

TUES
1504
E74m
1995
EJ-2

U.E.S BIBLIOTECA
INGENIERIA Y ARQUITECTURA



Inventario: 15101227

Universidad de El Salvador
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Escuela de Ingeniería Eléctrica



**"Manual de Diseño Para Líneas de
Distribución"**

Trabajo de Graduación Presentado Por:

Helen Lissette Escobar Pacheco

15101227

Para Optar al Título de:

Ingeniero Electricista

15101227

Abril de 1995



San Salvador, El Salvador, Centro América

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

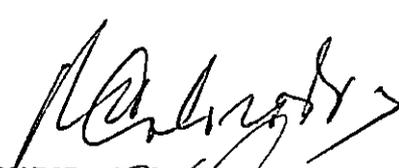
TRABAJO DE GRADUACION PREVIO A LA OPCION AL GRADO DE:
INGENIERO ELECTRICISTA

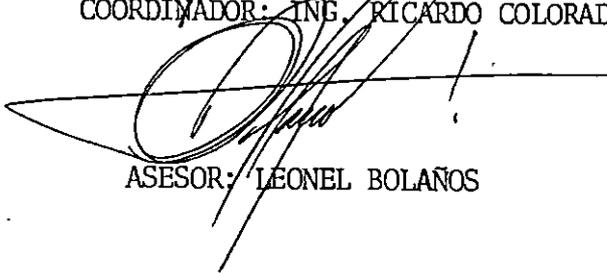
TITULO:

" MANUAL DE DISEÑO PARA LINEAS DE DISTRIBUCION "

PRESENTADO POR: HELEN LISSETTE ESCOBAR PACHECO

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:


COORDINADOR: ING. RICARDO COLORADO


ASESOR: LEONEL BOLAÑOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
Universidad de El Salvador

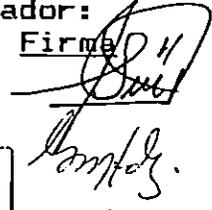
SAN SALVADOR, ABRIL DE 1995.-

ACTA DE CONSTANCIA DE NOTA Y DEFENSA FINAL

En esta fecha, 18 de Abril de 1995, en el local de Sala de Lectura de la Escuela de Ingeniería Eléctrica a las quince horas, con la presencia de las siguientes autoridades de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de El Salvador:

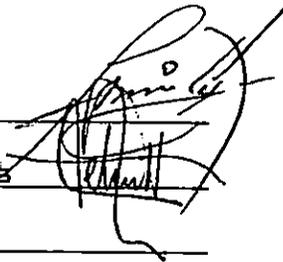
- 1- Inq. Salvador de J. German
Director
- 2- Inq. Gerardo Marvin Jorge Hernández
Secretario

Firma



Y con el Honorable Jurado de evaluación integrado por las personas siguientes:

- 1- Inq. Felipe de Jesús Arriola
- 2- Inq. Jorge Alberto Zetino Chicas
- 3- _____
- 4- _____
- 5- _____
- 6- _____



Se efectuó la defensa final reglamentaria del Trabajo de Graduación: "MANUAL DE DISEÑO PARA LINEAS DE DISTRIBUCION"

A cargo del (los) Br(es):
Helen Lissette Escobar Pacheco

Habiendo obtenido el presente trabajo una nota final, global de 9.2
(NUEVE PUNTO DOS)

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. FABIO CASTILLO FIGUEROA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. JUSTO ROBERTO CANAS LOPEZ

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

DIRECTOR:

ING. SALVADOR DE J. GERMAN

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA
Universidad de El Salvador

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar un sincero agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron a que este trabajo fuera realizado. En especial al Coordinador Ing. Ricardo Colorado y Asesor Ing. Leonel Bolaños; por su acertada dirección y asesoría.

Se extiende el agradecimiento a NRECA/EL SALVADOR por la colaboración brindada para culminar con satisfacción el presente trabajo.

