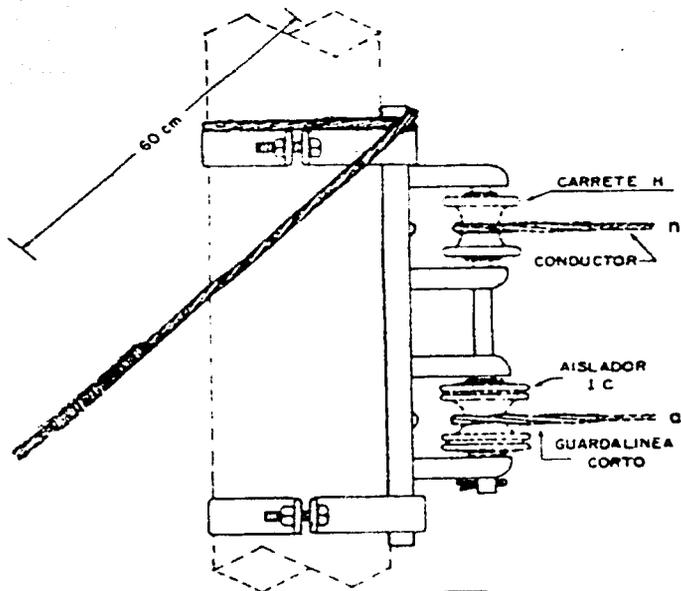




SUJECION DE CABLE DE RETENIDA EN BASTIDOR



- Sobreponga la retenida sobre el bastidor para que quede lazado.
- Apriete las tuercas de la abrazadera



CAPITULO IV

Tipos de conexiones de alambres y cables para líneas de transmisión

IV.1 Ensamble de conductores.

Para la fijación o conexión de conductores (cables o alambres), se deben tener presentes las siguientes observaciones generales:

- a) Las conexiones eléctricas deben superar o cuando menos igualar las características de conducción eléctrica del conductor.
- b) Si alguna conexión se hace inapropiadamente, originará puntos calientes.
- c) La sujeción de los conductores con amarres en los aisladores de paso, deben soportar las condiciones críticas de presión del viento de 39 kg/m^2 .
- d) Los remates deben resistir las condiciones de ruptura de un conductor.
- e) El conductor neutro se debe considerar como una fase para efectos de seguridad
- f) Los puentes deben ser rígidos a esfuerzos de viento y no deben estar sometidos a tensión mecánica
- g) Cualquier conexión eléctrica requiere la limpieza previa del conductor (lijar o raspar) momentos antes de su conexión, independientemente de si el material es cobre o aluminio (en especial este último)

Antes de instalar conectadores de cualquier tipo aplique una capa de grasa inhibidora

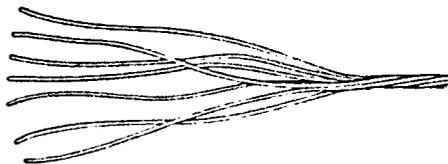
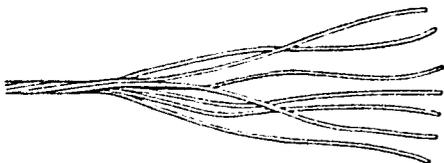
EMPALME ENTORCHADO DE CABLES.

Aplicación:

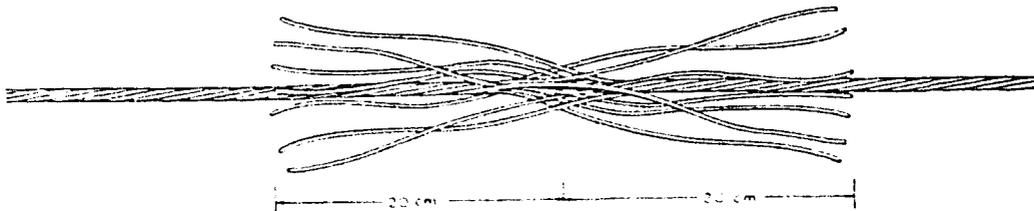
Para empalmar cables de cobre y de acero únicamente.

Empalme entorchado de cables es la unión de dos tramos de cable para trabajar mecánica y eléctricamente. Proceda como sigue:

Abra los torzales (hilos) del cable.



Acerque ambos cables hasta el tope, entrelazando los torzales uno a uno, y una longitudinalmente los hilos de un cable al otro cable.



Enrolle un torzal de un cable sobre la punta del otro y viceversa. Continúe la misma secuencia .



... hasta enrollar todos los torzales de cada lado

El número de enrollamientos por cabo es y gual al número de torzales del cable, es decir, si el cable es de 7 torzales, habrá 14 enrollamientos en total.

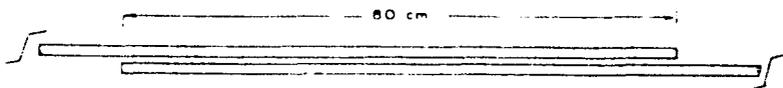


EMPALME ENTORCHADO DE ALAMBRES

Aplicación: Unión mecánica de alambres de cobre.

Empalme entorchado de alambres es la unión de dos tramos de alambre para trabajar mecánica y eléctricamente. Utilice llave de empalme y proceda como sigue.

Traslape las puntas de cada alambre 80 cm de cada lado.



Tuerza los alambres entre sí cinco vueltas dejándolos perfectamente unidos, sin dejar espacio entre ellos y fuertemente apretados.



Posteriormente, en los extremos enrolle cinco vueltas de cada punta sobre el alambre.



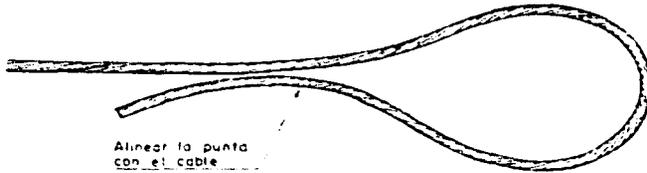
Enrolle perfectamente el extremo de ambas puntas del empalme sobre el alambre para que no queden salientes

IV.2 Remate de conductores

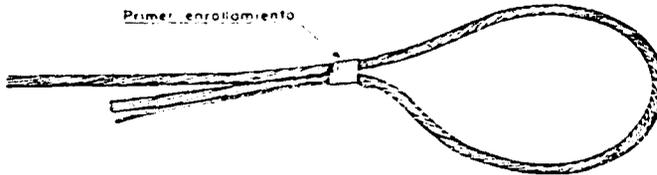
Remate entorchado de un cable

Para rematar cables de cobre, acero o ACS únicamente.

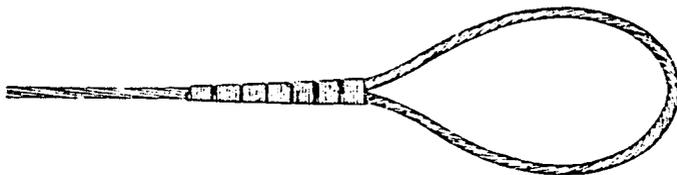
Remate entorchado de un cable es la unión de una punta del cable consigo mismo para lazarse en un apoyo y trabajar mecánicamente a la tensión. Cada hilo del cable se enrolla abrazando a los demás hilos de la punta del cable y al cable mismo. Moldee el cable a la forma del punto de sujeción. Poste, guardacabo, aislador, etc.



Una vez alineada la punta con el cable, destreñe el hilo exterior y se enrolla a los demás hilos de la punta y al cable simultáneamente

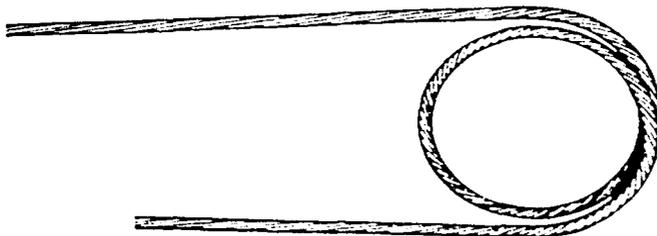


Destrence el siguiente hilo de la punta y enrollese como el anterior. Continúe con los demás hilos hasta terminar de enrollarlos. Enrolle perfectamente las puntas de cada hilo sobre el cable para que no se sobresalgan. El número de enrollamientos es igual al número de hilos del cable.

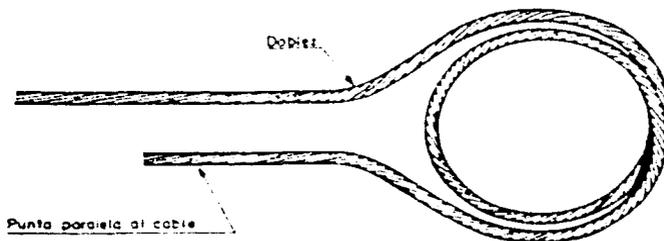


Para instalar el cable de retenida en un poste

a) En el piso, preforme el cable con dos vueltas de diámetro ligeramente superior al diámetro del poste en donde irá sujeto el cable



b) Haga los dobleces necesarios para que el cable y la punta del mismo queden paralelas y uno junto al otro



c) Entorche la punta sobre el cable conforme al procedimiento indicado anteriormente

REMATE ENTORCHADO DE UN ALAMBRE

Aplicación:

Para alambre semiduro de cobre.

Remate entorchado de alambre es la unión del alambre consigo mismo para lazarse en un apoyo y trabajar mecánicamente a la tensión.

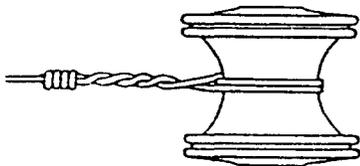
Procedimiento:

De dos vueltas al aislador o carrete H dejando 20 cm de punta. Tuerza cuatro veces los alambres entre sí, luego enrolle la punta cuatro veces sobre el alambre.

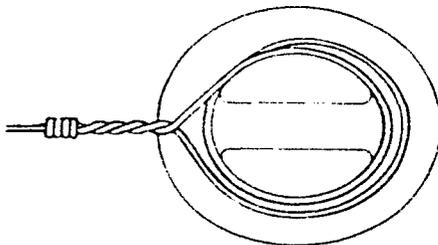
Para el caso del alambre No. 4 AWG semiduro, elimine una vuelta de cada enrollamiento.

Use llaves de empalmes para cobre.

AISLADOR IC O CARRETE H

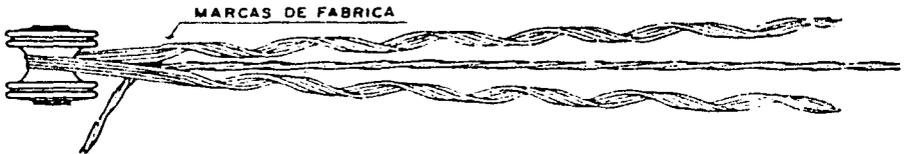


AISLADOR DE ALFILER

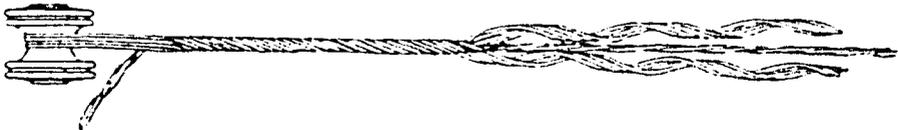


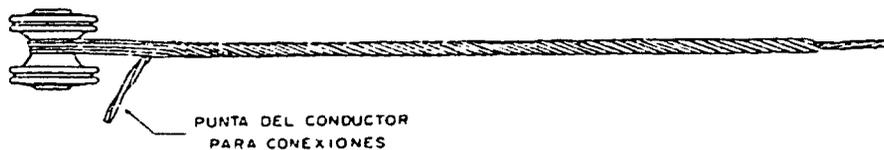
INSTALACION DE UN REMATE PREFORMADO.

- 1.- Seleccione el remate de acuerdo al calibre y tipo de cable (AAC o ACSR).
- 2.- Se utilizarán remates prefabricados para rematar conductores de líneas secundarias de AAC o ACSR.
- 3.- En el manejo y transporte de los prefabricados se debe cuidar que no pierdan su forma ni su abrasivo.
- 4.- Sujeción del conductor.
 - a) Antes de colocar el remate, prevea la longitud necesaria del conductor para los puentes o punta para conexión posterior.
 - b) Coloque el remate en el cuello del aislador 1C o carrete H.



- c) Inicie el acomodo de una de las "piernas" del remate sobre el conductor a partir de la marca de fábrica del propio remate, envolviendo las varillas hasta la mitad de su longitud
- d) Proceda a hacer coincidir las marcas del remate antes de iniciar la envoltura de la otra "pierna"
- e) Verifique la flecha del conductor antes de continuar. En caso necesario efectúe los ajustes requeridos
- f) Por último, termine de envolver en su totalidad las varillas del remate sobre el conductor, dejándolas bien acomodadas hasta sus extremos.





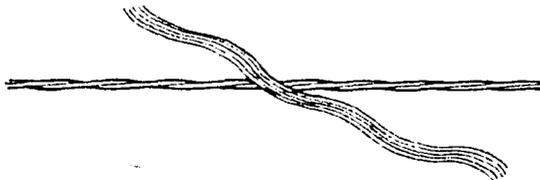
5.- Reemplazo de preformado

a) Después de estar operando la instalación y el conductor se tenga que tensar nuevamente, se debe cambiar el preformado.

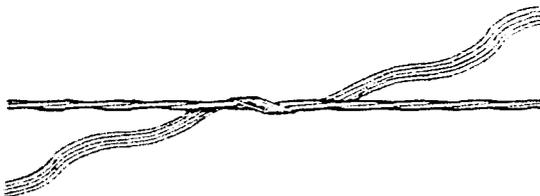
COLOCACION DE VARILLAS PROTECTORAS.

Colocación de varillas protectoras preformadas de todos los tipos.

1.- Centre la varilla protectora en el punto de sujeción (aislador o grapa de suspensión). Coloque sobre el conductor y en la misma dirección de los hilos del mismo, la mitad del número de varillas que forman el juego recomendado, comenzando en la marca pintada al centro de la varilla preformada.



2.- Enrolle las varillas alrededor del conductor con las manos moviéndose hacia los extremos en forma giratoria; la mano derecha hacia su cuerpo y la izquierda hacia afuera hasta completar únicamente tres vueltas a cada lado del punto de sujeción.



3.- Coloque las varillas restantes del juego sobre el conductor, adyacentes al primer grupo y tuerzalas en su lugar con movimiento similar al paso anterior.



4.- Sujete todas las varillas y con el mismo movimiento continúe el torcido hasta terminar su colocación. Deje los extremos bien ajustados al conductor.



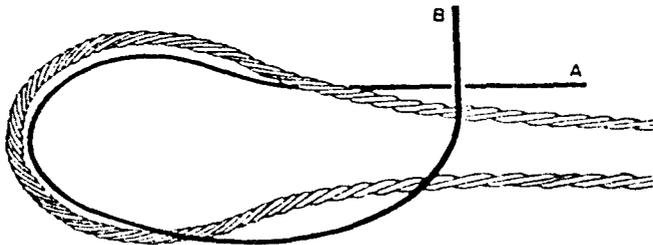
5.- El guardalíneas también se utiliza para restablecer la capacidad de conducción del conductor ACSR o AAC que tenga daños hasta un 25% de los hilos de aluminio que lo componen.

REMATE DE UN CABLE CON "MADRINA".

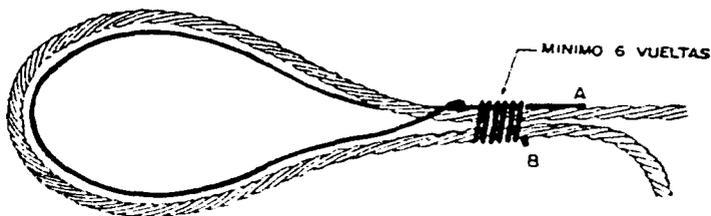
Se utiliza para rematar cables de cobre en aisladores tipo alfiler, aislador 1 C y carrete H.

1.- Preforme el cable según el punto de sujeción.

2.- Doble a la mitad un tramo de alambre y enlacedo como se muestra en el siguiente dibujo



3.- Enrolle el extremo "B" sobre el "A" y el cable a rematar.



4.- Inicie el enrollamiento de la punta "A" donde termina la punta "B" y en el mismo sentido con un mínimo de 5 vueltas

5.- Para rematar tramos flojos de líneas primarias o secundarias con conductores cableados de cobre utilice como "madrina" un alambre de cobre suave desnudo No. 6 AWG

Para rematar líneas secundarias con tensión, utilice como "madrina" alambre de cobre semiduro desnudo No. 6 AWG

Este arreglo también se utiliza para abrir líneas secundarias de conductor de cobre con aislador tipo "R"

6.- Para rematar tramos flojos de líneas primarias o secundarias con conductores de ACSR o AAC, utilice como "madrina" un alambre de aluminio suave desnudo No. 4 AWG

IV.3 Amarres de conductores

Amarres para líneas primarias.

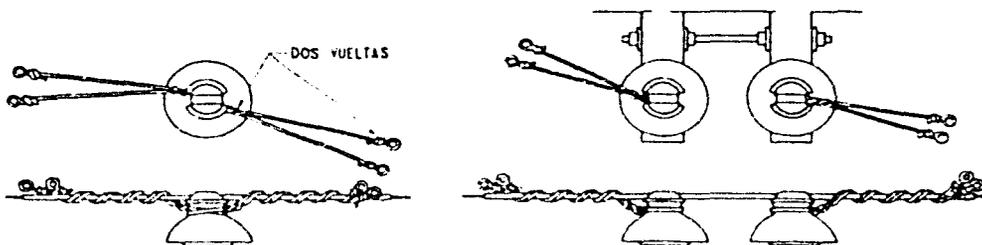
La fijación del conductor sobre aisladores de alfiler será con amarres. Para líneas primarias o secundarias con conductores de cobre será con alambre suave (o recocado) de cobre No 6 AWG para todos los calibres.

En líneas con conductores de AAC o ACSR el amarre será con alambre suave de aluminio No 4 AWG en todos los calibres.

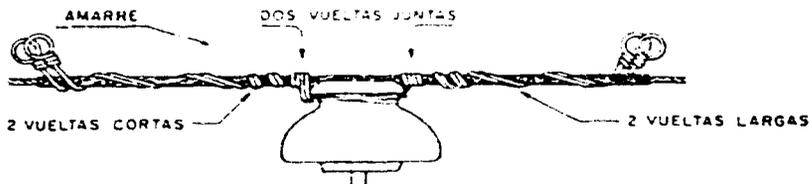
Amarre doble

Se utiliza en conductor pesado tramo corto y conductor ligero y pesado tramo largo.

AMARRES PARA TRABAJOS EN LINEA VIVA CON BASTON



AMARRES PARA TRABAJOS EN LINEA MUERTA O EN AISLADO SOBRE AISLADO



Para conductores de cobre el amarre se hace con alambre suave o recocado de cobre No. 6 AWG. Para conductores de ACSR o AAC el amarre se hace con alambre de aluminio suave No. 4 AWG.

TIPO DE ASILADOR	LONG (cm) y PESO (gr)	CONDUCTOR			
		ACSR O AAC		COBRE	
		LIGERO	PESADO	LIGERO	PESADO
13 A y 22 NC	LONGITUD	2-150	2-170	2-80	2-110
	PESO TOTAL	168	192	190	306
22 A y 33 A	LONGITUD	2-160	2-180	2-100	2-120
	PESO TOTAL	180	202	236	284

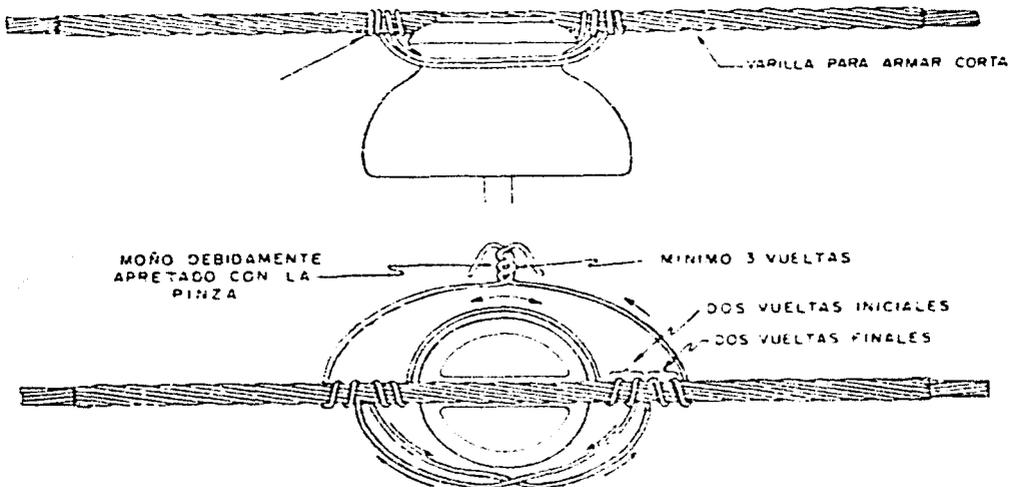
Amarre tipo moño

Se utiliza en áreas de fuertes vientos

Los "ojos" del amarre son para realizar trabajos en línea energizada con pertigas.

Si se trabaja con el sistema aislado sobre aislado se omite el "ojo" y la punta del amarre se dobla sobre el conductor

El protector preformado corto (ya sea guardalinea o varilla para armar) se instala cuando se tenga un solo apoyo para el conductor



Para conductores de cobre el amarre se hace con alambre suave o recocido de cobre No. 6 AWG. Para conductores de ACSR o AAC el amarre se hace con alambre de aluminio suave No. 4 AWG.

ASILADOR TIPO	LONG (cm) y PESO (gr)	CONDUCTOR			
		ACSR O AAC		COBRE	
		LIGERO	PESADO	LIGERO	PESADO
13 A y 22 NC	LONGITUD (cm)	130	1500	100	120
	PESO (gr)	73	84	118	142
22 A y 33 A	LONGITUD (cm)	140	160	110	130
	PESO (gr)	78	90	130	153

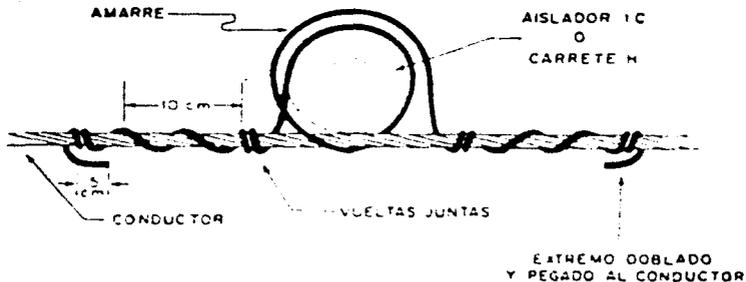
Se deben dejar las puntas con una longitud de 5 cm, cortar el sobrante y doblarlo hasta pegarlo con el aislador.