Agradezco de manera especial a:

Ing. Felipe de Jesus Arreola
Ing. Jorge Alberto Zetino Chicas
Ing. Daniel Buenaventura Mejia
Ing. Leopoldo Hernandez Magaña
Sr. Armando Ulloa
Fam. Bonilla Pacheco
Fam. Novoa Pacheco
Fam. Fuentes Treminio

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación es dedicado a:

DIOS TODOPODEROSO: Que me brindo la sabiduría necesaria y guiarme por el sendero correcto para lograr culminar mi carrera.

MI ESPOSO: Miguel Angel. Que con su apoyo, amor y comprensión me motivo a lo largo de mis estudios para alcanzar esta meta. Te amo.

MI HIJA: Helen Beatriz. Que con su sola presencia me fortalecía en los momentos difíciles; y por el sacrificio que significo para ella, que yo lograra este objetivo.

MI BEBE: Que pronto vendrá a compartir el amor que llena nuestro hogar. Que por estar en mi vientre, has compartido mi esfuerzo por alcanzar esta meta.

MI MADRE: Rosario. Por ofrecerme incondicional apoyo y motivarme a lograr este triunfo. Gracias por confiar siempre en mi y llevarme en tus oraciones.

MIS TIOS: Papá Quique y Mamá Carmen. Por que gracias a su esfuerzo, amor y comprensión he logrado coronar mi carrera. Los quiero.

MIS HERMANOS: Iveth y Alfonso. Que siempre creyeron en mi, gracias por su apoyo.

MIS SUEGROS: Miguel Angel y Haydee. Que me han ayudado con su afecto y aprecio paternal.

MIS CUNADOS: Alicia Haydee, por compartir conmigo. Leonel Ernesto y René Eduardo por su cariño sincero.

A todos mis familiares, amigos y compañeros por su apoyo moral en todas las etapas de mis estudios.

HELEN.

PREFACIO

En la actualidad, la ingeniería en nuestro país, adolece de la falta de un documento que contenga información clara y concreta que permita garantizar la calidad del diseño de líneas de distribución y de los elementos que componen las líneas, y que sea útil como guía para tomar decisiones correctas en lo técnico, económico y de seguridad, durante el proceso de diseño.

Dado que en los últimos años se ha dado mucho impulso a la participación de entidades publicas, privadas y profesionales independientes en el diseño y construcción de proyectos de electrificación; cobra importancia la elaboración del documento antes mencionado para unificar el diseño de líneas y contribuir a la calidad de la electrificación del país.

El presente trabajo se ha realizado como una respuesta a la necesidad de dotar al ingeniero de diseño de líneas de distribución de parámetros necesarios para definir los criterios que sirvan para tomar decisiones correctas en el campo, teniendo en cuenta las limitaciones externas.

El objetivo en el presente trabajo es elaborar un documento que contenga la información necesarias para facilitar los cálculos respectivos de un diseño de líneas de distribución eléctrica. Así como auxiliar al ente regulador con este documento para que tenga una base técnica común, con la que pueda decidir sobre alternativas de diseño presentadas.

Para obtener estos resultados, se plantearon los alcances siguientes:

- Indicar los parámetros base para el país y definir los criterios básicos para el diseño de líneas de distribución.
- Identificar y seleccionar, de manuales existentes, las tablas que auxilian al ingeniero de diseño.
- El trabajo desarrollado sea utilizado como herramienta para el diseño y construcción de líneas de distribución.

Los alcances del trabajo fueron superados. Las tablas que auxilian al diseño de líneas fueron analizadas, y algunas fueron creadas utilizando parámetros propios de nuestro país.

RESUMEN

La carencia de patrones técnicos de diseño para las obras de distribución y la necesidad de dotar al diseñador de un auxilio en tablas y fórmulas que le ayuden a tomar decisiones técnicas correctas en el campo, para la mejor configuración de la línea es lo que motivo la elaboración de este manual.

En el Capítulo I se mencionan los antecedentes con los que se cuenta en el país de manuales de diseño de líneas.

En el Capítulo II se describen los aspectos que sirven de base a los criterios de diseño de líneas. Los cuales están clasificados como: aspectos climatológicos, estructurales, de entorno y sociológicos. Definidos para condiciones propias de nuestro país.