El cambio de amarre se efectuará en línea muerta o en un sistema aislado sobre aislado.

AMARRES PARA LINEAS SECUNDARIAS.

En conductores de cobre, los amarres serán con alambre de cobre suave No. 6 AWG. Para conductores de ACSR o AAC, los amarres serán con alambre suave de aluminio No. 4 AWG.

- 1.- Con el amarre, cruce conjuntamente dos vueltas el conductor y el aislador.
- 2.- Jale las puntas del amarre para que el conductor quede junto al aislador.
- 3.- Enrolle dos vueltas juntas a cada lado del aislador.
- 4.- De dos vueltas largas (10 cm) en cada lado.
- 5.- Vuelva a enrollar dos vueltas juntas Los excedentes doblelos paralelos al conductor en una distancia de 5 cm. Corte el sobrante.

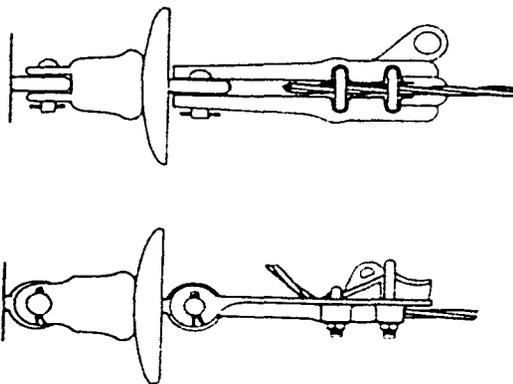


IV. Instalación de conductores.

Instalación de conductor en grapa remate.

La grapa de remate se utiliza para rematar conductores de líneas primarias y el conductor neutro o hilo de guarda en áreas rurales.

Para tensar el conductor insertar el montacargas en la argolla de la grapa; una vez dada la flecha al conductor apriete firmemente la placa ranurada con las abrazaderas "U".



Para rematar conductores de AAC o ACSR utilice la grapa remate de fierro.

Para conductores de cobre utilice grapa remate de fierro y en áreas de contaminación utilice grapa de bronce

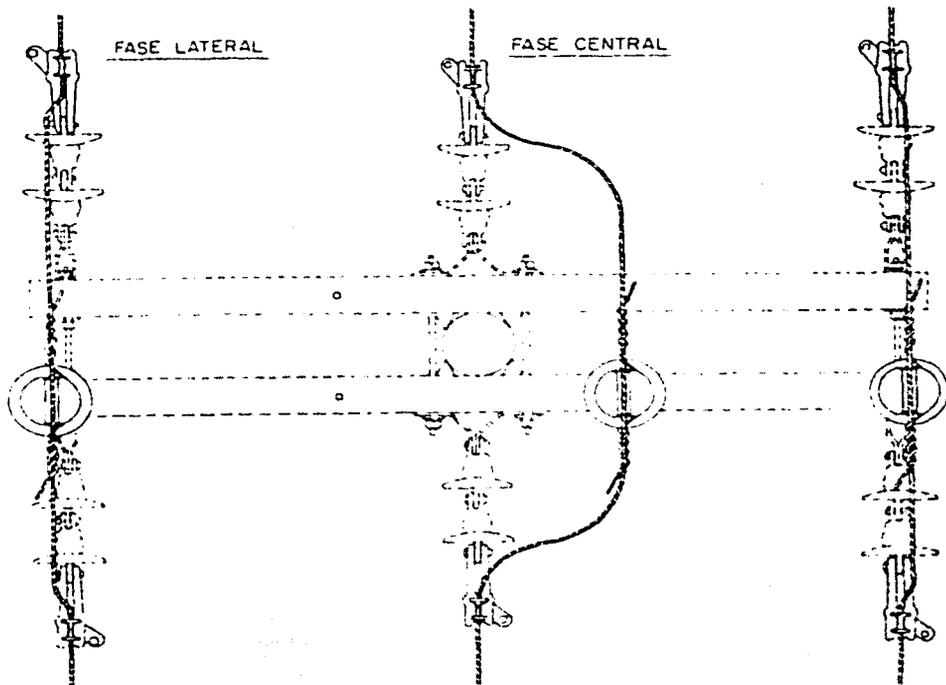
PUENTES DE CONDUCTOR EN ESTRUCTURAS DE ANCLAJE.

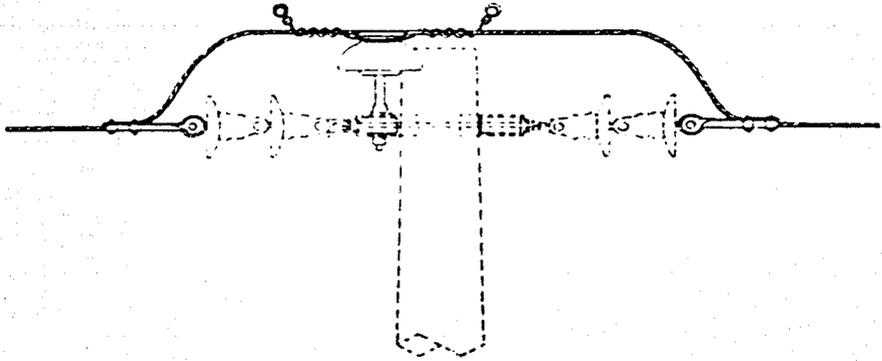
En áreas urbanas, los puentes deben ir por la parte superior de las crucetas.

En áreas rurales, los puentes laterales van por la parte inferior. En estructuras de anclaje, los puentes del conductor serán de una pieza, es decir, no debe cortarse el cable, sino continuarlo hacia el otro lado de la estructura.

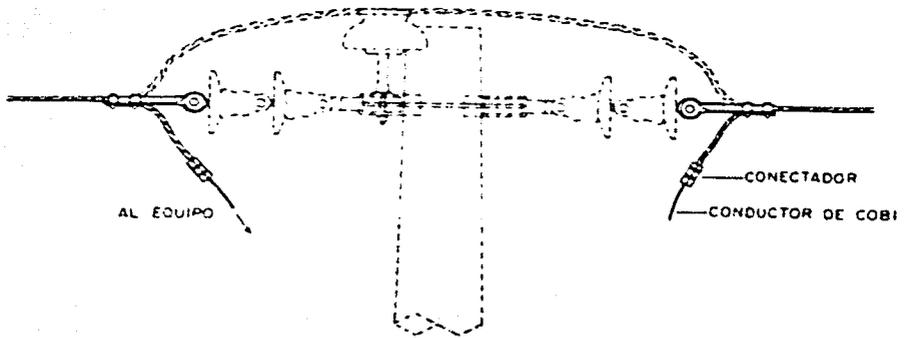
La posición de las grapas de remate depende de si el puente va por arriba o por abajo de las crucetas.

Planche previamente el conductor para evitar irregularidades en los puentes. Moldee el conductor hasta obtener la forma de los puentes. La separación de los puentes a las crucetas será de un mínimo de 25 cm y de un máximo de 45 cm en los tres voltajes de líneas primarias de distribución.





PUENTES PARA CONEXION DE EQUIPO

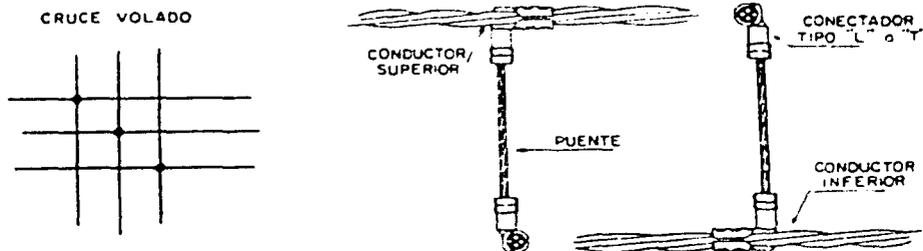


CONEXION DE PUENTES VOLADOSOS.

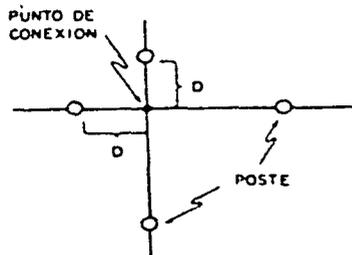
1.- Puentes volados en líneas primarias:

a) En líneas primarias la conexión de cruces aéreos se efectúa con puentes bajados perpendicularmente a la intersección de los conductores de la fase correspondiente

b) Para conductores ACSR o AAC utilice un conector de compresión tipo "L" o uno del tipo "T" en cada extremo del puente. Si el conductor es de cobre, utilice dos conectores mecánicos en cada extremo del puente.



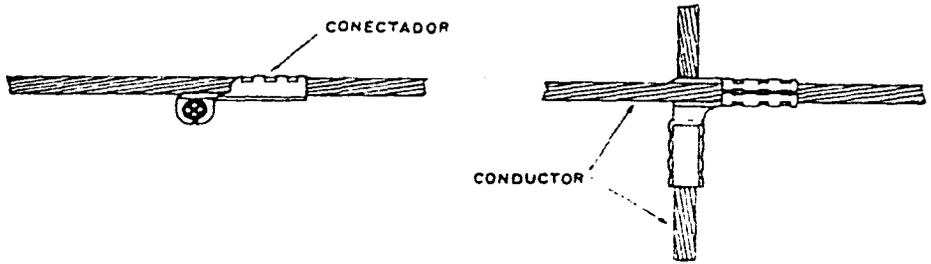
c) Las distancias desde las estructuras al punto de conexión deben ser similares. La longitud del puente será justamente la de la separación entre las líneas por conectar.



d) Este tipo de conexión sólo se utilizará en áreas urbanas o en tramos cortos

2.- Puentes volados en líneas secundarias:

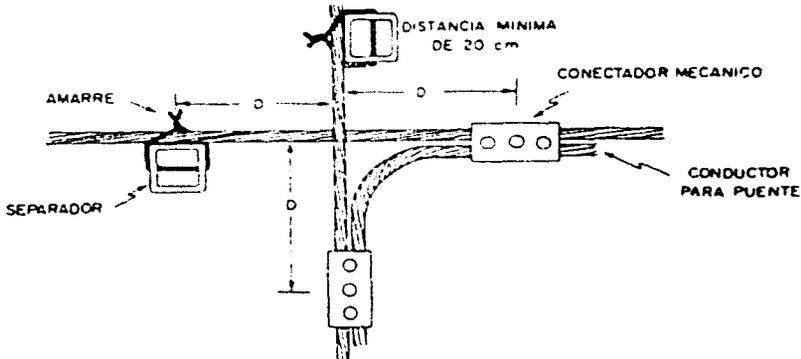
a) En el caso de conductores de ACSR o AAC los puentes se conectarán con conectores de compresión tipo "L" invertida.



b) La distancia de los puntos de apoyo al punto de conexión debe ser similar en cada lado de la conexión.

c) Instale un separador para línea secundaria a una distancia de 20 cm del cruce de los conductores

d) En el caso de conductores cableados de cobre utilice 2 conectores mecánicos en cada extremo



e) En caso de alambre, utilice conector mecánico.

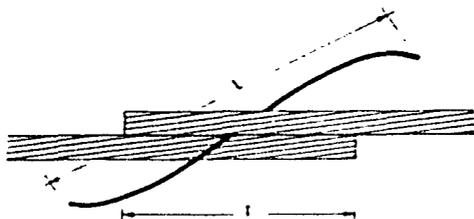
CONEXION DE PUENTES DE COBRE.

1.- Para conectar eléctricamente alambres de cobre proceda como se indica en el "empalme entorchado de alambres".

2.- Para conectar eléctricamente cables de cobre en puentes y derivaciones:

a) Limpie el conductor.

b) Traslape los conductores en una longitud "T" indicada en la tabla.



c) Inserte en medio de los cables un alambre de cobre No. 10 AWG de longitud "L" mostrada en la tabla. Centre el alambre por enrollar.

d) Doble el alambre en uno de los cables y entorche fuertemente a cada lado de la conexión en el mismo sentido



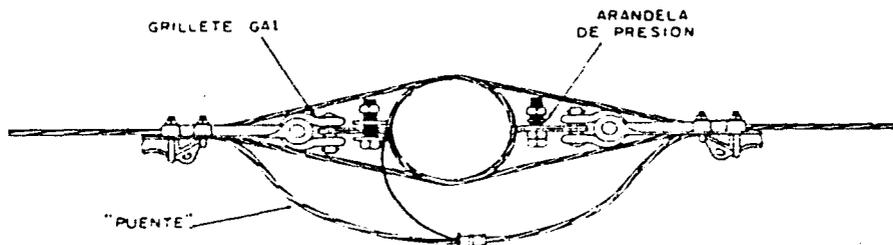
CALIBRE (AWG)	LONGITUD (cm)	
	T	L
4	10	120
2	10	150
1/0	15	200
3/0	20	300

e) Se puede utilizar conectador mecánico si se prevee que el punto esté sujeto a desconexiones periódicas

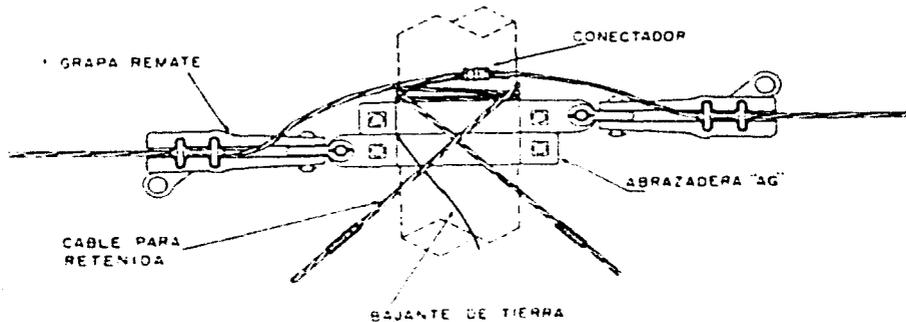
f) En derivaciones utilice entorche similar al mostrado.

PUENTE DEL CONDUCTOR NEUTRO EN ANCLAJE.

- Es aplicable tanto para estructuras con neutro corrido como estructuras con hilo de guarda.
- En líneas rurales use grapas de remate.
- El conductor del puente no se debe cortar, debe ser continuo.



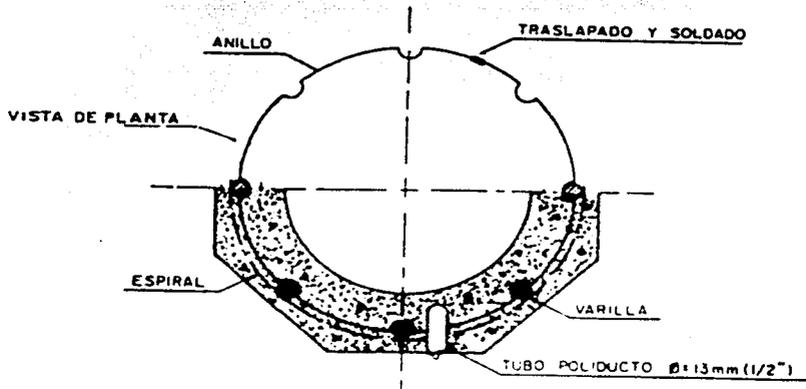
- Para el caso de bajantes de tierra o derivaciones, seleccione el conector (si se requiere).
- En caso de que el conductor neutro sea de cobre, la bajante de tierra se entorchará.



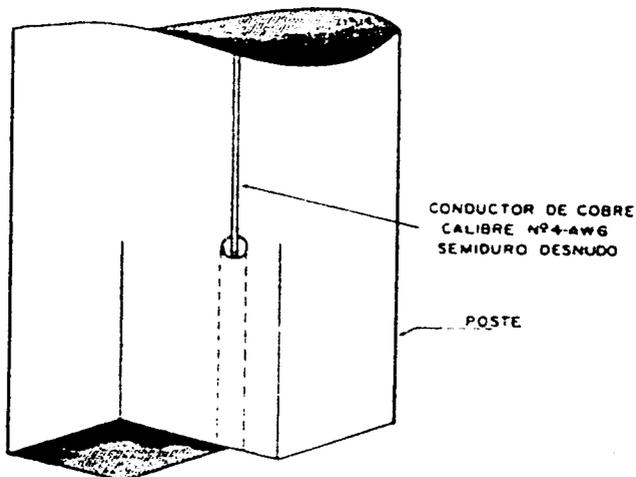
- La bajante de tierra debe pasar entre la abrazadera "AG" y el poste.
- Si el conductor neutro es de ACSR, el conductor de cobre de la bajante de tierra debe quedar en la parte inferior del conector.

BAJANTE DE TIERRA POR EL POSTE.

- Se recomienda instalar la bajante por el ducto del poste antes de que se hinque en la cepa.



- El alambre de cobre será de una sola pieza (sin empalmes) y con longitud suficiente para la conexión superior y para la varilla de tierra
- El alambre debe preformarse para que quede a ras de la cara del poste.



CAPITULO V.

Tipos de estructuras primarias y secundarias para una línea de distribución monofásica.

V.1 Líneas primarias

Se consideran estructuras de líneas primarias todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea de 13 hasta 33 KV.

La identificación de estructuras está codificada con el concepto de nivel de los conductores en la estructura. Esta concepción facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.

En las líneas primarias se consideran tramos cortos los menores de 65 m y tramos largos los mayores de 65 m. Los primeros se construyen en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos de la línea secundaria, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales.

Se consideran conductores ligeros

Cobre No 2 AWG y menores
ACSR No 1/0 AWG y menores
AAC No 3/0 AWG y menores

Conductores de calibre mayor se consideran conductores pesados. En las líneas primarias aéreas se utilizarán exclusivamente conductores desnudos

Tramo flojo, es un tramo de línea menor de 40 m donde la tensión mecánica de los conductores es menor al 40% de la indicada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura al momento de rematar, se utiliza cuando existen limitaciones para instalar retenida directamente al piso

El neutro corrido se puede instalar en la posición de hilo de guarda. El uso del neutro en esta posición se limita a líneas rurales cuyo sistema sea 3F-4H ubicadas en regiones con alta incidencia de descargas atmosféricas o en casos especiales que lo requieran

Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto en base a las características del terreno, así como comprobar que no excedan las limitaciones de diseño de las estructuras

Los postes deben quedar verticales después de que el conductor haya sido tensado

Las líneas se deben construir con un tramo promedio del 98% del tramo máximo.

El hilo de guarda y el neutro corrido se instalarán del lado del tránsito. Así como la bajante de tierra quedará en la cara del poste paralela a la línea.

Líneas con hilo de guarda o neutro corrido se instalará una bajante de tierra cada dos estructuras.

No se recomienda la construcción de más de un circuito en la misma estructura, excepto cuando los derechos de vía impidan la construcción normal.

En el caso de estructuras con dos circuitos, el de mayor tensión eléctrica deberá ir en la parte superior.

No debe existir cruce de dos circuitos diferentes. Si existe cruce de un mismo circuito, se debe conectar la intersección.

Normalmente en las líneas de distribución no se requiere transposición.

Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.

Cuando exista un desbalance de fuerzas estáticas en una estructura sin retenidas, el poste se debe inclinar ligeramente en sentido contrario a la resultante de esas fuerzas estáticas.

En condición normal el poste de concreto no debe soportar esfuerzos de torsión salvo por rotura del conductor. Si se desea diseñar la línea para estos casos especiales se debe usar poste de acero.

El cable de la retenida para la línea primaria es independiente del de la secundaria, aunque los dos rematen en la misma ancla. La retenida para estructuras con deflexión se debe instalar en la bisectriz exterior del ángulo que forma la línea, no en el sentido de esta.

En los cambios de dirección o deflexiones de la línea, el lado fuente debe de estar en la parte superior de la estructura al extender en línea recta una línea existente rematada, se debe modificar la estructura de remate para dejarla de paso. Sólo en el caso de que el conductor sea distinto se deberá partir con un remate.

No se debe instalar ningún equipo en la cruceta de la línea sin antes verificar la separación entre fases. En caso de que no se cumplan las separaciones mínimas, instale el equipo en el siguiente nivel inferior.

Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos del viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.

En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.

El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas secundarias. En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador sintético SMEP

La conexión de los transformadores monofásicos a la línea se debe hacer de tal forma que en conjunto las tres fases queden balanceadas en el ramal.

Las líneas no trifásicas se utilizan para proporcionar servicios monofásicos o para servicios bifásicos hasta de 10 amperes como máximo.

En electrificación de colonias o fraccionamientos urbanos las caídas de voltaje de la línea primaria desde el punto de conexión al punto extremo o crítico de esa electrificación no debe exceder de

50 Volts/km en 13 KV

30 Volts/km en 23 KV

15 Volts/km en 33 KV

El conductor mínimo a utilizar en líneas primarias es el ACSR No. 2 AWG. En áreas de contaminación se utilizará conductor de cobre No. 6 AWG.

La selección de conductores para líneas primarias de distribución se debe basar en un estudio técnico-económico con las variables que el caso presente

Los circuitos de distribución deben operar radialmente

En condiciones de operación normal el conductor de líneas primarias en disposición radial no debe exceder el 50% de su capacidad térmica

Para condiciones de emergencia el conductor se puede operar hasta el 75% de su capacidad térmica. Las transferencias de carga se deben realizar a través del equipo de operación simultánea de apertura con carga

La regulación de voltaje en líneas primarias deberá ser del 5% como máximo en la trayectoria al punto crítico

Los conductores de cobre no requieren de varillas protectoras en los apoyos.

CONDICIONES DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS PARA LINEAS PRIMARIAS.

- 1.- Presión del viento en los conductores: 39 kg/m^2 .
- 2.- Presión del viento en los postes: 66 kg/m^2 .
- 3.- Temperatura mínima: -10°C , sin hielo.
- 4.- Se desprecia la presión del viento en los herrajes y el aislamiento.
- 5.- La tensión mecánica del conductor es la máxima indicada en las tablas de flechas y tensiones para conductores.
- 6.- En el esfuerzo por carga vertical se incluyen 100 kg de carga adicional para considerar el peso de un liniero.
- 7.- Los alfileres 1P ó 2P tienen la misma resistencia que los alfileres 1A ó 2A respectivamente. El refuerzo de alfiler duplica el límite de trabajo a la flexión de los alfileres.
- 8.- Los postes de concreto trabajan a compresión y flexión, pero no a la torsión.
- 9.- Las características mecánicas de cables para retenida o conductores se presentan más adelante.
- 10.- Las estructuras para líneas de distribución no están diseñadas para esfuerzos provocados por ruptura de un conductor.

TRAMO FLOJO

- 1.- Tramo flojo es un tramo de línea donde la tensión mecánica de los conductores no exceda del 40% de la indicada en las tablas y cuya distancia es menor a 40 m.
- 2.- Se utiliza tramo flojo cuando existe limitación para instalar retenidas "RSA".
- 3.- En líneas primarias existen varios tipos de tramos flojos
 - a) Tramo flojo-corto. Conductor ligero hasta 25 m ó conductor pesado hasta 15 m. El conductor se remata en aislador de alfiler sencillo. El remate en el aislador será con "madrina". La tensión mecánica será aproximadamente de un 10% de la que indiquen las tablas de flechas y tensiones a la temperatura de la instalación. No se requiere retenida.



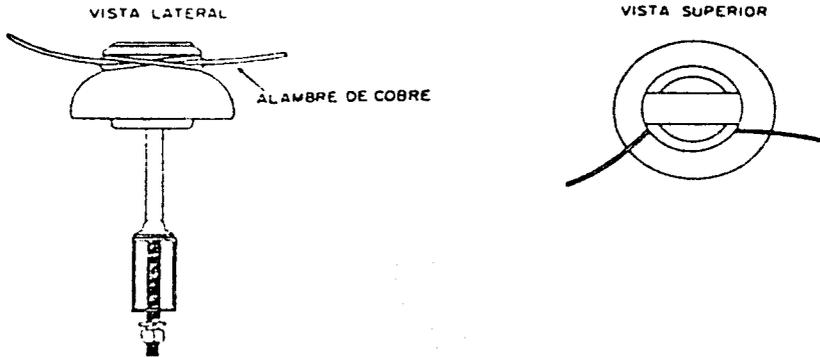
b) Tramo flojo-corto: Conductor pesado de 15 a 25 m. El conductor se remata en aislador de alfiler con refuerzo "R" en cruceta PR. El remate en el aislador se hará con "madrina". la tensión mecánica será aproximadamente de un 20% de la que se indique en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura de instalación. Se requiere retenida de banqueta con cable AG 1/4". La sujeción del conductor es con "madrina".

c) Tramo flojo-largo. Conductor ligero y pesado de 25 a 40 m. El remate se hará en aislador de suspensión similar a la estructura "RS". Se requerirá retenida de banqueta con cable AG 1/4". La tensión mecánica a los conductores será de un 30% de la que se indique a la temperatura de instalación.

4.- Los conductores del tramo flojo se "plancharán" para evitar ondulaciones.

5.- Los conductores del tramo flojo y los puentes serán de una sólo pieza.

6.- Si el conductor del tramo flojo es alambre, se rematará como se muestra

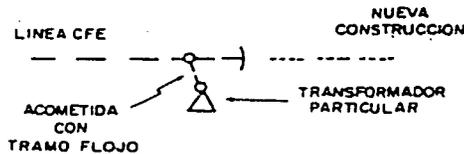


ACOMETIDA AEREA.

1.- La estructura del usuario no debe sujetar mecánicamente la tensión de la línea de CFE, por lo que invariablemente una acometida se debe construir como tramo flojo de la estructura de CFE a la del usuario.

2.- Todo el material para la acometida lo proporcionará el usuario y será de su propiedad.

3.- Las acometidas aéreas rurales no deben obstaculizar la continuación de la línea. (Preferentemente se deben derivar a 90°).



4.- Para acometidas con carga hasta de 40 amperes, utilice alambre de cobre semiduro desnudo No 6 AWG.

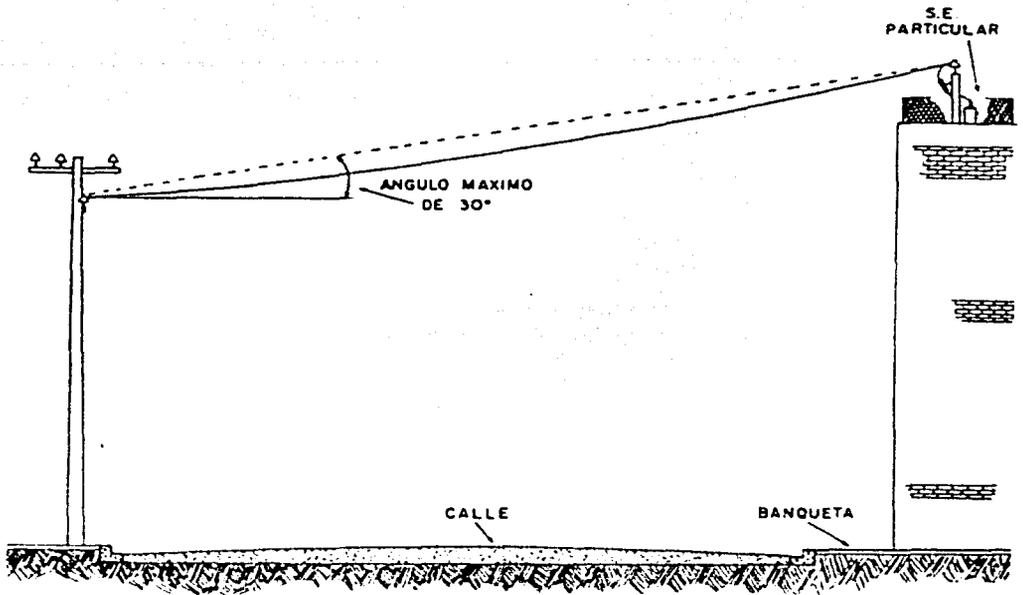
5.- Cuando la corriente no exceda de 10 amperes se podrá utilizar conector para línea viva con estribo en el punto de conexión a la línea de CFE.

6 - Cuando el usuario construya línea particular, a partir del punto de conexión se debe instalar equipo de protección.

7 - La conexión eléctrica de las acometidas a las líneas de operación corresponde exclusivamente a CFE.

8 - Para el caso de acometidas a subestaciones ubicadas en azoteas de edificios con altura mayor a la del poste, el ángulo máximo vertical de la acometida será de 30°.

En acometidas con distancia total de más de 25 m se utilizarán aisladores de suspensión. Se instalará retenida de banqueta al poste. La tensión mecánica será de tramo flojo.



El libramiento mínimo de la acometida aérea al piso debe ser:

VOLTAJE DE LA LINEA (kV)	ALTURA MINIMA (en m) DE UNA ACOMETIDA AEREA EN CRUCES SOBRE	
	CALLES TRANSITADAS POR VEHICULOS	BANQUETAS
13	6 m	4.50 m
23	7 m	5.20 m
33	7 m	5.20 m

Si existen líneas telefónicas o telegráficas en la banqueta donde cruzará la acometida aérea se debe respetar el libramiento de 1.80 m para cualquier voltaje en alta tensión. En caso de que la acometida forme ángulos mayores de 30° se utilizará acometida subterránea.

9.- Para servicios de alumbrado público en alta tensión se optará porque el solicitante ubique su subestación en la acera de enfrente del derecho de vía de CFE y la acometida se dará con tramo flojo.

10.- Por ningún motivo se permitirá que servicios de particulares se instalen en derecho de vía utilizada por CFE.

11.- Las subestaciones particulares instaladas en postes se sujetan a los mismos criterios que para los bancos de transformadores. Bancos de transformadores de capacidad mayor a 150 KVA trifásicos ó 167 KVA monofásicos, o cuyo peso total sea mayor a 1 700 kg se deben instalar en una estructura formada por dos postes, la estructura de dos postes se utilizará sólo hasta bancos de capacidad de 300 KVA de 13 y 33 KV y hasta 225 KVA en 33 KV. Bancos de capacidad mayores se deben instalar en el piso o en una base apropiada a su peso.

ESTACADO DE LÍNEAS PRIMARIAS RURALES.

El trazo de las líneas primarias de distribución en el medio rural no requiere de un levantamiento topográfico con curvas de perfil, por construirse generalmente con referencias de carreteras o caminos y teniendo siempre la ubicación de servicios por alimentar

Por lo anterior, sólo se requerirá contar con

- Un plano de Detenal (u otro similar)
- Una cinta de medir de 50 m
- Tres balizas
- Una brújula de bolsillo
- Estacas (madera de pino 3 6 x 3 6 x 50 0 cm) con punta en un extremo y en el otro pintado con un color contrastante al terreno (10 cm)

Se localiza el camino que el usuario utilice y que pudiera resultar conveniente para el trazo de la línea. El arranque de la línea será el punto más próximo para la extensión

Se debe marcar con una estaca los puntos de deflexión obligados, así como las elevaciones que presente el terreno. En estos puntos obligados se ubicará una estructura

Con cinta se mide la distancia entre las estructuras obligadas por desnivel o deflexión y en base al tramo máximo de la estructura que se seleccione, se distribuirá equidistantemente el número de estructuras en dicho tramo.

Los trazos en línea recta sin referencia de caminos u otra alguna, se obtienen fijando balizas en los puntos obligados. Con estas referencias y con el tramo interpostal proyectado, visualmente se alinean las estructuras intermedias entre dichos puntos obligados. Una vez alineadas y con la distancia interpostal determinada, se estaca definitivamente los puntos donde se ubicarán las estructuras.

Con la brújula se determinan los rumbos magnéticos de los tramos comprendidos entre deflexiones. Para pasar estos rumbos magnéticos a los planos se requiere conocer la deflexión del norte astronómico que es el que aparece en los planos, con respecto al norte magnético.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA TIPO "V".

Esta estructura es típicamente urbana y se utiliza para dar libramiento horizontal a edificios de varios pisos o a algún tipo de obstáculos como anuncios, arbotantes, etc.

Esta estructura se debe usar en tramos hasta de 65 m salvo la estructura V+1G que es para líneas rurales

En estructuras de remate o anclaje para conductor pesado se usarán postes de acero con retenida volada a poste o estaca para evitar esfuerzos de torsión al poste de concreto

La estructura de anclaje (VA) sólo se usará en cambio de calibre de conductor. En el caso de requerir apertura eléctrica para instalar equipo de desconexión, la línea se abrirá con aisladores. Cuando no existan problemas de libramiento horizontal se puede utilizar la cruceta volada para reducir deflexiones de la línea en urbanizaciones irregulares

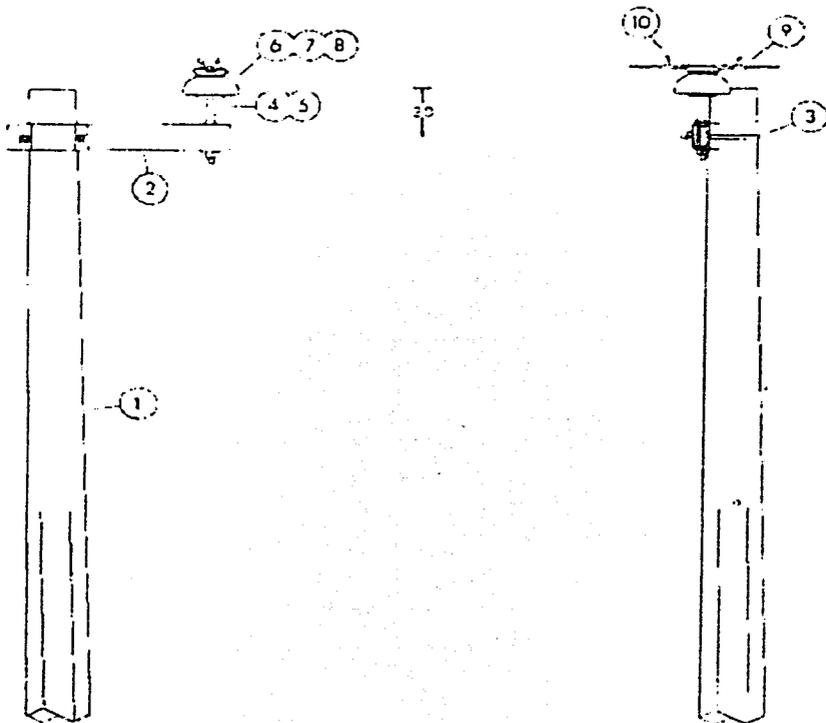
La cruceta debe quedar a 90° con respecto a la cara del poste. En la electrificación de poblados rurales donde se requiera estructura tipo "V", utilizar poste PC-11-500

ESTRUCTURA VS10. VOLADA SENCILLA, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

Se utiliza en sistemas de retorno por tierra.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Cruceta PV75	1 pza.
3	Abrazadera UC	1 pza.
4	Alfiler 1A	1 pza.
6	Aislador 13A	1 pza.
9	Varilla protectora	1 pza.
10	Amarre alambre	1 lote

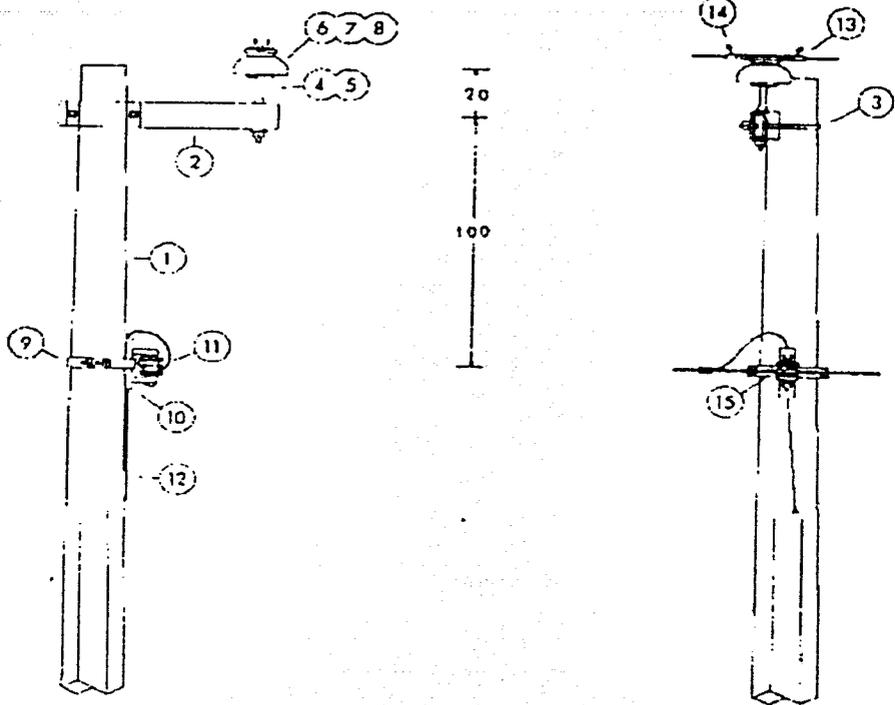


ESTRUCTURA VS1N. VOLADA SENCILLA, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Se utiliza en sistemas urbanos con neutro corrido cuando existen problemas por separación a construcciones, además en áreas urbanas sin líneas secundarias. Las limitantes para el tramo máximo son por libramiento a piso o por resistencia del alfiler.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-12-750	1 pza
2	Cruceta PV75	1 pza.
3	Abrazadera UC	1 pza.
4	Alfiler 1A	1 pza.
6	Aislador 13A	1 pza.
9	Abrazadera 1BS	1 pza
10	Bastidor B1	1 pza
11	Carrete H	1 pza
12	Bajante de tierra	1 lote
13	Varilla protectora	1 pza.
14	Amarre alambre	1 lote

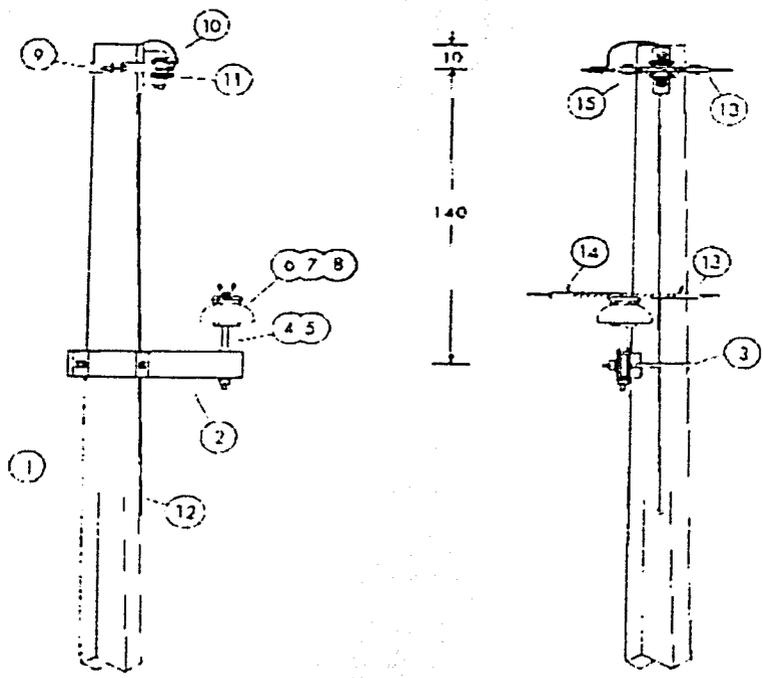


ESTRUCTURA VS1G. VOLADA SENCILLA, 1 FASE, NEUTRO DE GUARDA.

Se utiliza en áreas rurales con alta incidencia de descargas atmosféricas. El tramo máximo interpostal estará limitado por la separación a piso o resistencia del alfiler.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza
2	Cruceta PV75	1 pza.
3	Abrazadera UC	1 pza.
4	Alfiler 1A	1 pza.
6	Aislador 13A	1 pza.
9	Abrazadera 1BS	1 pza
10	Bastidor B1	1 pza
11	Carrete H	1 pza
12	Bajante de tierra	1 lote
13	Varilla protectora	2 pzas.
14	Amarre alambre	1 lote

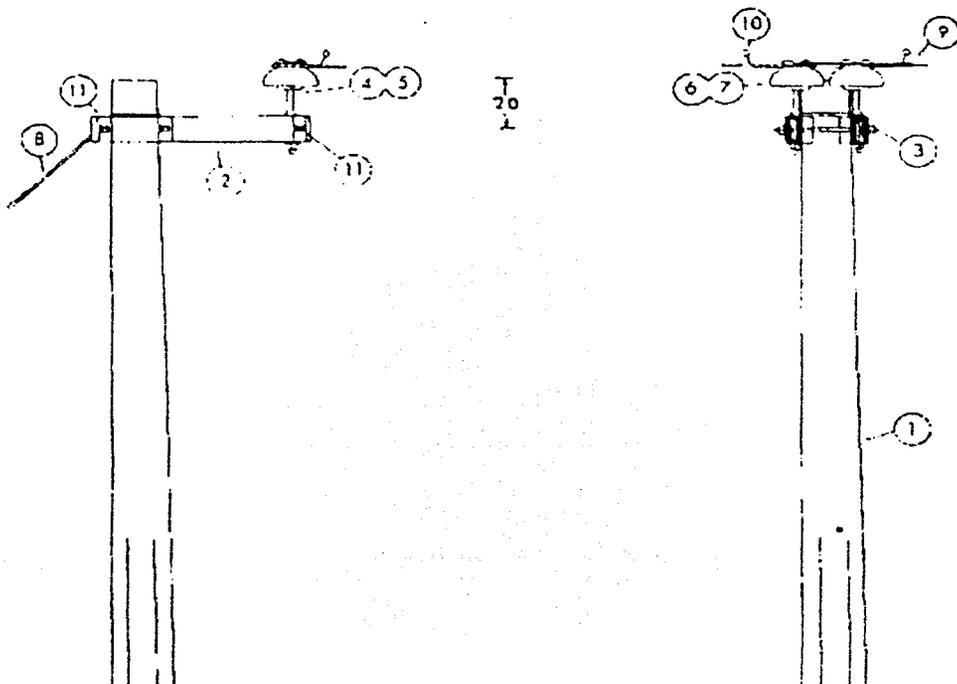


ESTRUCTURA VD10. VOLADA DOBLE, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

Esta estructura se utiliza en áreas urbanas donde existan problemas por separación a construcciones y en sistemas con retorno por tierra.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza
2	Cruceta PV75	2 pzas.
3	Perno DR 16 X 305	3 pzas.
4	Alfiler 1A	2 pza.
6	Aislador 13A	2 pza.
8	Retenida	1 lote
9	Varilla protectora	2 pzas.
10	Amarre alambre	1 lote
11	Placa PR	4 pzas.

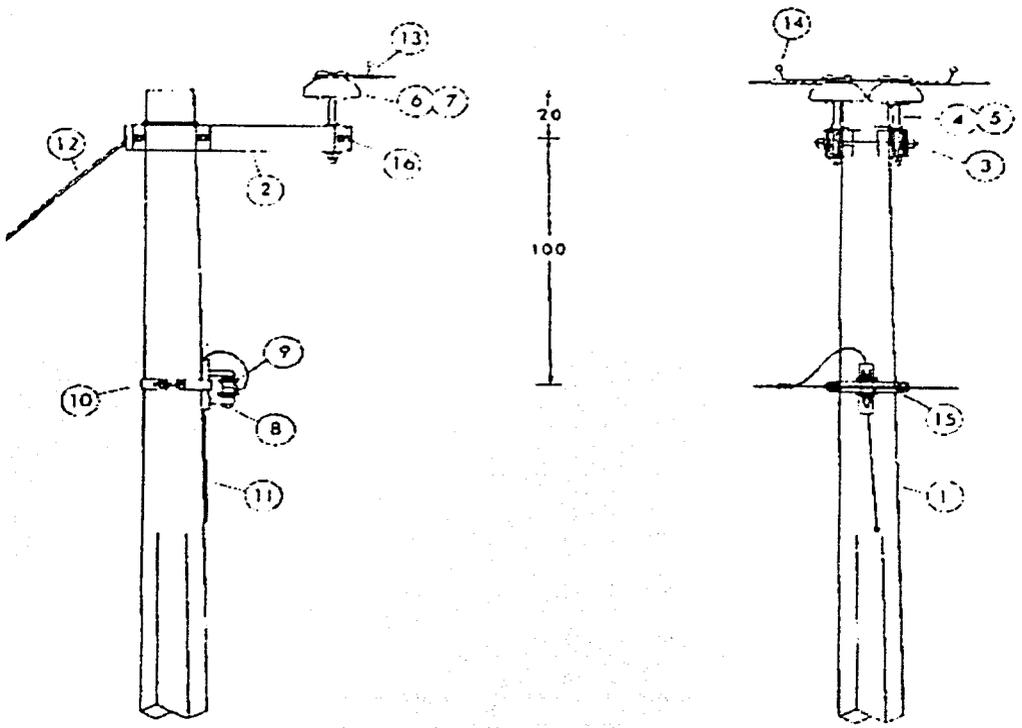


ESTRUCTURA VD1N. VOLADA DOBLE, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Se utiliza en áreas urbanas donde existan problemas por separación a algún obstáculo y donde no exista línea secundaria.