En el Capítulo III se describen detalladamente los criterios de diseño, agrupandolos como:

- Criterios de seguridad. Todos los relacionados con la seguridad tanto del encargado de la instalación y mantenimiento de la línea como del usuario.
- Criterio de calidad de servicio. Se menciona la importancia de la calidad en el servicio y se presentan algunas soluciones que se aplican a los problemas que disminuyen la calidad en el servicio. Sin olvidar que la responsabilidad es de las compañías generadoras y distribuidoras de energía.
- Criterios económicos. Se plantean recomendaciones para disminuir el costo global de un proyecto de electrificación pero sin perjudicar la calidad técnica.

En el Capítulo IV se deducen las ecuaciones que generan las tablas que auxilian al encarga del diseño de la línea, considerando las fuerzas que actúan sobre los postes y conductores como: peso y tensión del conductor, presión del viento, temperatura de operación. En este capítulo se presentan las tablas que sirven para llevar la ingeniería al campo y evitar cálculos innecesarios.

En el Capítulo V se presenta un diseño de líneas de distribución en el área rural, para ejemplificar el uso de tablas y gráficas presentadas en el capítulo IV.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	Página
I. ANTECEDENTES	
1.1 Criterios de diseño existentes.....	1
II. FUNDAMENTOS DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO	
2.1 Aspectos climatológicos.....	4
2.1.1 Temperatura ambiente.....	4
2.1.2 Velocidad del viento.....	5
2.1.3 Nivel ceraunico.....	7
2.2 Aspectos estructurales.....	9
2.2.1 Postes.....	9
2.2.1.1 Postes de madera.....	9
2.2.1.2 Postes de concreto.....	10
2.2.2 Cruceros.....	11
2.2.3 Esfuerzos que actúan sobre los apoyos.....	12
2.2.4 Conductores.....	13
2.2.5 Herrajes.....	15
2.2.6 Resistencia del suelo.....	15
2.3 Aspectos de entorno.....	17
2.3.1 Topografía del lugar.....	17
2.3.2 Tipo de suelo.....	18
2.3.3 Contaminación.....	19
2.3.4 Actividad principal de la zona.....	20
2.4 Aspectos sociológicos.....	20
2.4.1 Consumo de energía promedio.....	20
2.4.2 Crecimiento poblacional y económico del país.....	21
2.4.3 Efectos del crecimiento poblacional y econó- mico en el diseño de líneas.....	23
III CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION	
3.1 Criterios de Seguridad.....	26
3.1.1 Libramientos.....	27
3.1.1.1 Libramiento básico.....	27
3.1.1.2 Libramiento Adicional.....	28
3.1.1.2.1 Voltajes que exceden de 50 KV.....	29
3.1.1.2.2 Incremento de la flecha.....	29
3.1.1.3 Libramiento Horizontal.....	31
3.1.2 Clase de Poste.....	32
3.1.2.1 Poste de concreto.....	32
3.1.2.2 Poste de madera.....	33
3.1.3 Resistencia del Herraaje.....	36
3.1.4 Resistencia de los Aisladores.....	41
3.1.5 Resistencia de los Cruceros.....	42
3.1.6 Resistencia del Anclaje.....	44
3.1.7 Nivel Básico de Aislamiento.....	45

3.2 Criterios de Calidad de Servicio.....	48
3.2.1 Calidad de Servicio.....	48
3.2.1.1 Importancia de calidad en el servicio.....	49
3.2.1.2 Responsabilidad sobre la calidad de servicio.....	50
3.2.1.3 Problemas de calidad de servicio.....	50
3.2.2 Regulación del nivel de voltaje en líneas de Distribución.....	53
3.3 Criterios Económicos.....	54
3.3.1 Recomendaciones.....	55
3.3.2 Perdidas eléctricas.....	55
3.3.2.1 Líneas de Distribución.....	55
3.3.2.2 Transformadores.....	56