Módulo de materiales

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-12-750	1 pza
2	Cruceta PV75	2 pzas.
3	Perno DR 16 x 305	3 pzas.
4	Alfiler 1A	2 pzas.
6	Aislador 13A	2 pzas.
8	Bastidor B1	1 pza.
9	Carrete H	1 pza
10	Abrazadera 2BS	1 pza
11	Bajante de tierra	1 lote
12	Retenida	1 lote
13	Varilla protectora	1 pza.
14	Amarre alambre	1 lote
16	Placa PR	4 pzas.

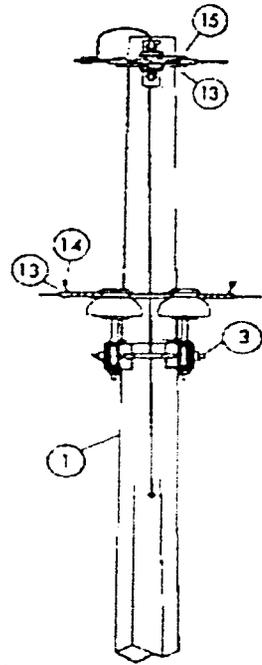
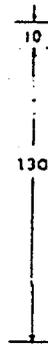
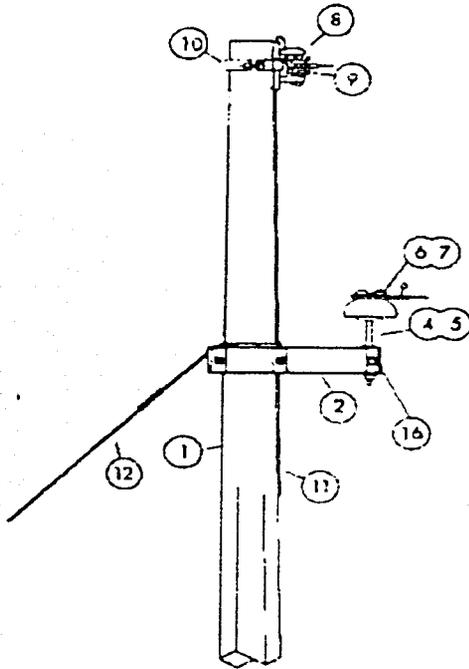
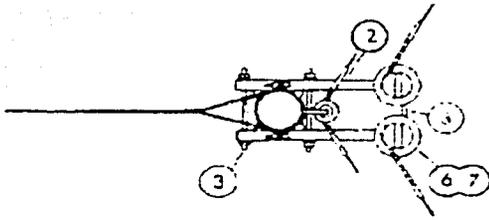


ESTRUCTURA VD1G. VOLADA DOBLE, 1 FASE, NEUTRO DE GUARDA.

Se utiliza exclusivamente en líneas rurales con alta incidencia de descargas atmosféricas y donde no exista línea secundaria.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-12-750	1 pza
2	Cruceta PV75	2 pzas.
3	Perno DR 16 x 305	3 pzas.
4	Alfiler 1A	2 pzas.
6	Aislador 13A	2 pzas.
8	Bastidor B1	1 pza.
9	Carrete H	1 pza
10	Abrazadera 1BS	1 pza
11	Bajante de tierra	1 lote
12	Retenida	1 lote
13	Varilla protectora	1 pza.
14	Amarre alambre	1 lote
16	Placa PR	4 pzas.

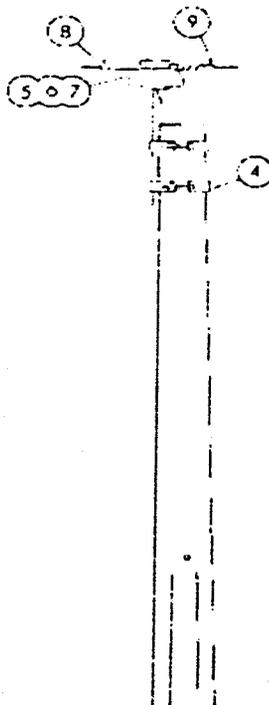
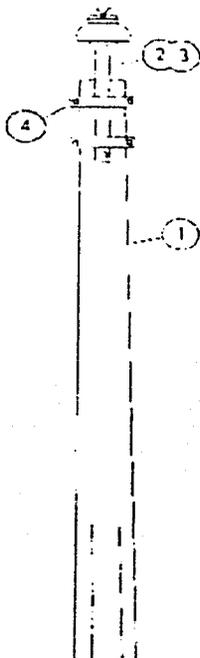


ESTRUCTURA PS10. PUNTAPOSTE SENCILLO, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

Se utiliza para líneas con retorno por tierra o cuando se instale línea secundaria en sistemas con neutro corrido. Para obtener mayores tramos interpostales en líneas rurales se usará la bayoneta P.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Alfiler 1P	1 pza.
4	Abrazadera 1BS	2 pzas.
5	Aislador 13A	1 pza.
8	Varilla protectora	1 pza.
9	Amarre alambre	1 lote

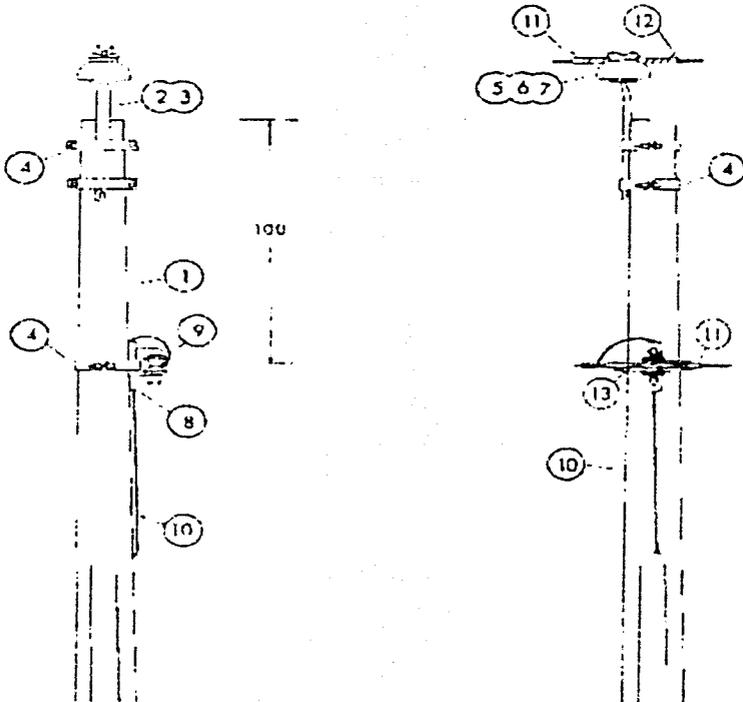


ESTRUCTURA PS1N: PUNTAPOSTE SENCILLO, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Para obtener mayores tramos interpostales en líneas rurales analice la alternativa de utilizar bayoneta P.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC	1 pza.
2	Alfiler 1P	1 pza.
4	Abrazadera 1BS	3 pzas.
5	Aislador 13A	1 pza.
8	Bastidor B1	1 pza.
9	Carrete H	1 pza.
10	Bajante de tierra	1 lote
11	Varilla protectora	2 pzas.
12	Amarre alambre	1 lote



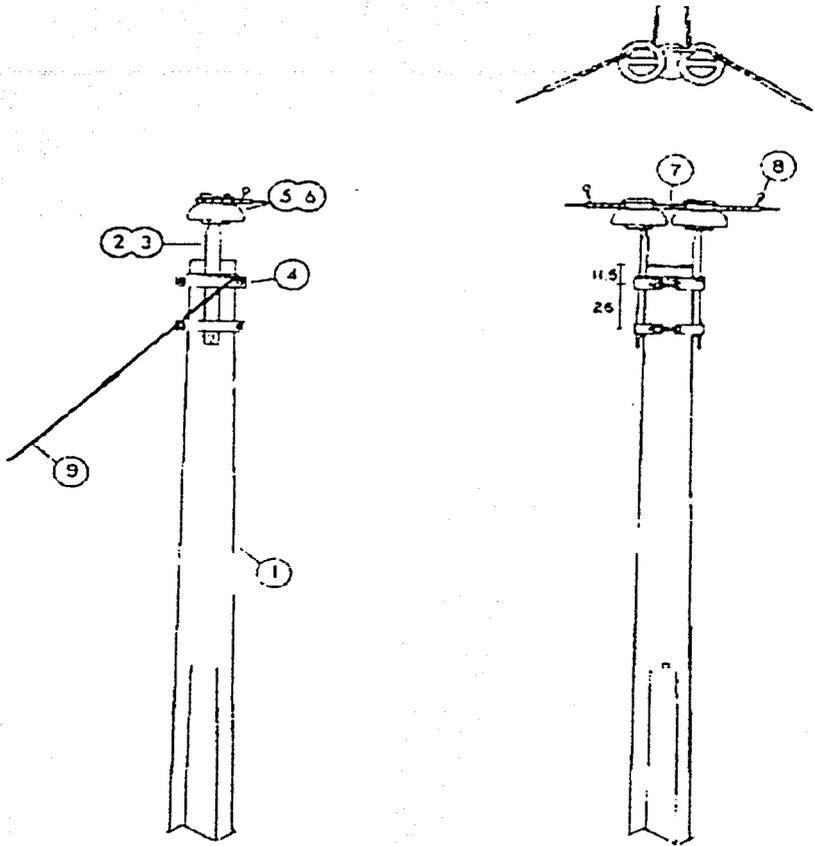
ESTRUCTURA PD10. PUNTAPOSTE DOBLE, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

Se utiliza esta estructura en sistemas con retorno por tierra o cuando se instale línea secundaria en sistemas con neutro corrido.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Alfiler 1P	2 pzas.
4	Abrazadera 1BD	2 pzas.
5	Aislador 13A	2 pzas.
7	Varilla protectora	1 pza.
8	Amarre alambre	1 lote
9	Retenida RSA	1 lote

Para obtener mayor tramo interpostal en líneas rurales, analice la alternativa de utilizar bayonetas P. En este caso la retenida se colocará sobre las abrazaderas que sostienen las bayonetas, cuyo eje debe quedar perpendicular a la bisectriz del ángulo que forma la línea.



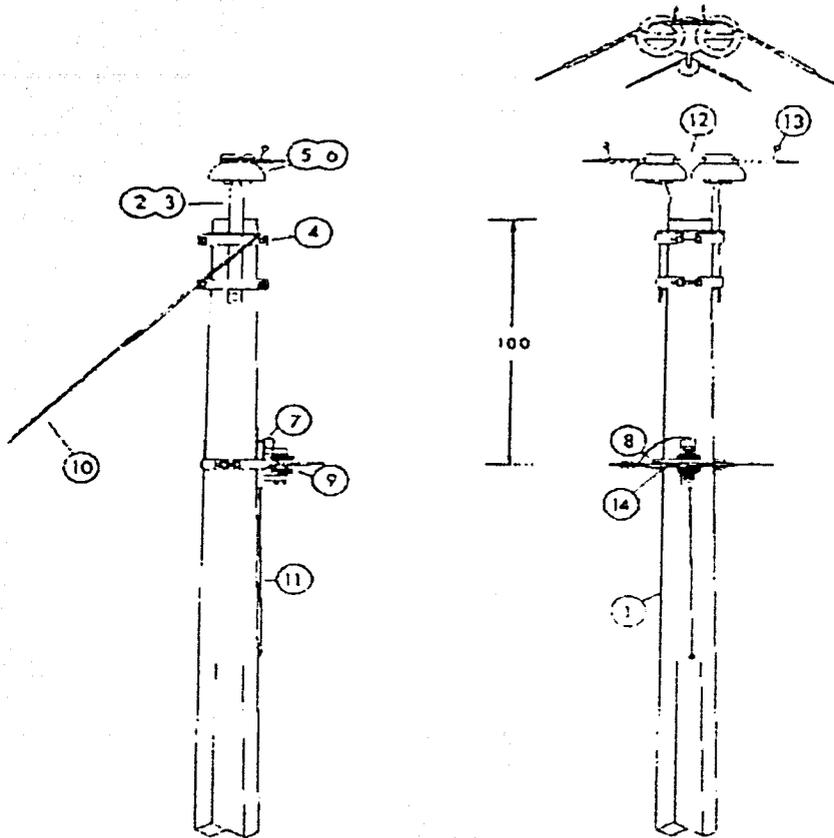
ESTRUCTURA PD1N. PUNTAPOSTE DOBLE, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Alfiler 1P	2 pzas.
4	Abrazadera 1BD	2 pzas.
5	Aislador 13A	2 pzas.
7	Bastidor B1	1 pza.
8	Abrazadera 1BS	1 pza.
9	Carrete H	1 pza.
10	Retenida RSA	1 lote
11	Bajante de tierra	1 lote
12	Varilla protectora	2 pzas.
13	Amarre alambre	1 lote

Para obtener mayor tramo interpostal en líneas rurales, analice la alternativa de utilizar bayonetas P. En este caso la retenida se colocará sobre las abrazaderas que sostienen las bayonetas, cuyo eje debe quedar perpendicular a la bisectriz del ángulo que forma la línea.

En líneas rurales se instalará una bajante de tierra cada 2 estructuras. En líneas urbanas la conexión a tierra está determinada por la red secundaria.

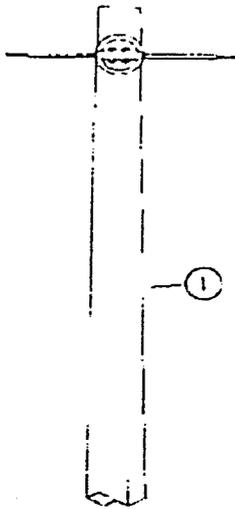
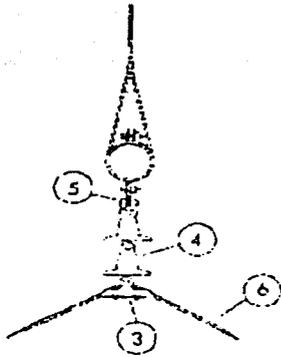


ESTRUCTURA DP10. DEFLEXIÓN DE PASO, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

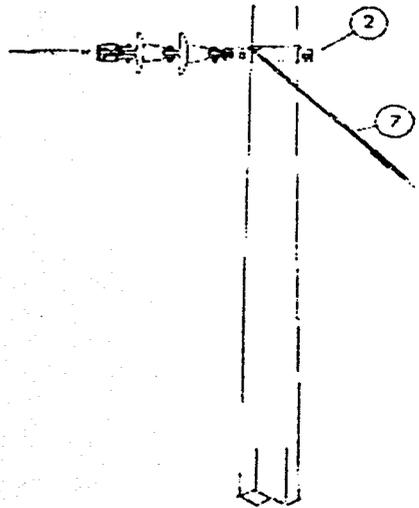
Se utiliza en sistemas de retorno por tierra.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	1 pza.
3	Grapa suspensión	1 pza.
4	Aislador 7SVH10	2 pzas.
5	Grillete GA1	1 pza.
6	Protector preformado	1 pza.
7	Retenida	1 lote



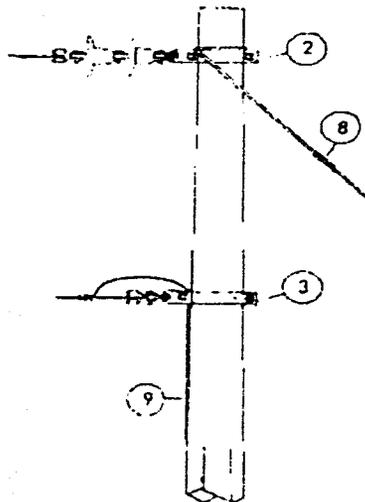
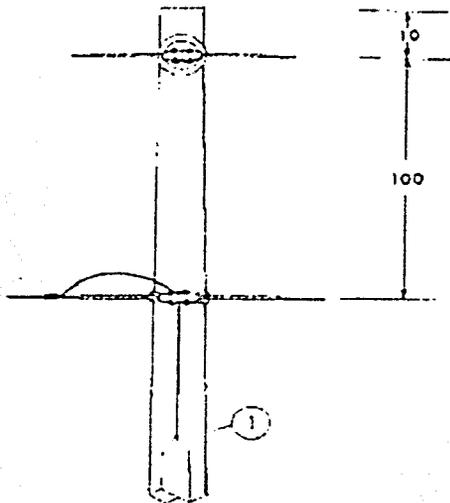
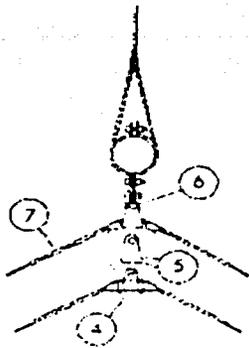
10
1



ESTRUCTURA DP1N. DEFLEXIÓN DE PASO, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Módulo de materiales.

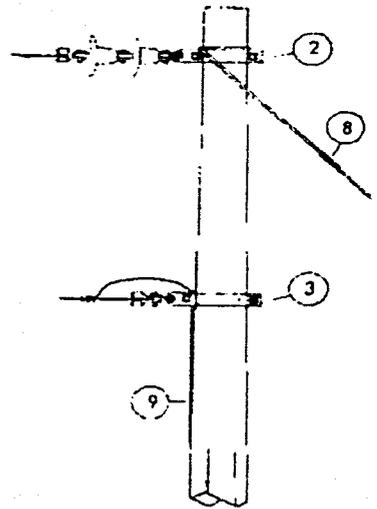
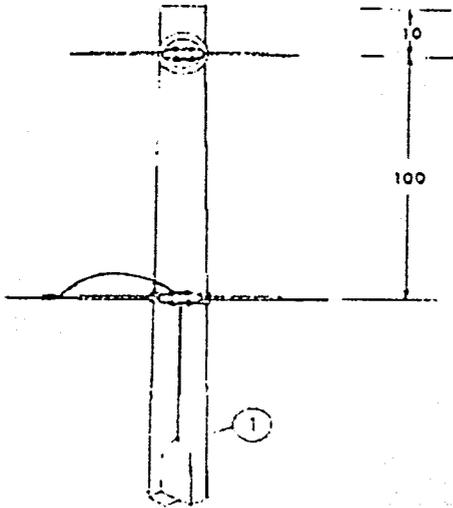
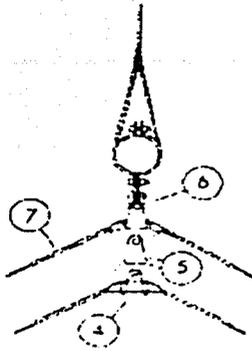
No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	1 pza
3	Abrazadera 2 AG	1 pza
4	Grapa suspensión	2 pzas.
5	Aislador 7SVH10	2 pzas
6	Grillete GA1	2 pzas.
7	Protector preformado	2 pzas.
8	Retenida	1 lote
9	Bajante de tierra	1 lote



ESTRUCTURA DP1G. DEFLEXIÓN DE PASO, 1 FASE, NEUTRO DE GUARDA.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	1 pza
3	Abrazadera 2AG	1 pza
4	Grapa suspensión	2 pzas.
5	Aislador 7SVH10	2 pzas.
6	Grillete GA1	2 pzas.
7	Protector preformado	2 pzas.
8	Retenida	1 lote
9	Bajante de tierra	1 lote



ESTRUCTURA DA10. DEFLEXIÓN DE ANCLAJE, 1 FASE, RETORNO POR TIERRA.

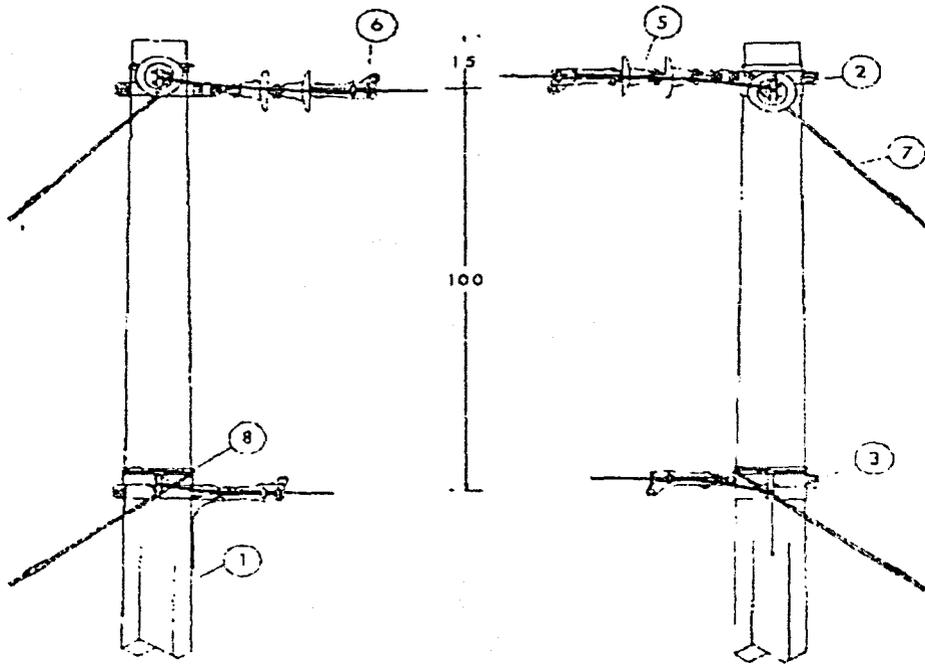
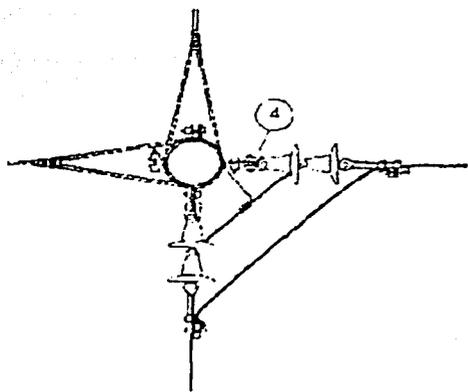
Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	2 pzas.
3	Grillete GA1	2 pzas
4	Aislador 7SVH10	4 pzas.
5	Grapa remate	2 pzas.
6	Retenida	1 lote

ESTRUCTURA DA1N. DEFLEXIÓN DE ANCLAJE, 1 FASE, NEUTRO CORRIDO.

Módulo de materiales.

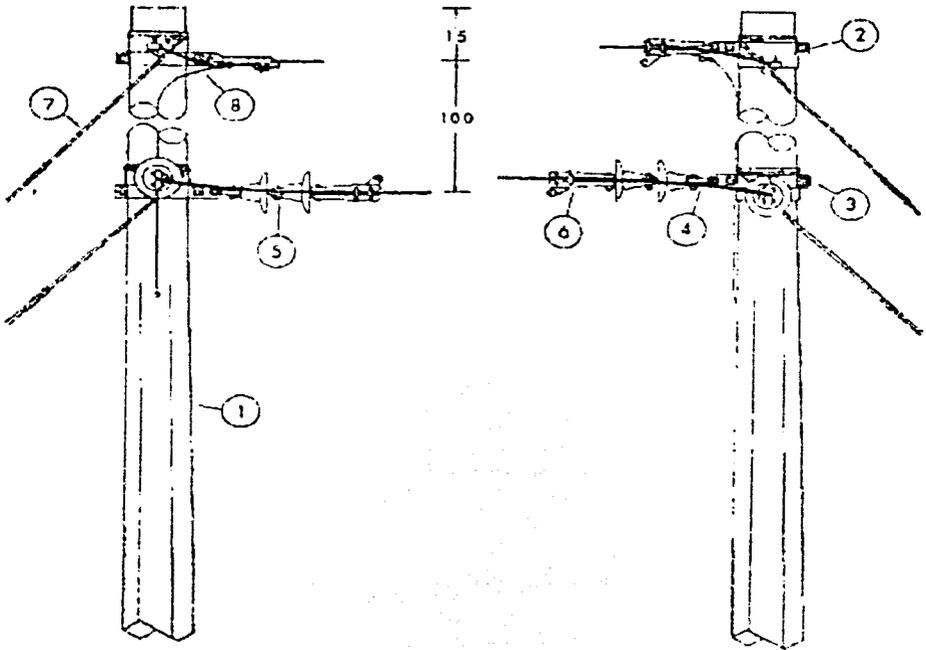
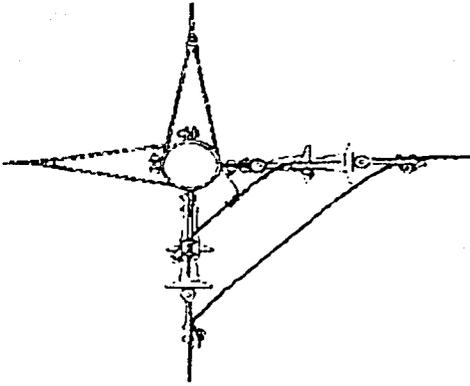
No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	2 pzas.
3	Abrazadera 2AG	2 pzas.
4	Grillete GA1	4 pzas.
5	Aislador 7SVH10	4 pzas.
6	Grapa remate	4 pzas.
7	Retenida	1 lote
8	Bajante de tierra	1 lote



ESTRUCTURA DA1G. DEFLEXIÓN DE ANCLAJE, 1 FASE, NEUTRO DE GUARDA.

Módulo de materiales.

No.	Descripción corta	Cantidad
1	Poste de concreto PC-11-500	1 pza.
2	Abrazadera 1AG	2 pzas.
3	Abrazadera 2AG	2 pzas.
4	Grillete GA1	4 pzas.
5	Aislador 7SVH10	4 pzas.
6	Grapa remate	4 pzas.
7	Retenida	1 lote
8	Bajante de tierra	2 lotes



TECIS CON
FALSA DE ORIGEN

V.2 Líneas Secundarias.

Las tensiones eléctricas de las líneas secundarias de distribución o de baja tensión, están normalizadas como sigue:

Sistema	Descripción Genérica	Tensión Eléctrica
Trifilar	2F - 3H	120/240 V
Trifásico	3F - 4H	220Y/127 V

Las líneas secundarias se instalan en un nivel inferior a las líneas y equipo primario, su posición es vertical, fijadas al poste mediante bastidores para 1, 2, 3, ó 4 carretes

Los conductores desnudos que se utilizan pueden ser de cobre semiduro, de aluminio puro (AAC) duro, o de aluminio con refuerzo de acero (ACSR)

Los conductores aislados pueden ser múltiples del tipo trenzado con 1, 2 ó 3 conductores de fase y un mensajero desnudo, se instalan en bastidores B1

Para conductores múltiples de aluminio puro (AAC) el mensajero es de ACSR.

En conductor múltiple de cobre, el mensajero es del mismo material que las fases

Los conductores forrados simples para una disposición abierta pueden ser de cobre y se instalan en la misma forma que los conductores desnudos

El forro es sólo una cubierta que evita fallas por contactos momentáneos entre fases o con ramas de árboles, el aislamiento lo da el aislador que lo soporta.

El mensajero de ACSR en los conductores múltiples de AAC se protegerá con guardalínea corto al sujetarse al carrete H

Los conductores de cobre se rematan entorchados y los conductores de AAC y ACSR se rematan con preformado

En redes de cobre únicamente se deben instalar acometidas de cobre y estas se entorchan a la línea secundaria

En redes de aluminio puro (AAC) y ACSR se utilizarán acometidas de aluminio. Solamente se se utilizan conectores bimetálicos aluminio-cobre, se podrán instalar acometidas de cobre

La longitud mínima del poste para líneas secundarias será de 9m. El conductor neutro se ubica en la parte superior del bastidor y se fija en un carrete H, tanto en estructuras de paso como de remate. A continuación se colocarán las fases a, b y c.

Cuando se presenten nuevos desarrollos habitacionales para electrificación aislados se debe analizar la conveniencia de interconectar con el neutro más próximo utilizando los postes para línea primaria.

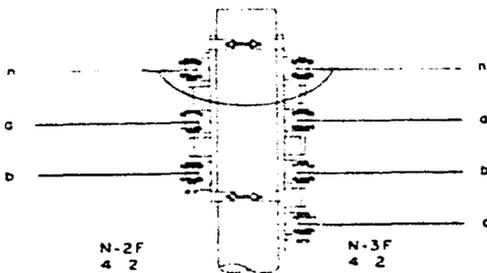
Se utilizará protección con interruptor termomagnético en aquellos casos en que en algún punto de la línea secundaria la corriente de cortocircuito monofásico más la carga, no haga operar el fusible de norma de la protección en el lado de alta tensión

El conductor neutro de las líneas secundarias debe estar interconectado en todos los postes que lo porten, además de conectado a las retenidas de líneas secundarias, sean al piso o de poste a poste

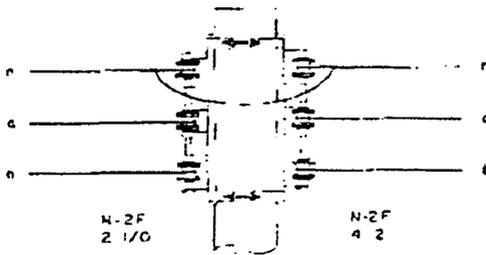
Las líneas secundarias de una misma área deben conectarse en las estructuras comunes al área, es decir, se deben formar anillos para aumentar la capacidad de cortocircuito, mediar el nivel de voltaje y reducir las pérdidas por conducción.

En áreas urbanas, todos los neutros de las áreas secundarias que queden aisladas unas de otras hasta una distancia de 50 m ó menos deben quedar interconectados cuando menos en un punto con el área adyacente instalando el conductor neutro requerido

No se requerirá retenida secundaria cuando en un poste se rematen conductores del mismo calibre con diferencia de un hilo de cada lado



No se requerirá retenida cuando en un poste se rematen el mismo número de conductores con diferencia de un calibre de norma en cada lado.



En estructuras donde existan "puentes", las acometidas se deberán conectar a ellos y no al conductor con tensión mecánica

La separación de norma entre conductores de líneas secundarias en tramos que no excedan de 65 m será de 20 cm, lo que da el bastidor

El claro promedio máximo de la línea secundaria será de 60.

En tramos que excedan de 50 m, se debe instalar un separador a mitad del tramo interpostal independientemente de que se utilice para fijar acometidas.

Si el sistema primario es 3F-4F y si se van a instalar transformadores monofásicos, estos deben tener una boquilla en alta tensión. En estos casos sólo se tenderá el número de fases requeridas para alimentar el transformador. En caso de alimentar 5 o más transformadores, se tenderán 2 ó 3 fases balanceando la carga entre ellas.

Se debe tender una fase para alimentar 5 transformadores monofásicos como máximo. En este caso el conductor será ACSR No 2 AWG. El conductor mínimo a utilizar en líneas secundarias con material de cobre será en No 6 AWG. Para líneas con conductor de aluminio puro (AAC) será el No 3/0 AWG y para ACSR será el No 2 AWG.

Al final del área secundaria se puede reducir el número de fases y/o su calibre en función de la carga por alimentar.

Sólo se construirán líneas secundarias en vías públicas.

Al final del área secundaria donde ya no se continúe el neutro, se instalará una bajante de tierra, cuyo valor no excederá de 25 Ohms en tiempo de secas. El neutro y la retenida del remate se conectará a esta bajante.

Se procurará mantener la altura de la línea secundaria lo más uniformemente posible en base a la que determine el poste de 9 m, independientemente de que esté sujeta a estructuras para líneas primarias, estructuras con equipo o a postes de 9m. Para dar libramiento a edificios o equipos de transformación intale ménsula "BS"

En el caso de que exista conflicto de líneas secundarias con arbotantes de alumbrado público, se debe instalar un bastidor en dicho arbotante. Si la línea secundaria se instala después del arbotante, corresponde colocar el bastidor al responsable de la obra de electrificación.

En avenidas o calles con o sin camellón cuya distancia entre cordones sea mayor de 20 m, se debe instalar línea secundaria en ambas aceras.

Todas las retenidas de las líneas secundarias se deben conectar al conductor neutro.

Las retenidas para líneas secundarias no llevarán aislador tipo "R".

Los separadores en líneas secundarias donde se instale acometida no deberán flexionar la línea. Cuando la acometida cruce la calle, deberá existir otra que la compense en la misma dirección y sentido opuesto, en caso de no ser posible, la acometida debe quedar floja.

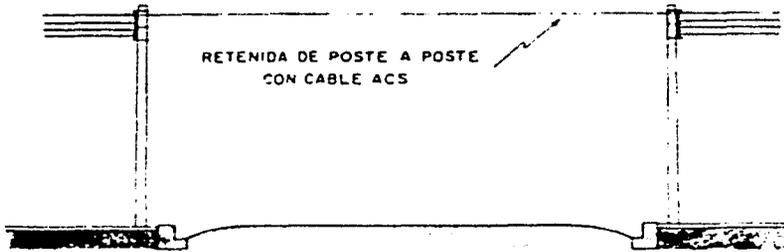
La regulación de voltaje en las líneas secundarias será de un máximo de 5% en áreas trifásicas y de 3% en áreas monofásicas en condiciones de demanda máxima.

El banco de transformación se debe instalar en su centro de carga. Para determinar las demandas diversificadas de los usuarios residenciales para nuevos fraccionamientos se deben muestrear con pruebas de carga y voltaje cuando menos 5 áreas ya saturadas (con un mínimo de 5 años de estar en operación) con características socioeconómicas similares a la propuesta. Con el resultado de estas mediciones se proyectará el nuevo fraccionamiento sin utilizar factores de ajuste por crecimiento.

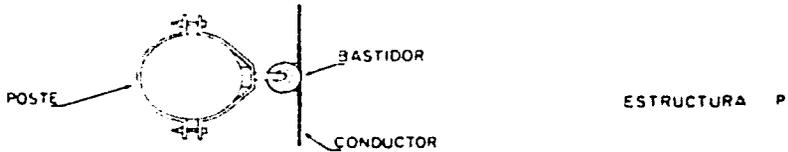
En redes secundarias con conductores de cobre en ambientes contaminados, las retenidas de poste a poste deben ser con cable ACS conectando los extremos de los neutros adyacentes. El calibre del cable ACS será el equivalente mecánico al de acero galvanizado y deberá tener una conductividad equivalente a la del neutro de mayor calibre instalado entre esos dos tramos.

ESTRUCTURAS PARA LÍNEAS SECUNDARIAS.

ESTRUCTURA DE PASO



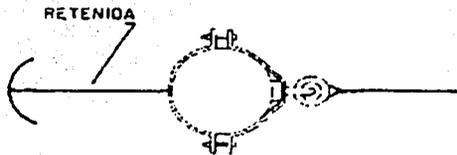
ESTRUCTURA DE PASO



Lista de materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
	CANTIDAD							
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BS	1	2	2	2	1	2	2	2
BASTIDOR B*	1	1	1	1	1	1	1	1
CARRETE H	1	1	1	1	1	1	1	1
AISLADOR 1C	0	1	2	3	0	1	2	3
AMARRE	1	2	3	4	1	2	3	4

ESTRUCTURA DE REMATE

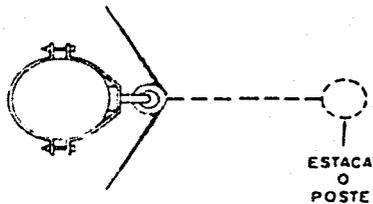


ESTRUCTURA R

Lista de materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
	CANTIDAD							
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BS	1	2	3	3	1	2	3	3
BASTIDOR B*	1	1	1	1	1	1	1	1
CARRETE H	1	1	1	1	1	1	1	1
AISLADOR 1C	0	1	2	3	0	1	2	3
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	1	2	3	4
RETENIDA	1	1	1	1	1	1	1	1
BAJANTE DE TIERRA	1	1	1	1	1	1	1	1
CONECTADOR	0	0	0	0	1	1	1	1

ESTRUCTURA DE DEFLEXION (CONVEXA)

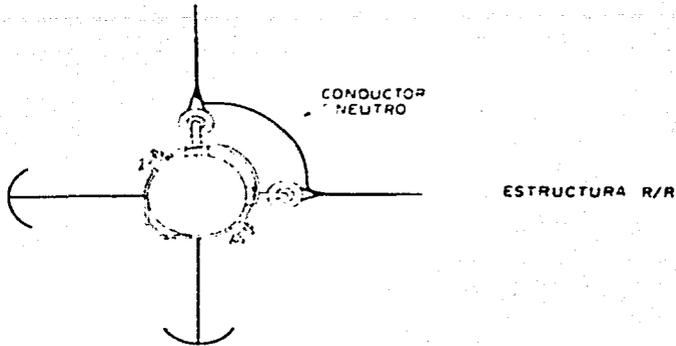


ESTRUCTURA D

Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
CANTIDAD								
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BS	1	2	2	2	1	2	2	2
BASTIDOR B*	1	1	1	1	1	1	1	1
CARRETE H	1	1	1	1	1	1	1	1
AISLADOR 1C	0	1	2	3	0	1	2	3
GUARDALINEAS CORTO	0	0	0	0	1	2	3	4
AMARRE	1	2	3	4	1	2	3	4
RETENIDA RPE	1	1	1	1	1	1	1	1
CONECTOR	0	0	0	0	1	1	1	1

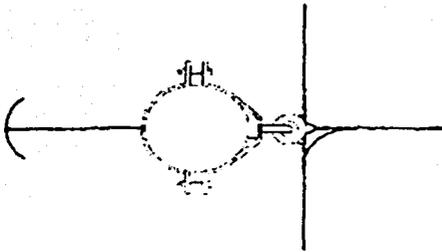
ESTRUCTURA CON DOS REMATES A 90°



Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
CANTIDAD								
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BS	2	3	4	4	2	3	4	4
BASTIDOR B*	2	2	2	2	2	2	2	2
CARRETE H	2	2	2	2	2	2	2	2
AISSLADOR 1C	0	2	4	6	0	2	4	6
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	2	4	6	8
RETENIDA RSA	2	2	2	2	2	2	2	2
CONECTADOR	0	0	0	0	3	3	3	3

ESTRUCTURA DE REMATE Y PASO

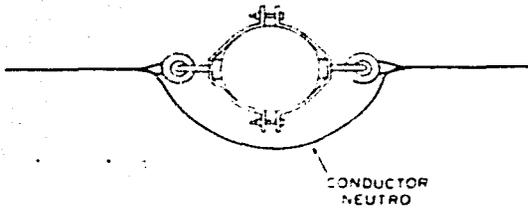


ESTRUCTURA P-R

Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A C C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
CANTIDAD								
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BS	1	2	3	3	1	2	3	3
BASTIDOR B*	1	1	1	1	1	1	1	1
CARRETE H	1	1	1	1	1	1	1	1
AISLADOR 1C	0	1	2	3	0	1	2	3
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	1	2	3	4
CONECTADOR	0	0	0	0	2	3	4	5
RETENIDA RSA	1	1	1	1	1	1	1	1
AMARRE	1	2	3	4	1	2	3	4

ESTRUCTURA CON DOBLE REMATE

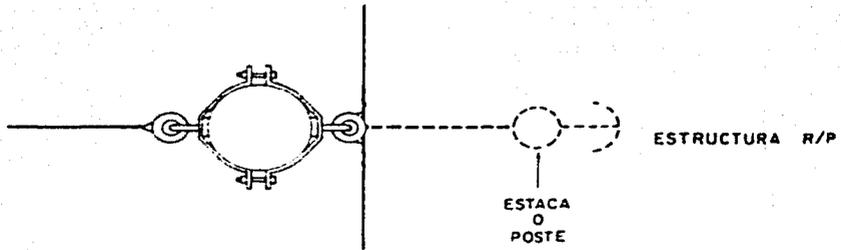


ESTRUCTURA R/R

Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
	CANTIDAD							
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BD	1	2	3	3	1	2	3	3
BASTIDOR B*	2	2	2	2	2	2	2	2
CARRETE H	2	2	2	2	2	2	2	2
AISLADOR 1C	0	2	4	6	0	2	4	6
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	2	4	6	8
CONECTADOR	0	0	0	0	1	2	3	4

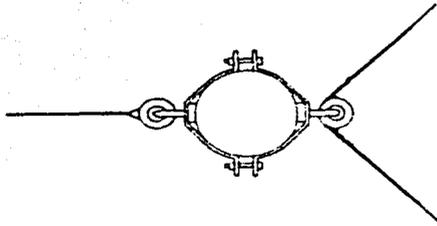
ESTRUCTURA DE REMATE Y PASO



Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
	CANTIDAD							
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BD	1	2	3	3	1	2	3	3
BASTIDOR 1B* S/N	2	2	2	2	2	2	2	2
CARRETE H	2	2	2	2	2	2	2	2
AISLADOR 1C	0	2	4	6	0	2	4	6
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	1	2	3	4
CONECTADOR	0	0	0	0	2	3	4	5
RETENIDA	1	1	1	1	1	1	1	1
AMARRE	1	2	3	4	1	2	3	4

ESTRUCTURA DE REMATE Y DEFLEXION

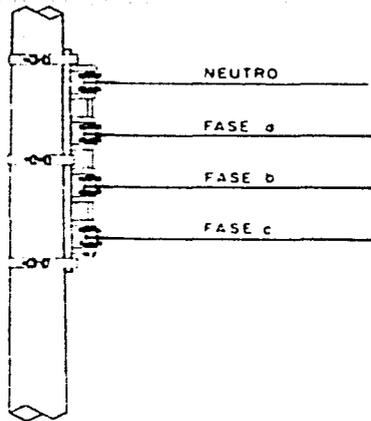


ESTRUCTURA R/O

Lista de Materiales

DESCRIPCION CORTA	MATERIAL							
	COBRE				A A C o ACSR			
	N	N-1F	N-2F	N-3F	N	N-1F	N-2F	N-3F
CANTIDAD								
POSTE CONCRETO PC-9-450	1	1	1	1	1	1	1	1
ABRAZADERA 1BD	1	2	3	3	1	2	3	3
BASTIDOR 1B*	2	2	2	2	2	2	2	2
CARRETE H	2	2	2	2	2	2	2	2
AISLADOR 1C	0	2	4	6	0	2	4	6
REMATE PREFORMADO	0	0	0	0	1	2	3	4
GUARDA LINEA CORTO	0	0	0	0	1	2	3	4
CONECTADOR	0	0	0	0	1	2	3	4
AMARRE	1	2	3	4	1	2	3	4

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES SECUNDARIOS



El conductor neutro va fijo en un carrete H de fierro galvanizado.

Al construir líneas secundarias, se debe respetar el faseo con otras áreas secundarias adyacentes

En el caso de cruzamientos con vías de comunicación o de problemas de libramiento a tierra se puede optar por disposición horizontal de los conductores secundarios instalados en crucetas. Los bastidores B1 se fijarán a la cruceta con tornillo en las perforaciones para los alfileres

En caso de que se instale conductor para alumbrado público se debe colocar a 100 cm del conductor neutro y debe ser independiente por cada área secundaria. Se evitará el uso de control múltiple. En postes de 9 m, el canal del bastidor se colocará al ras de la punta del poste



CONDUCTORES PARA LÍNEAS SECUNDARIAS.

En líneas secundarias de cobre el neutro será de un calibre de norma inmediato inferior al de las fases. En AAC y ACSR será del mismo calibre que las fases.

Las conexiones de puentes y acometidas de cobre serán entorchadas en el mismo conductor.

Los remates de conductores ligeros de cobre (hasta el No. 2 AWG) se harán con entorche.

Los remates de conductores pesados de cobre se harán con "madrina".

El conductor de cobre de calibre mínimo a utilizar en líneas secundarias (en fase a neutro) será el No 6 AWG

El transformador debe instalarse en el centro de carga en el área.