IV TABLAS Y ECUACIONES NECESARIAS PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS DE DISTRIBUCION

4.1 Tablas de libramientos.....	59
4.2 Tablas de flechado.....	59
4.3 Tablas de estaqueo.....	60
4.3.1 Contenido de la tabla de estaqueo.....	60
4.3.2 Preparación de la tabla de estaqueo.....	62
4.4 Limitaciones de vano, basado en la separación de conductores.....	64
4.4.1 Requerimientos de separación horizontal.....	65
4.4.2 Requerimientos de separación vertical.....	66
4.4.3 Requerimientos de separación diagonal.....	67
4.5 Tensión máxima en los cruceros de remate.....	68
4.6 Fuerza de ensamblaje de aisladores.....	70
4.6.1 Aisladores de suspensión.....	70
4.6.2 Aisladores tipo pin (espiga).....	70
4.6.2.1 Angulos máximos de línea para los ensamblajes de aisladores de espiga.....	71
4.7 Tablas de retenidas.....	72
4.7.1 Diseño de retenida.....	72
4.7.1.1 Momento resistivo del poste.....	72
4.7.1.2 Fuerza resistiva de la retenida.....	74
4.7.2 Uso de tablas de retenidas.....	76
4.8 Tablas de vanos adyacentes.....	77
Tablas.....	83

V MODELO DE DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION

5.1 Definición de criterios de diseño.....	124
5.2 Ejemplo de diseño de líneas de distribución.....	125
5.2.1 Ruta sugerida de la línea.....	125
5.2.2 Estaqueo de la línea.....	125

LISTA DE TABLAS

TABLA	Página
2.1 Temperaturas en El Salvador.....	5
2.2 Velocidad del viento de El Salvador.....	6
2.3 Valores de P_w y W_v para conductores ACSR.....	7
2.4 Clasificación de suelos.....	16
2.5 Empotramiento de postes según su altura.....	19
2.6 Comparación porcentual del consumo de energía Nac....	21
2.7 Datos estadísticos nacionales.....	22
2.8 Crecimiento económico.....	23
2.9 Abonados por sector de consumo (%).....	24
2.10 Demanda máxima anual.....	24
3.1 Vanos básicos (norma NESC 232A2).....	28
3.2 Factores de incremento para los libramientos básicos.	30
3.3 Factores de reducción para libramientos adicionales..	30
3.4 Clasificación de postes de concreto.....	32
3.5 Clasificación de los postes de madera según su resistencia a la carga a 2 del tope.....	33
3.6 Características físicas de los postes de madera.....	34
3.7 Resistencia de la espiga a prueba de soporte.....	36
3.8 Dimensiones en pulgadas de la figura 3.1.....	37
3.9 Resistencia mecánica del perno maquina.....	37
3.10 Resistencia mecánica del perno carrocería.....	39
3.11 Resistencia mecánica de la varilla.....	39
3.12 Resistencia mecánica de preformada para remate.....	40
3.13 Resistencia mecánica de preformada para retenida.....	41
3.14 Resistencia mecánica de los aisladores.....	43

3.15	Capacidad de retención suelo-ancla para anclas de placa cruzada (suelo clase 5).....	45
3.16	Nivel de aislamiento típico para transformadores de distribución.....	46
3.17	Niveles de aislamiento de los aisladores.....	46
3.18	Niveles de aislamiento típico del cortacircuito.....	47
3.19	Niveles de aislamiento típico del regulador de voltaje.....	47
3.20	Niveles de aislamiento típico del pararrayo.....	48
3.21	Problemas causados por la mala calidad del alambrado y polarizado.....	51
3.22	Soluciones a problemas de transitorios.....	52
3.23	Niveles de voltaje permitidos.....	54
4.1	Libramientos basados en el NESC.....	84
4.2	Flechas iniciales y finales	88
4.3	Flechado por tiempo.....	92
4.4	Tablas de estaqueo.....	93
4.5	Factores de reducción de voltaje.....	109
4.6	Longitud máxima de vano limitada por separación diagonal entre conductores.....	109
4.7	Fuerza máxima permisible para cruceros de 2.03 m....	109
4.8	Fuerza del ensamblaje del aislador de suspensión....	110
4.9	Fuerza del ensamblaje del aislador tipo pin.....	110
4.10	Angulos máximos limitados por resistencia en el ensamblaje del aislador tipo pin.....	110
4.11	Retenidas para conductor #2 ACSR y Triplex.....	112
4.12	Suma de vanos adyacentes.....	117

CAPITULO I

ANTECEDENTES.