El calibre de los conductores de cobre en la cuadra donde se instala el transformador (suponiendolo a la mitad de la cuadra), serán los siguientes:

SISTEMA MONOFASICO TRIFILAR 120/240 V (2F - 3F)		
CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (kVA)	CALIBRE (AWG)	
	F A S E	N E U T R O
10	6	6
15	6	6
25	4	4
37.5	2	2
50	1/0	2
75	3/0	1/0

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (kVA)	CALIBRE (AWG)	
	FASE	NEUTRO
15	6	6
30	6	6
45	4	4
75	1/0	2
112.5	3/0	1/0
150	3/0	1/0

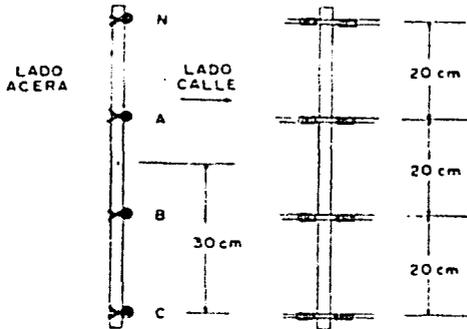
Para transformadores instalados en esquinas y aproximadamente en el centro de carga, usar un calibre inmediato inferior al de las tablas anteriores.

En caso de que la línea secundaria sea de ACSR o AAC, los conductores serán de un calibre inmediato superior normalizado a los indicados en las tablas anteriores.

USO DE SEPARADORES.

El uso de separadores en líneas secundarias es un auxiliar para mantener la distancia entre los dos conductores. También sirve para hacer que los conductores trabajen en conjunto cuando alguno de ellos se somete a un esfuerzo de tensión horizontal perpendicular a la línea, como es el caso de las acometidas.

Las tensiones horizontales se deben hacer el centro de las líneas.



Observaciones para el uso de separadores secundarios:

- Todos los conductores deben quedar sujetos al separador.
- En tramos mayores a 50 m, instalar como mínimo un separador a medio tramo, aún sin que exista acometida.

V.3 TENDIDO Y TENSADO DE CONDUCTORES

Precauciones que se deben tener para el manejo de los conductores y su colocación sobre estructuras de líneas aéreas.

Los conductores de aluminio, por sus limitadas características mecánicas, requerirán de un manejo más cuidadoso que los conductores de cobre.

Los conductores están sujetos a elongaciones definitivas cuando se les aplica una tensión mecánica permanente.

Las técnicas de tendido están en función del tipo de material (cobre o aluminio), calibre del conductor, de la longitud a tender y del lugar de instalación (urbano o rural).

Las medidas de seguridad se deben extremar tanto para protección del personal de líneas como para terceros en sus bienes y en sus personas.

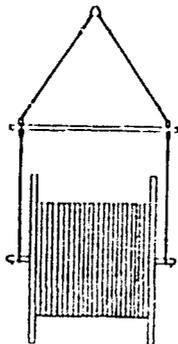
Antes de iniciar estas maniobras verifique que las estructuras y retenidas sean las adecuadas al calibre del conductor y que estén debidamente terminadas. Además confirme la disponibilidad de todo el material y equipo necesario para el trabajo.

Tome en cuenta los obstáculos que existan en el área de trabajo (anuncios, árboles, etc) para evitar enganches con la línea.

MANEJO DE CONDUCTORES.

Los conductores normalmente están enrollados en carretes de madera por lo que el manejo y almacenaje de los carretes requiere de cuidados.

Los carretes se deben izar mediante el uso de cadenas o estrobos como se indica. El uso de la barra o tubo de fierro es obligada para no estrangular las paredes o tapas del carrete y evitar su eventual destrucción.



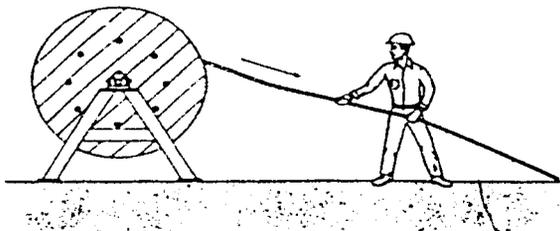
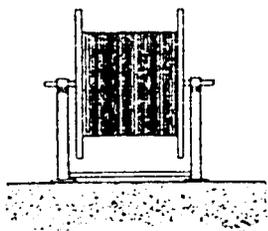
Se debe evitar asentar el carrete sobre superficies húmedas. Si se asienta en tierra instale calzas o tarimas para evitar daño a las tapas.

A continuación se dan las características de algunos estrobos de acero.

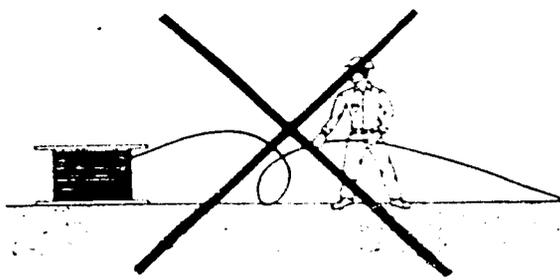
ESTROBOS DE ACERO						
DIAMETRO		LONGITUD	TIPO	CARGA DE RUPURA	CARGA DE TRABAJO	APLICACION
m m	pulgadas	cm		kg	kg	
12.7	1/2	3.0	CORRA	2,400	1,480	LEVANTAR CARRETES
11.11	7/16	1.40	SUPERFIX	2,000	1,500	TENSAR CONDUCTORES
12.7	1/2	2.0	BOA con argolla de 3.4"	10,700	2,000	IZAR POSTES

Evite improvisar estrobos con cable de acero para retenida. Vigile que los ganchos y eslabones estén bien instalados en el cable de acero y que éste no presente hilos sueltos.

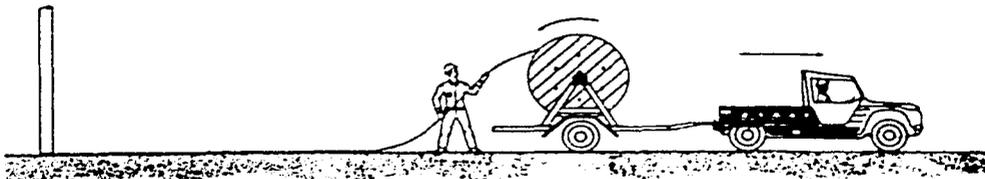
Para desenrollar un carrete utilice "gatos" de apoyo con chumaceras o devanadora.



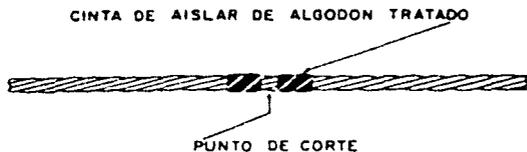
Nunca desenrolle el conductor con el carrete acostado, pues se forman "cocas" que pueden dañar el conductor



Debido a lo ductil del material, el conductor de aluminio o ACSR no se debe arrastrar, se deberá tender en el suelo conforme se retira del carrete. El extremo del cable debe sujetarse a un poste o ancla.



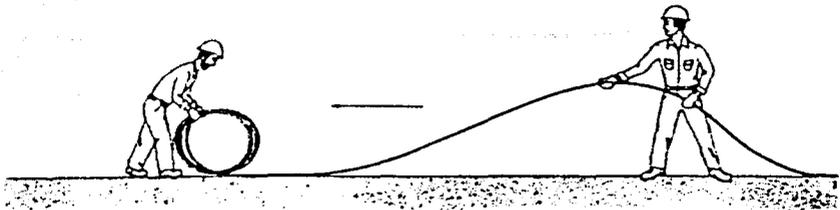
Antes de cortar los cables se deben encintar para que no se desfloren y evitar accidentes.



En el manejo o traslado de los carretes, la punta del conductor deberá estar sujeta a la cara interior de una de las tapas del carrete

Al descargar carretes de un camión o plataforma no se deben dejar caer, debe utilizarse el medio mecánico apropiado como grúa, montacargas, plataformas, etc.

Para el tendido del conductor en rollos sin carrete, se deberá rodar directamente sobre el piso en el lugar del tendido. También se pueden utilizar devanadoras horizontales



TENDIDO DE CONDUCTORES EN AREA URBANA

A continuación se presentan algunas indicaciones a tomar en cuenta para el tendido y tensado de conductores para líneas aéreas urbanas.

En la construcción de nuevas líneas, primero se debe tender y tensar la línea primaria y posteriormente la línea secundaria

Cuando no existan problemas por tránsito de vehículos en la trayectoria de la línea se tenderá el conductor en el piso. Los conductores de AAC o ACSR no se deben arrastrar

a) En la construcción de una línea primaria se subirá primero a la cruceta el conductor del lado de la acera, luego el conductor de la fase central y por último el del lado del arroyo

b) En líneas secundarias primero se debe subir y sujetar el conductor superior (neutro), posteriormente el conductor inmediato inferior y así sucesivamente

Cuando existan problemas por tránsito de vehículos en la trayectoria del tendido, se optará por llevar los conductores sobre las estructuras

a) La línea primaria se llevará sobre rodillos instalados en las crucetas, procurando mantener una tensión suficiente el conductor para que no cuelgue demasiado y ocasione problemas por libramiento inadecuado con algunos obstáculos o superficies. En el caso de conductores pesados se utilizará una guía de polipropileno para tenderlos sobre las estructuras

b) En el caso de que se tienda una línea primaria donde exista línea secundaria en operación, se debe desenergizar ésta última.

En áreas urbanas no se recomienda pretensar el conductor en el lugar de la instalación.

Una vez tendido el conductor sobre la postera, remate un extremo del conductor y jale el otro extremo con una polea triple para recuperar el conductor. Posteriormente utilice un montacargas para dar al conductor el 60% de la tensión especificada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura ambiente al momento de rematar.

Después de dar la tensión o flecha requerida corte el cable dejando suficiente punta para las conexiones, si la línea no se continua.

Procure dejar los puentes de una sola pieza, es decir, sin instalar conectadores.

Durante los trabajos de tendido y tensado de conductores, es necesario instalar avisos de precaución para alertar a los transeúntes. Donde se instalen los carretes para tender o devanar conductor, es necesario acordonar el área de trabajo para impedir el paso de personas ajenas a estas actividades.

Durante todo el proceso de retirar, tender y tensar conductores, es necesario vigilar constantemente que el conductor no se enganche con algún obstáculo.

TENSADO DE CONDUCTORES SECUNDARIOS

Debido a la disposición de las líneas secundarias, las flechas de todos los conductores deben ser iguales. Por ello la flecha del conductor de mayor calibre determinará la de los demás.

La tensión mecánica para los conductores de líneas secundarias es del 60% de las indicadas en las tablas de flechas y tensiones para tramo corto a la temperatura al momento de rematar.

Para el caso de conductores de AAC o ACSR, coloque el remate en el cuello del aislador, jale manualmente el conductor por rematar en dirección al carrete H o aislador 1C, proceda al acomodo de una de las "piernas" del remate sobre el conductor a partir de la marca de fábrica, envolviendo las varillas del remate hasta la mitad de su longitud.



Al iniciar la envoltura sobre el conductor de la otra "pierna" del remate, proceda a hacer coincidir las marcas envolviendo hasta la mitad de su longitud.



Afloje la tensión del montacarga y verifique la flecha del conductor.

Una vez obtenida la flecha deseada proceda a terminar de envolver debidamente el resto del remate hasta sus extremos

En caso de que la flecha sea mayor que la deseada, desenvuelva el remate, tense nuevamente el conductor hasta dar la flecha requerida.

Si la flecha es menor se puede aflojar la tensión del conductor desenvolviendo lentamente el remate cuidando que el deslizamiento del conductor sea gradual hasta obtener la flecha deseada

Es prácticamente recomendable dar al conductor una tensión ligeramente mayor a la requerida, para compensar el acomodo del conductor y del remate entre el tensor y el carrete H o aislador 1C al aflojar la tensión del montacarga.

Una vez definida la flecha del conductor de mayor calibre, proceda a igualar las flechas de los demás conductores

Como el conductor neutro no necesariamente es del mismo calibre que las fases, su flecha queda determinada por la de los conductores de fase, que pueden ser de mayor calibre

Cuando se adicione uno o más conductores las flechas deberán ser las mismas.

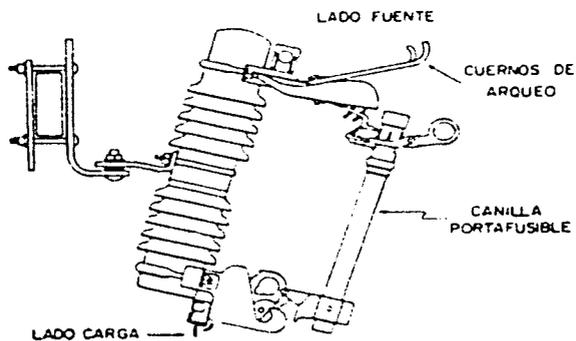
Capítulo VI.

INSTALACIÓN DE EQUIPOS EN UNA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICA.

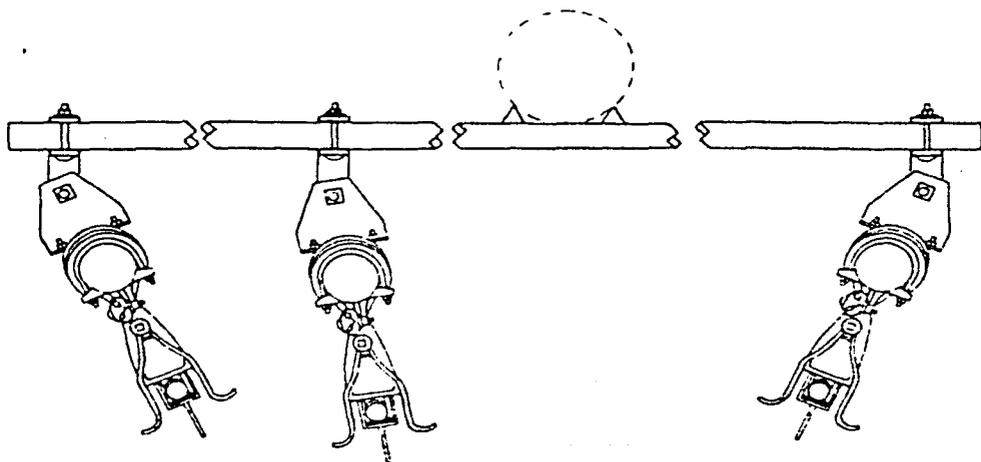
VI.1 EQUIPOS

CORTACIRCUITO FUSIBLE

Los cortacircuitos fusibles para equipo se instalan en una cruzeta independiente de la línea en el siguiente nivel inferior. Se colocan en el punto donde se ubican las perforaciones para los alfileres.

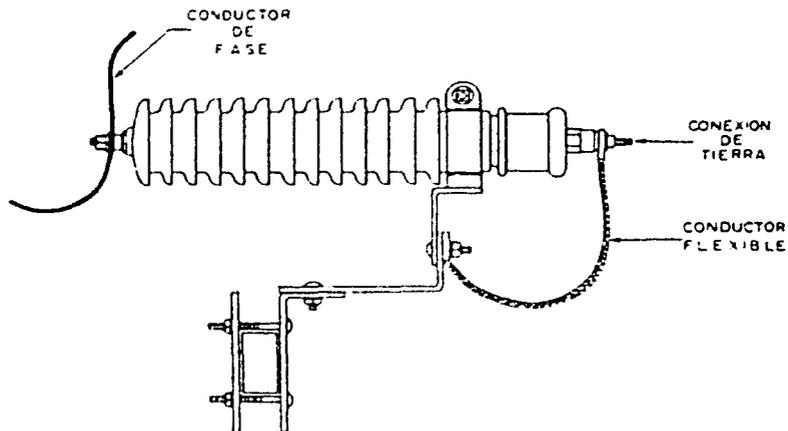


Las conexiones eléctricas de la línea al cortacircuitos y de éste al equipo o línea que alimente, serán con conductor de cobre. La posición debe quedar orientada de tal forma que facilite su operación (apertura o cierre) con la pértiga. Se debe verificar el apriete de las tuercas y no omitir instalar las arandelas que se proporcionan con el equipo.



APARTARRAYO

La fijación del apartarrayos a la cruceta metálica se efectuará con el herraje proporcionado por el fabricante. Su posición será horizontal.



La conexión de la fase al apartarrayos se hará de paso al cortacircuitos o equipo dejando una pequeña curva para no dejar mecánicamente rígida esta interconexión

El conductor flexible para la conexión a tierra se aprieta firmemente al herraje de sujeción del apartarrayos

La bajante de tierra se conectará a una de las tuercas de la abrazadera "U" que sujeta la cruceta al poste. La interconexión de la tierra de los apartarrayos se hará a través de la cruceta metálica

CONEXIÓN A TIERRA DEL TANQUE DEL TRANSFORMADOR.

Este montaje se aplica para conectar a tierra y a neutro transformadores monofásicos de una sola boquilla en alta tensión en sistemas de distribución con neutro corrido o en sistemas con retorno por tierra.

En un sistema con neutro corrido donde se instalen transformadores monofásicos con conexión "YT" en el lado de alta tensión (con una sola boquilla), la conexión al neutro y a tierra se hace a una placa soldada al tanque del transformador.

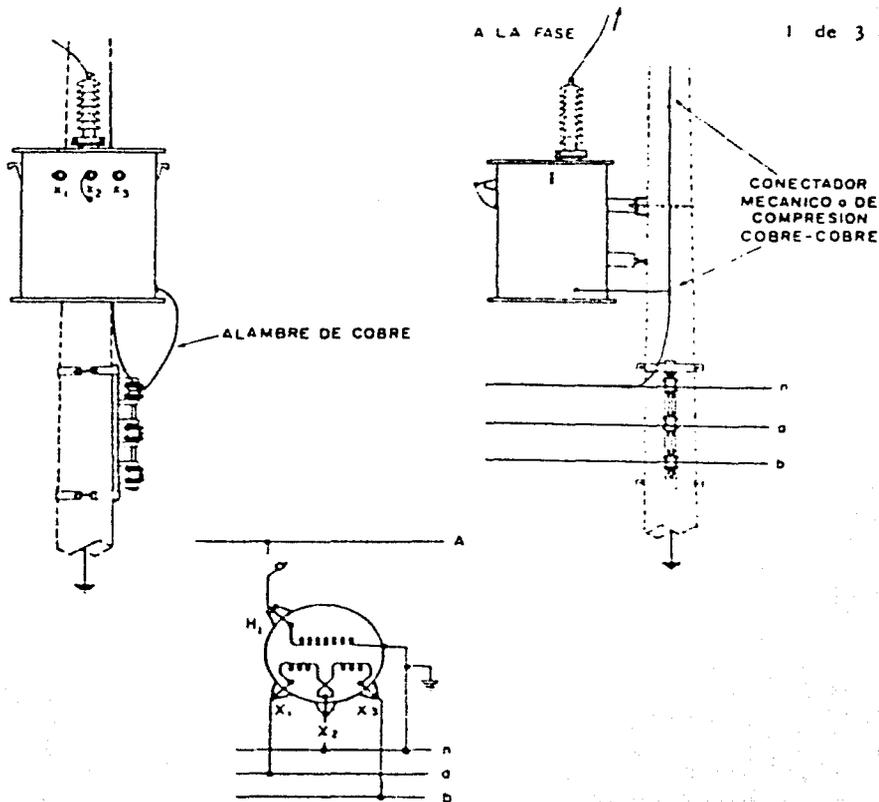
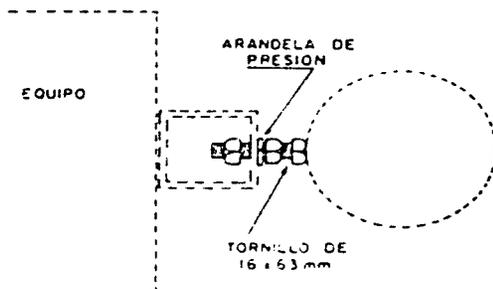


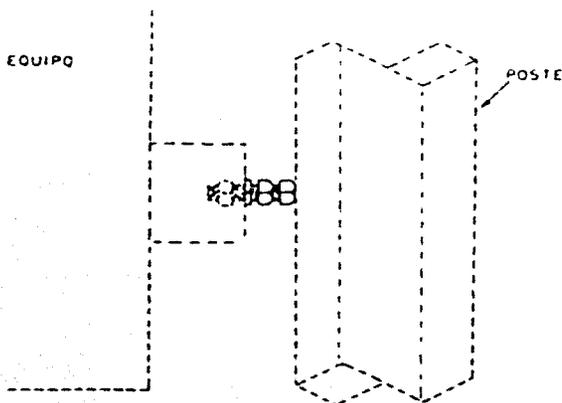
Diagrama de Conexiones

SEPARADOR CON TORNILLO

Se utilizará un tornillo en el soporte inferior de los transformadores para separar el transformador del poste. Este tipo de separador se usa para transformadores ligeros.



Una vez sujeto el transformador con el dispositivo CV1 y abrazadera, se inserta el tornillo con tuerca adicional en la ranura del soporte del transformador; la cabeza del tornillo debe topar en el poste y con el ajuste de las tuercas se nivelará el transformador. Se deben dejar bien apretadas las tuercas. No olvidar instalar la arandela de presión.



SUJECIÓN CON SOPORTE CV1.

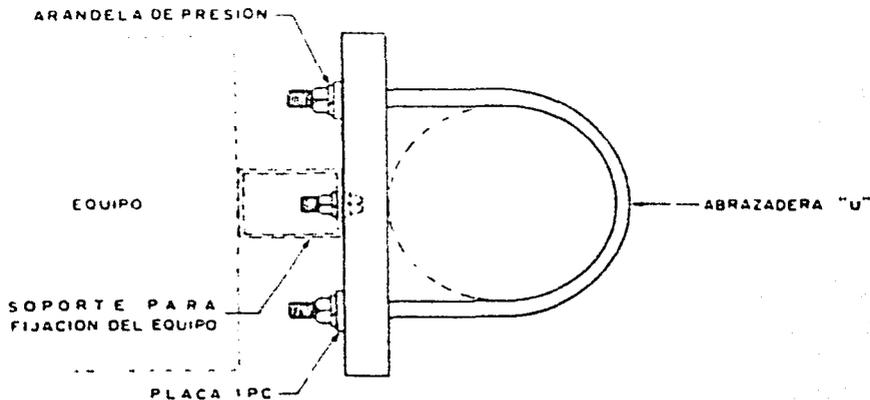
Seleccionar la abrazadera "U" en función de la altura del transformador al poste.