1.1 CRITERIOS DE DISEÑO EXISTENTES

En nuestro país, la red de energía eléctrica se puede dividir en dos tipos de líneas, en base al nivel de voltaje al que operan:

- Líneas de transmisión con un nivel de voltaje de 46 KV.
- Líneas de distribución con 24.9/14.4 KV - 4.16/2.4 KV (CAESS) y 13.2/7.6 KV (CEL) en el tendido primario y 120/240V en el tendido secundario.

Es para las líneas de distribución que se desea efectuar un estudio de los criterios de diseño que se deben aplicar. Tradicionalmente la extensión de la red de distribución eléctrica a estado a cargo, casi completamente, de las empresas generadoras y distribuidoras. Las cuales al diseñar las líneas de distribución se basan en criterios propios y normas de otros países que se han llegado a estandarizar. Es por eso que, al hablar de los antecedentes de criterios de diseño, la única referencia son los criterios que son aplicados por estas compañía.

Los criterios de diseño y metodología de construcción dependen del ingeniero que este diseñando la línea y de las políticas de la empresa en la que está trabajando; para el caso de las empresas generadoras y distribuidoras de nuestro país (CAESS, CEL), dentro de su organización tienen establecido un departamento encargado del diseño de líneas, que cuentan con manuales de estructuras, detalladas con todos sus elementos y clasificadas según el nivel de voltaje que transportan y del número de fases de que consta la línea. En base a éste manual se definen los criterios para diseñar una línea, por supuesto toman en cuenta la selección de la ruta o camino, desde el punto donde se conectará a la red, hasta el lugar donde se quiere llevar la energía. Para definir la ruta se analiza la topografía del lugar, el tipo de suelo, vanos adecuados, etc. Pero todo esto no se encuentra plasmado en ningún manual, por lo que no se puede decir que está realmente estandarizado. Y en realidad, los criterios de diseño siempre dependerán del ingeniero o persona encargada del diseño de la línea.

Con el desarrollo económico, hoy en día, ha surgido la oportunidad para las empresas privadas de participar en la ampliación de la red de distribución de energía eléctrica.

Para evitar arbitrariedades y lograr el mejor aprovechamiento de los recursos, es conveniente disponer de manuales que contengan la información necesaria y los criterios técnicos que ayude al diseñador a tomar decisiones correctas para la mejor construcción de su línea.

En el país existe una institución que vela por que el diseño y construcción sea acorde a normas de electrificación. El Código Nacional Eléctrico es la norma que regula las instalaciones secundarias, editado por la Dirección de Energía, Minas e Hidrocarburos (DEMH). Esta dependencia debería también regular lo relativo a los criterios de diseño y construcción de líneas de distribución primaria para cualquier empresa involucrada en ello.

Es el objetivo de este manual auxiliar al encargado del diseño, para que revise sus criterios y estos tengan una base en la ingeniería. Y ayudar así a que las líneas de distribución eléctricas sean diseñadas para lograr la satisfacción del servicio con seguridad y calidad a costos razonables.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO I

En las primeras investigaciones que se realizaron para elaborar este manual, nos encontramos con la falta de documentos que proporcionaran la información necesaria para establecer los criterios básicos del diseño de líneas de distribución de energía eléctrica. Quedando claro que los actuales diseñadores se basan en criterios propios surgidos de la experiencia.

La única referencia que se tiene al hablar de criterios de diseño usados en nuestro país, son los aplicados por las empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica. Debido a que tradicionalmente han sido ellas las encargadas de la expansión de la red de energía.

CAPITULO II

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LOS CRITERIOS DE DISEÑO.

Para el diseño de una línea de distribución, existen aspectos que sirven de base para la toma de decisiones sobre las características de la línea.

Antes de realizar algún tipo de análisis sobre los criterios actuales, es necesario mencionar estos aspectos que afectan en forma directa los criterios de diseño.

2.1 ASPECTOS CLIMATOLOGICOS.

No se tiene control humano sobre ellos, pero se conocen sus consecuencias pudiendo así efectuar un análisis y prevenir o compensar su efecto sobre las instalaciones de distribución.