Se fija al transformador el soporte CV1 con un tornillo de 16 x 63 mm, quedando el tornillo al centro del soporte. Se inserta una placa 1PC que quede hacia el poste y la arandela de presión hacia el equipo; insertar el tornillo hasta el tope de la ranura del soporte superior del transformador y el soporte debe quedar en posición horizontal

Se sube el equipo a la altura indicada y se inserta la abrazadera "U", apretar firmemente las tuercas sin olvidar la placa 1PC y la arandela de presión. Soltar el equipo

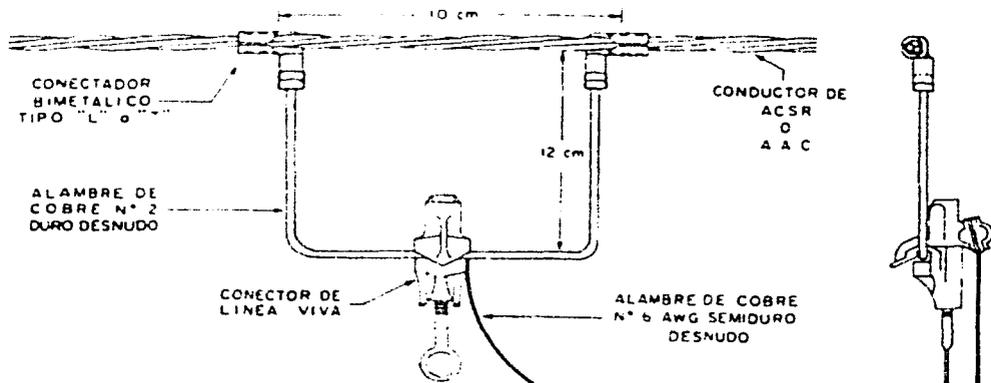
Se consideran como transformadores ligeros los que tengan un peso hasta de 500 kg, transformadores de mayor peso se consideran transformadores pesados.

En transformadores ligeros se utiliza soporte CV1 en la parte superior y tornillo en el soporte inferior para usarse como separador. En transformadores pesados utilizar dos soportes CV1 uno en la parte superior y otro en la parte inferior. Para sujetarlos al poste se requiere que las abrazaderas "U" queden perpendiculares al poste y los tornillos en el tope de las ranuras de los soportes del transformador. De esta forma se reparte el peso equitativamente



ESTRIBO PARA CONECTADOR DE LÍNEA VIVA.

Para fijar el conector de línea viva en conductores de ACSR o AAC se debe utilizar estribo. Se debe usar el conector en puntos de conexión donde circulen corrientes inferiores a 10 amperes que estén sujetos a desconexión eventual y conectados a cortacircuitos fusibles. Se puede utilizar para bancos de distribución y acometidas (no en ramales). Para instalarlos o retirarlos será con pértiga escopeta. Para la conexión y desconexión se deberán tener abiertos los cortacircuitos fusibles, su operación requiere medidas extremas de seguridad por los puentes desconectados y sueltos, por lo que se recomienda asegurarlos o verificar que su movimiento no provoque una condición insegura. Al apretar el conector debe quedar perpendicular a la línea, porque los falsos contactos lo soldan al estribo y provocan radio-interferencia.



EQUIPO.

Todo el equipo eléctrico, excepto las cuchillas, deben tener protección contra sobrevoltaje (apartarrayos) en cada una de las fases de conexión al equipo, tanto en el lado fuente como en el lado carga. En baja tensión no se instalarán apartarrayos.

Todos los transformadores deben tener protección contra sobrecorriente con eslabones fusibles.

El tanque de los transformadores, deben estar aterrizados en la base de la estructura. El valor de resistencia de tierra será de un máximo de 25 ohms en tiempo de secas. La bajante de tierra se conectará al conductor neutro del sistema (de existir).

Al transportar el equipo se requiere de un correcto estibaje y sujeción al vehículo, preferentemente en su empaque de fábrica

Todas las conexiones del equipo eléctrico se deben hacer con conductor de cobre semiduro desnudo. El calibre mínimo será No 4 AWG, excepto en las salidas de baja tensión de los transformadores

SELECCIÓN DE APARTARRAYOS

La selección del apartarrayos está en función del voltaje de línea a tierra y del tipo de sistema

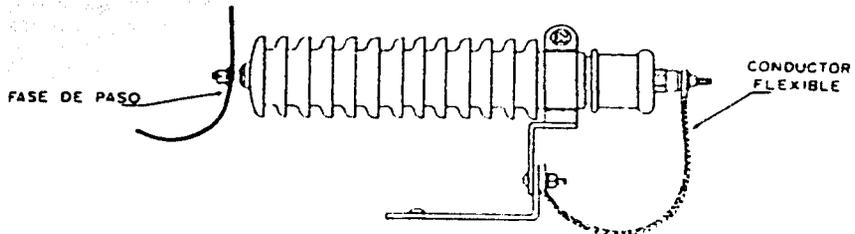
SELECCION DE APARTARRAYOS				
VOLTAJE ENTRE FASES (Volts)	TENSION DE DESIGNACION (EN kv)			
	TIPOS DE SISTEMA			
	A	B (3)	C	D
13 200	9/10	12	*	15
23 000	15	18	*	25
33 000	27	30	*	37

*Este sistema supone una reactancia del neutro del transformador de la subestación a tierra

La conexión de tierra del apartarrayo o bajante de tierra no debe ser rígida para que en caso de falla se pueda expulsar el indicador de falla del apartarrayo

CONEXIÓN DE APARTARRAYOS.

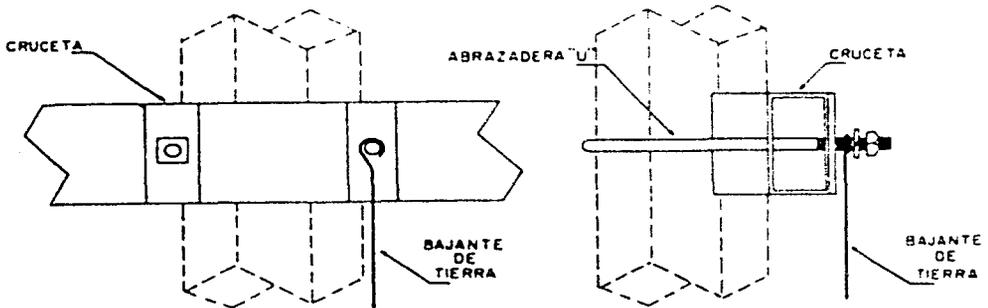
Los apartarrayos se instalarán en posición horizontal preferentemente.



El conductor flexible de la terminal para conexión a tierra del apartarrayo se debe conectar a una de las tuercas de sujeción del herraje de soporte. La conexión de este a tierra será a través de la cruceta metálica

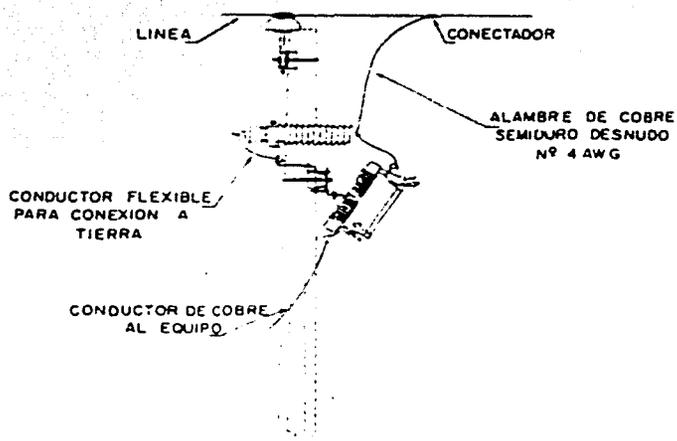
Todas las conexiones mecánicas deberán estar firmemente apretadas para asegurar la conexión eléctrica y la rigidez de la instalación. La bajante de tierra (de una sola pieza) se conectará a la cruceta de la abrazadera "U", entre la cruceta y la arandela de presión

Toda la bajante será con conductor de cobre. De esta bajante se harán las derivaciones al equipo y al neutro, será con alambre de cobre No 4 AWG

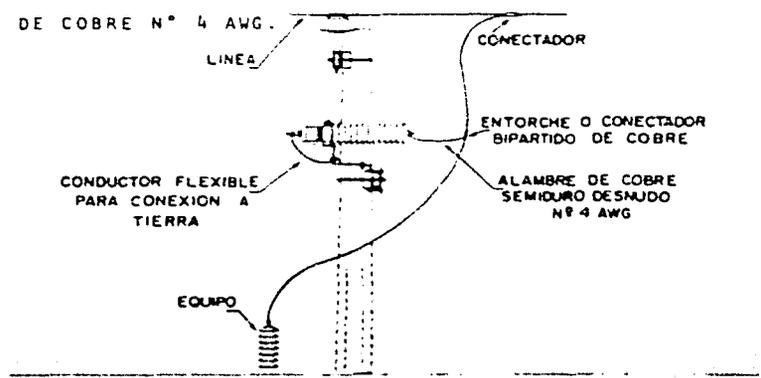


La conexión de la línea al equipo o cortacircuitos fusible se hará normalmente con alambre de cobre semiduro desnudo No 4 AWG. Este puente quedará de

paso por el apartarrayos. El puente del apartarrayos al cortacircuitos fusible debe formar una "S".



En caso de que el equipo por alimentar requiera de conductor mayor al No. 4 AWG, el puente de la línea al equipo se hará de una sola pieza y la conexión al apartarrayos se tomará como una derivación de este puente, tal derivación se hará con alambre de cobre No. 4 AWG.



VI.2 TRANSFORMADORES

Todos los bancos de transformación tendrán protección contra sobrevoltaje en el lado primario con apartarrayos tipo autovalvular.

La capacidad del listón fusible para protección del banco debe ser de la capacidad más próxima a la corriente nominal en el lado de alta tensión del banco de transformación

Los bancos de transformadores no llevarán protección en el lado de baja tensión, excepto cuando el valor de la corriente de un cortocircuito de fase a neutro al final del área sea menor que dos veces la corriente nominal del fusible de norma, en cuyo caso se instalará protección con interruptor termomagnético

Todas las conexiones eléctricas en el banco de transformación se harán con conductores de cobre

Todos los bancos de transformadores para distribución se deben instalar en su centro de carga

La resistencia del poste para la estructura del banco deberá ser apropiada al peso del banco y lugar de instalación

En el poste de los bancos de transformación se procurará mantener la altura al piso de la línea secundaria que dan los postes de 9 m, si no se logra mantenerla debido a la dimensión del transformador, utilice mensula SB

La altura mínima a piso del conductor inferior de la línea secundaria será de 6 m medidos en el poste del banco

El banco se puede instalar en una esquina siempre y cuando se respete el libramiento a piso

Los transformadores ligeros (hasta un peso de 500 kg) se sujetan al poste con un soporte CV1 en la parte superior y como separador se usará un tornillo de 16 x 63 mm. Para sujetar transformadores pesados (peso mayor a 500 kg) se utilizarán dos soportes CV1

SELECCIÓN DE FUSIBLES PARA BANCOS DE TRANSFORMADORES.

Tabla selectiva de listón fusible para protección contra sobrecorriente en transformadores de distribución monofásicos.

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 distribución.

I.- Corriente nominal primaria

F.- Capacidad nominal del fusible

Utilizar fusibles tipo universal, con velocidad estándar o "K".

M O N O F A S I C O S	CAP DEL TRANSF	VOLTAJE PRIMARIO											
		UNA BOQUILLA						DOS BOQUILLAS					
	13200/7620	22860/13200		33000/19050		13200		23000		33000			
kVA	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	
5	0.66	0.50	0.38	0.50	0.26	0.50	0.38	0.50	0.22	0.50	0.15	0.50	
10	1.31	1.5	0.75	0.75	0.52	0.50	0.76	0.75	0.43	0.50	0.30	0.50	
15	1.97	2	1.14	1	0.79	0.75	1.14	1	0.65	0.75	0.45	0.50	
25	3.28	3	1.89	2	1.31	1.5	1.89	2	1.09	1	0.75	0.75	
37.5	4.92	5	2.84	3	1.97	2	2.84	3	1.63	1.5	1.14	1	
50	6.56	6	3.79	4	2.62	3	3.79	4	2.17	2	1.52	1.5	
75	9.84	10	5.68	6	3.94	4	5.68	6	3.26	3	2.27	2	

SELECCIÓN DEL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

Los interruptores termomagnéticos para protección de transformadores de distribución deben ser unidades de un polo formando juegos de dos y tres fases para la protección de transformadores monofásicos y trifásicos respectivamente.

La capacidad máxima de los interruptores termomagnéticos utilizados para protección de bancos de transformación es de 100 A

Sólo se deben instalar interruptores termomagnéticos cuando la corriente de un cortocircuito de fase a neutro al final del área sea menor que el doble de la corriente nominal del fusible de norma

La capacidad de los interruptores que se instalen en ramales de líneas secundarias en poblados rurales se deben seleccionar en función del conductor instalado y de la corriente de carga del ramal; tal capacidad no debe ser menor de 40 A.

M O N O	CAPACIDAD DEL TRANF Kva	120/240 VOLTS		T R I	CAPACIDAD DEL TRANS Kva	220/127 VOLTS	
		CORRIENTE NOMINAL AMPERES	INT TERMO MAGNETICO Amperes			CORRIENTE NOMINAL Amperes	INT. TERMO MAGNETIC O Amperes
F	5*	21	20	F	15	39	40
A	10	41	40	A	30	79	70
S	15	63	50	S	45	118	100
I	25	104	100	I	75	197	200
C	37.5	156	150	C	112.5	295	300
O	50	208	200	O	150	394	400
S	75	312	300	S			

CONDUCTORES PARA CONEXIÓN DE TRANSFORMADORES.

Todas las conexiones desde la línea primaria y los apartarrayos, cortacircuitos fusible y de estos al banco de transformación, así como las conexiones a tierra de los apartarrayos y la bajante de tierra, serán con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre No. 4 AWG.

Todas las conexiones de los bornes secundarios de las fases del transformador a la línea secundaria serán con cable aislado CF-600.

El calibre se seleccionará en base a la tabla siguiente:

TRANSFORMADORES MONOFASICOS				
k V A	CORRIENTE NOMINAL (Amperes)	No Y CALIBRE DE CONDUCTORES DE FASE (AWG O kCM)		CONDUCTOR NEUTRO (AWG)
		1 CONDUCTOR	2 CONDUCTORES	
10	41	6	-	6
15	63	4	2 No 6	6
25	104	2	2 No 6	4
37.5	156	1/0	2 No 4	2
50	208	3/0	2 No 2	1/0
75	312	250	2 No 1/0	3/0

La conexión del borne neutro del transformador al neutro de la línea secundaria será con cable de cobre semiduro, desnudo y de un calibre normalizado inmediato inferior al de las fases

A continuación 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 deberán utilizar los factores de corrección

La temperatura máxima del conductor 75°C

En caso de cambiar un transformador, verificar que los conductores de conexión a la línea secundaria sean los indicados para la capacidad del transformador

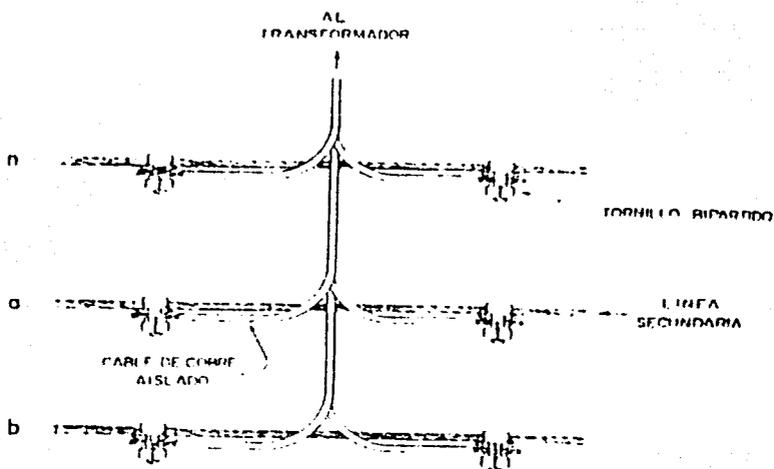
La conexión de las salidas del transformador a la línea secundaria se harán como sigue

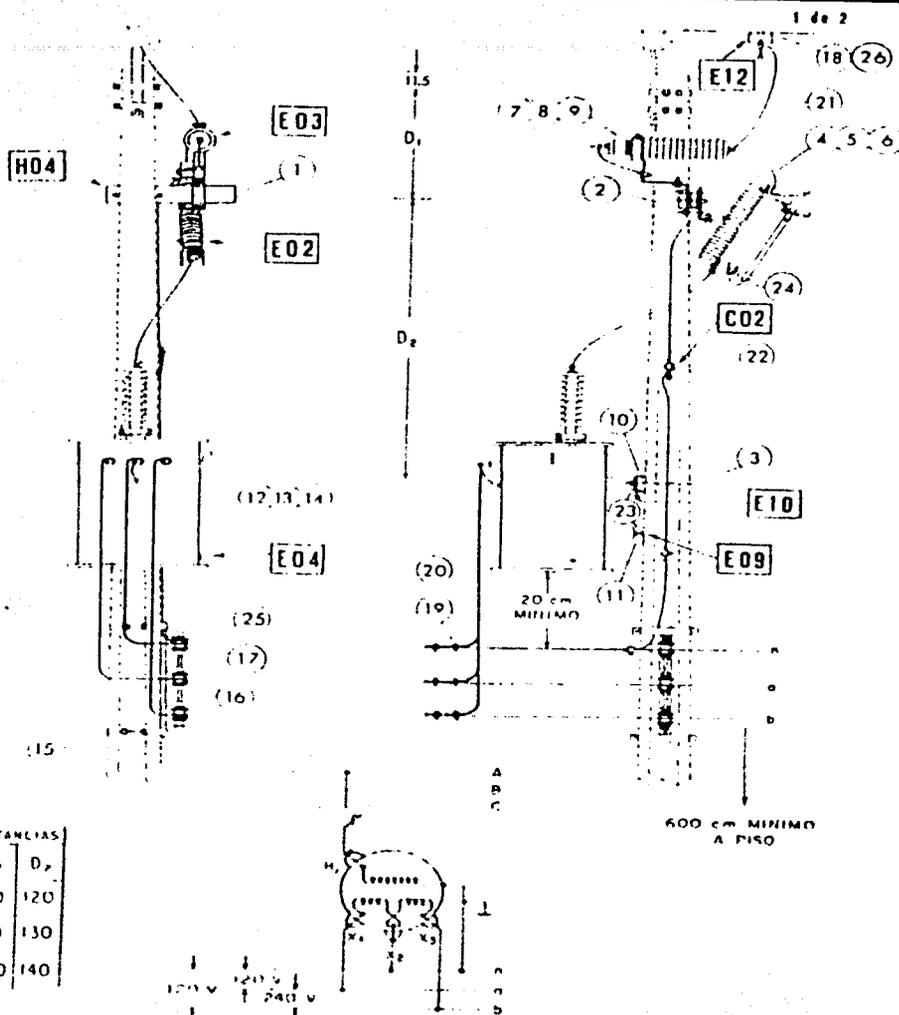
Si la línea secundaria es de conductor AAC o ACSR se debe utilizar conector bimetalico del tipo de tornillo bipartido (dos por fase) En este caso el conductor de cobre de las salidas del transformador debe colocarse en la parte inferior del conector

Si la línea secundaria tiene conductores de cobre se utilizará conector mecánico de cobre del tipo del tornillo bipartido (dos por salida)

Si la salida del transformador esta formada por un sólo conductor, utilice doble conector por cada salida.

Si la salida del transformador está formada por dos conductores por fase, utilice un conector por cada cable.





ACOTACIONES EN CENTÍMETROS

Diagrama de Conexiones

Banco 1TR1A.

Lista de materiales

No.	Descripción Corta	Cantidad
01	Cruceta PV75	1 Pza.
02	Abrazadera UC	1 "
03	Abrazadera U L	1 "
04	Cortacircuitos fusible CCF-15-100-95-8000	1 "
07	apartarrayos ADA 9/10 (1)	1 "
10	Soporte CV1	1 "
11	Tornillo máquina 16 x 63 mm	2 "
12	Transformador D1-13200YT/7620-120/240	1 "
15	Abrazadera 2 BS	2 "
16	Bastidor B3	1 "
17	Aislador 1C	2 "
18	Conector estribo	1 "
19	Conector	6 "
20	Cable CF-600	9 m
21	Alambre Cu 4	1 kg
22	Bajante de tierra (2)	1 lote
23	Placa 1PC	3 pza.
24	Fusible universal	1 "
25	Carrete H	1 "
26	Conector perico	1 "

(1) - En sistemas "R" los apartarrayos serán de 12 kV.

(2) - En sistemas tipo "R" (con retorno por tierra) se deben instalar cuando menos tres varillas de tierra colocadas en los vértices de un triángulo equilátero de 1m por lado, quedando el poste en el centro geométrico del triángulo

Las varillas se deben unir entre sí con alambre Cu4. Una de las varillas se conectará a la bajante de tierra del poste.

El conductor de cobre para las interconexiones deben enterrarse a 40 cm

VI. 3 SISTEMA DE TIERRA

La seguridad del personal y equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tiene la misma importancia que las fases energizadas

Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre No 4 AWG

Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC

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. En el caso que la bajante de tierra quede por fuera del poste, se optará por utilizar alambre copperweld 3 No 9 o alambre de acero galvanizado No 4.

La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25 ohms en tiempo de secas, excepto que se indique un valor menor. Cuando el terreno este húmedo debe tener un máximo de 10 ohms.

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

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 conector de compresión bimetálico.

BAJANTE DE TIERRA.

La bajante de tierra está compuesta por conductor de cobre conectado a uno o varios electrodos de tierra interconectados. Estos electrodos pueden estar formados por una o más varillas para tierra o por conductores de cobre enterrado y conectados a una varilla de tierra. En conjunto, el sistema de tierra debe tener una resistencia máxima de 25 ohms en tiempo de estiaje y de 10 ohms con el terreno húmedo.

Los materiales típicos para una bajante de tierra en condiciones normales son:

U	DESCRIPCION CORTA	NEUTRO (1)	BANCOS (2)	GUARDA (3)
		CANTIDAD		
Kg	ALAMBRE CU 4	2	3	2
Pz	VARILLA DE TIERRA ACS 5/8	1	2	1
Pz	CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA	1	2	1
Pz	CONECTOR BIPARTIDO S/N 07 CO 09	1	3	1
Pz	CONECTOR BIPARTIDO S/N 07 CO 09	1	7	1

- (1) - Neutro - La cantidad indicada es la mínima para bajantes de tierra de línea secundaria y neutro corrido en postes de 9 y 11 m respectivamente.
- (2) - Banco - La cantidad indicada es la mínima para la conexión de los apartarrayos y del tanque o bastidor del equipo.
- (3) - Guarda - La cantidad indicada se considera para bajantes de tierra en postes de 11 m con hilo de guarda.

La bajante de tierra en postes de concreto se hace por el interior del poste con alambre de cobre semiduro desnudo No. 4 AWG.

La bajante de tierra debe ser sólo una, es decir, un sólo conductor de una pieza (sin empalmes) al cual se conectarán las terminales de tierra de los apartarrayos, las pantallas metálicas de cables para alta tensión, el tanque de los transformadores, etc

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.

La bajante se instalará en el poste antes de hincarlo en la cepa, dejando suficiente conductor libre para las conexiones.

AL EQUIPO Y/O
CONDUCTOR NEUTRO

4.-

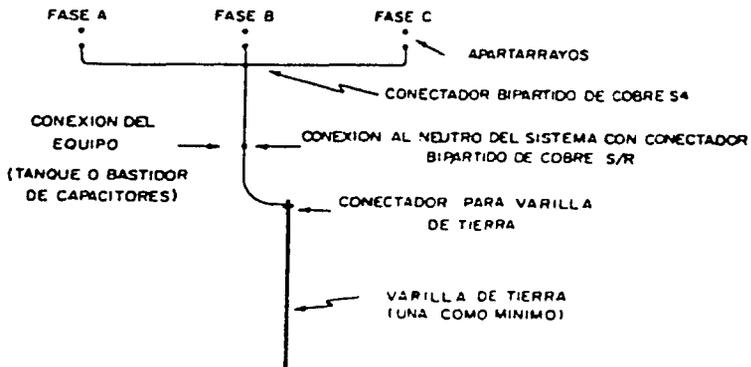
CONECTOR PARA
VARILLA DE TIERRA

5.-

VARILLA DE TIERRA

201

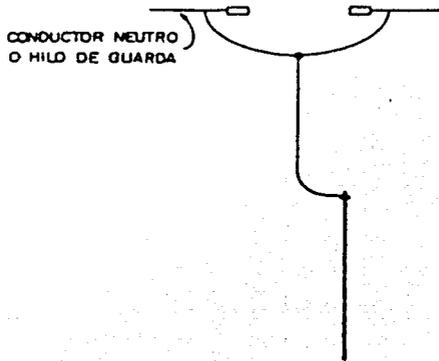
El extremo superior de la bajante de tierra se debe conectar directamente a la cruceta de fijación de los apartarrayos, sujeta y oprimida por la tuerca de la abrazadera "U" de la cruceta. En el caso de hilo de guarda se debe conectar directamente a él.



Si la cruceta es metálica no se requiere la interconexión entre la terminal de tierra de los apartarrayos. Se puede utilizar alambre de cobre No. 6, aunque en el dibujo se muestra con cobre No. 4.

La conexión a la línea.

- a) La conexión de la bajante de tierra al neutro o hilo de guarda de ACSR o ACS se debe de hacer con conector de compresión.
- 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 conexión se hará en un "puente", no en la línea con tensión mecánica



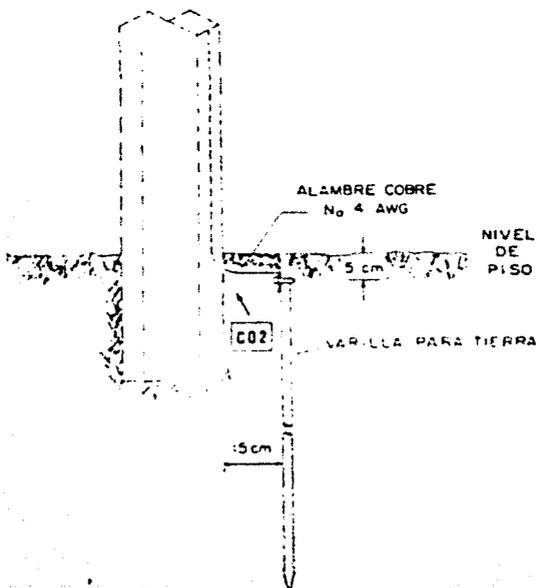
VARILLAS DE TIERRA.

La varilla para tierra es una varilla de acero recubierto con cobre soldado (ACS) de 16 mm de diámetro por 3 m de longitud, que se clava en el suelo para operar como electrodo de puesta a tierra de un sistema eléctrico.

En caso que se requiera instalar más de una varilla, estas se distanciarán 3 m como mínimo unas de otras en línea recta y se interconectarán hasta obtener el valor deseado

Al clavar la varilla es necesario utilizar como guía un tubo en el cual se inserte la varilla para que al golpearla no se flexione.

En área urbanizadas la varilla debe quedar al nivel del piso. En áreas rurales (en despoblados), debe quedar a 20 cm de profundidad. En ambos casos se debe colocar frente al orificio para la bajante de tierra del poste.



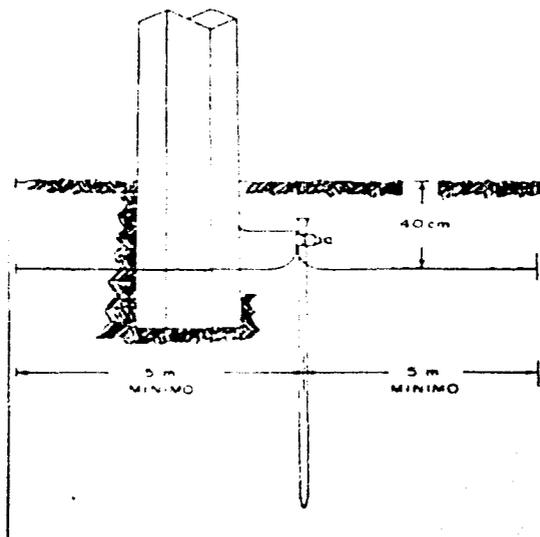
MEJORA DE TIERRA CON CONTRAANTENAS.

La mejora de la resistencia de tierra con contraantenas de conductor se efectúa cuando el valor de la resistencia con un electrodo no da el valor máximo de 25 ohms y cuando la adición de electrodos se dificulta por las características del subsuelo, por lo que se puede optar por instalar líneas radiales con conductor de cobre de desperdicio partiendo desde el electrodo ya instalado

Estas líneas radiales van enterradas en una zanja con profundidad mínima de 40 cm. En el área urbana la ranura se hará entre el cordón y la banqueta

En primera instancia se abrirán dos zanjas en sentido longitudinal de la línea 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 función de los valores obtenidos se deducirá el número de zanjas y su longitud para llegar al valor deseado. En áreas urbanas las siguientes zanjas se continuarán a las anteriores. En áreas rurales las zanjas deben ser perpendiculares a la línea

El calibre mínimo de conductor será No 6 AWG de cobre y debe de conectarse a la varilla de tierra



MEJORAMIENTO DE TIERRAS CON BENTONITA.

Debido a que la resistividad del terreno depende de la composición 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 más económicos y de mayor efectividad para abatir la resistividad es tratar el terreno en base a la absorción de humedad de la bentonita sódica.

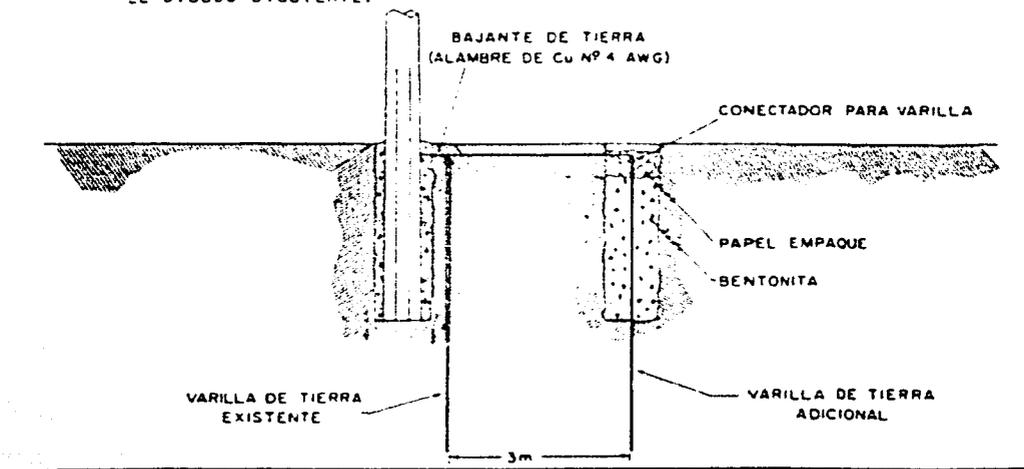
El tratamiento de tierras con bentonita se puede utilizar tanto si la red de tierra está constituida por varillas o formando contraantenas con conductores de cobre.

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 puede 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.

Sistema de tierra con varillas

En este caso, se hace una cepa de 45 cm de diámetro por 150 cm 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.

EL DIBUJO SIGUIENTE.



SISTEMA DE TIERRAS CON CONTRAANTENAS.

Se instala la red de contraantenas, se llena la zanja con la mezcla de bentonita y agua a lo largo de las contraantenas. Por último se tapa la zanja con la tierra extraída.

Sistema de tierras con contraantenas verticales. Es apropiado para terreno rocoso.

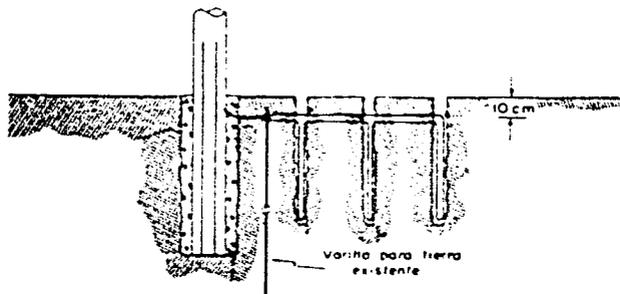
- Se efectúan perforaciones con equipo neumático o moto-vibrador con una broca de 5.08 cm de diámetro y de 150 cm de longitud.

El número de perforaciones depende de las características del terreno para obtener un valor máximo de 20 ohms inmediatamente después de haber efectuado la instalación

- Se elabora una parrilla con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre No. 6 AWG de una pieza (sin empalmes) para insertarse en las perforaciones. Ambos extremos del alambre se unen con entorche.

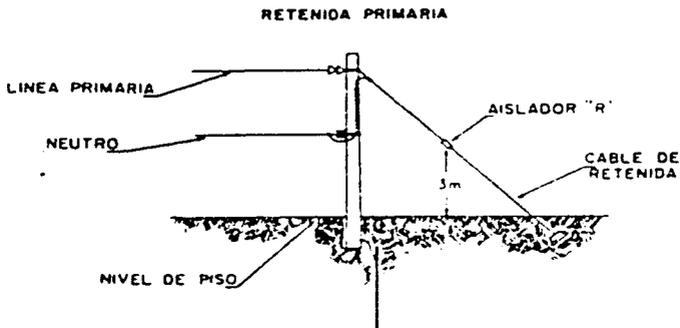
- Las zanjas y las perforaciones se llenan con una pasta fluida de bentonita con agua.

- La parte superior de la zanja (10 cm) se recubre con el material de la excavación.

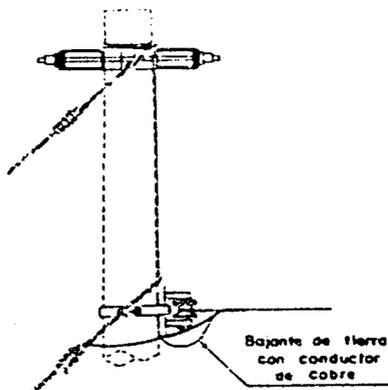


CONEXIÓN DE RETENIDAS AL CONDUCTOR NEUTRO.

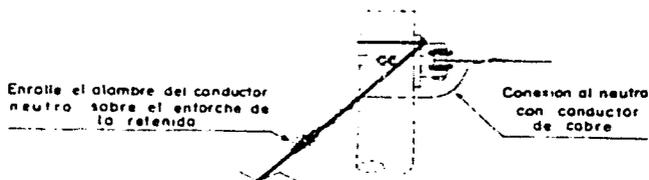
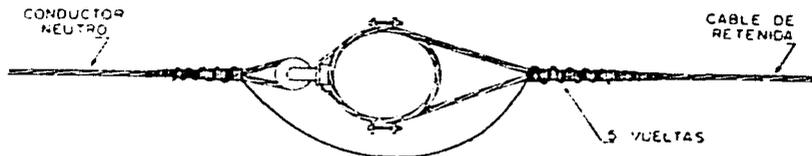
Todas las retenidas para estructuras de líneas primarias con conductor neutro (o como hilo de guarda) se deben conectar eléctricamente al neutro en la parte superior independientemente de que se les instale el aislador tipo R.



Las conexiones de la retenida al neutro deben hacerse con alambre de cobre No. 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

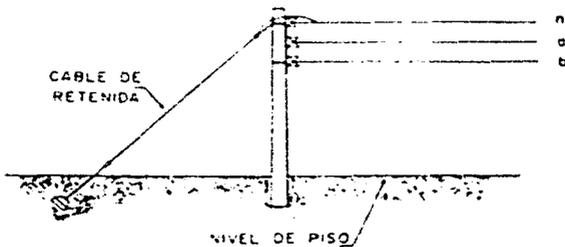


Cuando el conductor neutro sea de cobre o de ACS la conexión eléctrica en la retenida debe hacerse enrollando cinco vueltas sobre el entorche de la retenida y en su mismo sentido.



Cuando el conductor neutro sea de aluminio o de ACSR, instale conector a compresión.

Las retenidas para líneas secundarias siempre se deben conectar al conductor neutro del sistema y no se les instala aislador



Las retenidas de poste a poste o de poste a estaca para líneas primarias debe llevar aislador "R".

Las retenidas de poste a poste de líneas secundarias se deben conectar al conductor neutro de ambos lados. Si se cruza con una línea primaria se deben instalar aisladores tipo "R" en la retenida. Uno a cada lado de la línea primaria.

Las anclas de las retenidas para líneas secundarias deben ser metálicas.

Las anclas de las retenidas para líneas primarias en áreas rurales indistintamente serán de concreto, metálicas o de madera (hechas con postes de desperdicio).

INSTALACIÓN DEL EQUIPO A TIERRA.

El equipo de puesta a tierra tiene como función proteger al trabajador de la energización accidental de una línea o equipo desenergizado en donde se encuentra trabajando y haciendo contacto con el, o para poner a tierra los voltajes inducidos en el área de trabajo debido a líneas energizadas adyacentes o por descargas atmosféricas. Se presentan varios casos durante la fase de construcción de líneas donde se requiere instalar equipo de puesta a tierra

- En construcciones de líneas rurales largas (más de 2 km) donde no existan otras líneas en operación cercanas o cruces con algunas de ellas, se debe instalar equipo de puesta a tierra en la estructura de remate más próxima a la de trabajo (para drenar la inducción por descargas atmosféricas)
- Cuando se parte de una estructura que soporte una línea en operación, se debe instalar equipo de puesta a tierra a los conductores en cuanto se enganchen los aisladores de suspensión a la cruceta de remate. Este equipo debe permanecer instalado hasta terminar la construcción de la línea
- Cuando exista cruce de una línea en construcción con una línea en operación, se debe instalar equipo de tierra en la estructura mas proxima al cruce. Este equipo se debe de retirar hasta terminar la construcción de la línea

Se recomienda que cuando se den libranzas a contratistas, el personal de operación 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 línea

CONCLUSIONES

Al término de este trabajo, puedo concluir que la aportación hecha para los futuros ingenieros en construcción de líneas aéreas monofásicas, es que tendrá toda la información necesaria en un solo volumen, ya que, existe gran cantidad para la construcción de líneas aéreas monofásicas, bifásicas y trifásicas.

En el capítulo I, se presenta un estudio preliminar para la realización de proyectos de líneas de distribución, en donde un sistema de distribución debe cumplir con la calidad en el servicio como es la continuidad y la regulación de tensión.

Los elementos básicos para el trazo de líneas, se consideran las condiciones que inciden en su construcción y que son condiciones de urbanización, derechos de vía, niveles, libramientos y artículos naturales o artificiales.

Para la capacidad de un transformador, se considera tomando en cuenta la demanda por alimentar en KVA, más el incremento por el crecimiento.

En el capítulo II, se mencionan las características de construcción de los empotramientos, cepas y cimentaciones para una línea de distribución. Esto está en función de la naturaleza del terreno y características del material, ya que difieren en las distintas regiones de la República Mexicana, por su gran variedad de tipos de terrenos.

Una vez que se cuenta con el trazo y el estado de la línea, la excavación de las cepas es la primera acción del constructor. En el medio rural se debe tomar en cuenta que el terreno no tenga problemas de erosión por efectos fluviales o eólicos. También verificar que no existan problemas de encharcamiento o inundación. En áreas urbanas, siempre se deberá considerar que pueden existir tuberías de agua, gas, drenaje o cableado de comunicaciones.

En el capítulo III, se mencionan los diferentes tipos de herrajes, la combinación y la sujeción de estos para una línea de distribución. Los herrajes que se utilizan en la construcción de líneas aéreas con postera de concreto, dependerá de que las estructuras sean de paso, de remate, etc. lo principal será que se consideraran sus medidas en función del nivel de fijación del poste.

La retenida es un elemento mecánico que compensa la tensión de los conductores. El cable que se utiliza en las retenidas es de acero galvanizado o de acero recubierto con cobre soldado (ACS).

En el capítulo IV, se mencionan los tipos de conexiones de alambres y cables para líneas de distribución. Para la fijación o conexión de conductores (cables o alambres), se debe tener presente que las conexiones eléctricas deben soportar las condiciones críticas de presión del viento de 30 kg m^2 , los remates deben resistir las condiciones de ruptura de un conductor; el conductor neutro se debe considerar como una fase para efectos de seguridad, los puentes deben ser rígidos a esfuerzos del viento y no deben estar sometidos a tensión mecánica y cualquier conexión eléctrica requiere de limpieza previa del conductor (lijar o raspar) momentos antes de su conexión.

En amarres para líneas primarias, la fijación del conductor sobre los aisladores de alfiler será con amarres. Para líneas primarias o secundarias con conductores de cobre será con alambre suave (o recocido) de cobre No. 6 AWG para todos los calibres. En líneas con conductor de AAC o ACSR el amarre será con alambre suave de aluminio No. 4 AWG en todos los calibres.

En el capítulo V, se mencionan los tipos de estructuras primarias y secundarias para una línea de distribución monofásica. Se consideran estructuras de líneas primarias todas aquellas que soporten conductores cuya operación sea de 13 hasta 33 KV. En las líneas primarias se consideran tramos cortos los menores de 65 m y tramos largos los mayores de

65 m los primeros se construyen en zonas urbanas, puesto que están determinados por los tramos de la línea secundaria, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales

Los tipos de estructuras primarias a utilizar son VS10, VS1N, VS1G, VD10, VD1N, VD1G, PS10, PS1N, PD10, PD1N, DP10, DP1N, DP1G, DA1N y DA1G

Las líneas secundarias se instalan en un nivel inferior a las líneas y equipo primario, su posición es vertical, fijados al poste mediante bastidores 1, 2, 3 o 4 carretes. En líneas secundarias tendremos estructuras de paso, de remate, de deflexión (convexa), de dos remates, de remate y paso, con doble remate y remate y deflexión

En el capítulo VI, se menciona la instalación de equipos en una línea de distribución monofásica, como los cortacircuitos fusibles que deben de quedar en una cruceta independiente en el nivel inferior de la línea, la fijación del apartarrayos con posición horizontal, la conexión a tierra del tanque del transformador

Todos los bancos de transformación tendrán protección contra sobrevoltaje en el lado primario con apartarrayos tipo autovalvular. Todas las conexiones desde la línea primaria y los apartarrayos, así como, las conexiones a tierra de los apartarrayos y la bajante de tierra, serán con alambre de cobre semiduro desnudo, calibre No. 4 AWG

El banco de transformación a utilizar será TTR1A

El equipo de puesta a tierra tiene como función proteger al trabajador de la energización accidental de una línea o equipo desenergizado en donde se encuentra trabajando y haciendo contacto con el, o para poner a tierra los voltajes inducidos en el área de trabajo debido a líneas energizadas adyacentes o por descarga atmosférica

BIBLIOGRAFÍA

- ☐ Espinosa y Lara, Roberto **Sistemas de Distribución**
México, Ed Limusa
- ☐ Enríquez Harper, Gilberto **Guía para el Diseño de Instalaciones Eléctricas Residenciales, Industriales y Comerciales** México, Ed Limusa, 1996
- ☐ Enríquez Harper, Gilberto **Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas**, México, Ed Limusa, 1996
- ☐ Enríquez Harper, Gilberto **Lineas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia I** México, Ed Limusa, 1980
- ☐ Enríquez Harper, Gilberto **Lineas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia II** México, Ed Limusa, 1980
- ☐ Viqueira Landa, Jacinto **Redes Eléctricas I**
México, Ed Representaciones y Servicios de Ingeniería S A
- ☐ Viqueira Landa, Jacinto **Redes Eléctricas II**
México, Ed Representaciones y Servicios de Ingeniería S A.
- ☐ **Manual de Suministros Electro Industriales TIZA S A**
Fabricación Herrajes y varilla de tierra
Distribución Equipo para alta tensión
- ☐ **Norma oficial Mexicana**
NOM-001-SEMP-1994
Relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la Energía Eléctrica
Instituto Politécnico Nacional
- ☐ **Normas de Construcción de Líneas Aéreas de la Comisión Federal de Electricidad**
- ☐ **Compendiado Square D No 19 1987**
- ☐ **Enciclopedia Ceac de Electricidad**
Estaciones de Transformación y Distribución