2.1.1 TEMPERATURA AMBIENTE.

Los efectos de la temperatura sobre los conductores son de importante consideración, porque modifican sus características físicas.

Sabemos que al calentarse un cuerpo se dilata, en los conductores se presenta un aumento de su longitud, y por el contrario al enfriarse disminuirá su longitud. Al tener sujeto un conductor entre dos apoyos, dicho conductor no puede desplazarse linealmente, debido a que sus apoyos se oponen a tal movimiento. El efecto que tiene la temperatura sobre el conductor puede provocar fuerzas de tensión (si se enfría), o por su alargamiento disminuir los libramientos seguros que la línea debe mantener (si se calienta).

En la Tabla 2.1 se presentan los valores de temperatura ambiente para El Salvador, proporcionada por El Ministerio de Agricultura y Ganadería, División de Meteorología e Hidrología.

Tabla 2.1 Temperaturas en El Salvador.

Temperatura media	21.8 °C
Temperatura máxima absoluta	44.8 °C
Temperatura mínima absoluta	-3.1 °C

Según el manual de normas eléctricas para el istmo centroamericano, Vol. II, para el diseño de líneas se supondrá que los conductores estarán sometidos a una temperatura mínima de 10°C y una máxima de 50°C. Específicamente para cálculos de diseño se supondrá que la temperatura de operación es de 15°C, y la máxima temperatura de operación de 50°C.

2.1.2 VELOCIDAD DEL VIENTO.

Durante su vida útil, los conductores no solo estarán sujetos a esfuerzos debidos a su propio peso, sino también a la presión del viento; la cual al actuar sobre el conductor se convierte en una carga más a considerar en el cálculo de resistencia de postes y estructuras. Estas cargas son más apreciables en las líneas aéreas cuando la dirección del viento es perpendicular a la línea, porque la sección expuesta es mayor.

La fuerza que ejerce la presión del viento en el conductor y estructuras y que debe ser resistido por los postes, debe considerarse siempre que la línea atraviese por zonas descubiertas.

La fuerza que ejerce el viento sobre el conductor será mayor cuanto mayor sea el área longitudinal del conductor. La fuerza ejercida por el viento es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad del viento y a la superficie expuesta al viento.

El área expuesta al viento es el diámetro del cable por su longitud. La constante de proporcionalidad depende de la forma geométrica del cuerpo expuesto al viento y de la posición relativa del cuerpo con respecto a la dirección del viento.

$$F_v = K \times V^2 \times S \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde:

F_v : fuerza de la presión del viento ejercida sobre el cuerpo (N).

K : constante de proporcionalidad (depende de la forma

geométrica del cuerpo, en nuestro caso es de forma cilíndrica)

V : velocidad del viento (Km/h)

S : superficie normal a la dirección del viento (m²).

Sabemos que la fuerza es igual a la presión por el área, por lo que la ecuación 2.1 se puede escribir así:

$$F_v = K \times V^2 \times S = P_v \times S$$

$$P_v = K \times V^2 \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde:

P_v : presión ejercida por el viento (N/m²)

Por facilidad, obtendremos una expresión de fuerza por unidad de longitud.

$$P_w = \frac{F_v}{L} = \frac{P_v \times S}{L} = \frac{P_v \times d \times L}{L} = P_v \times d \quad \text{Ec. 2.3}$$

Donde:

P_w : fuerza ejercida por el viento por unidad de longitud (N/m)

d : diámetro del conductor (m)

En la Tabla 2.2 se encuentran valores de velocidad del viento registrados por la División de Meteorología e Hidrología para nuestro país.

Tabla 2.2 Velocidad del viento en El Salvador.

Velocidad promedio del viento	7.7 Km/h
Velocidad máxima absoluta	115.9 Km/h
Velocidad mínima promedio	3.4 Km/h

Para efectos prácticos se considera una velocidad de viento de 100 Km/h que actúa en forma perpendicular al cable. Para toda la república de El Salvador la fuerza ejercida por el viento se calculará como la correspondiente a una presión no menor de 430 Pa. de área proyectada de superficie cilíndrica; calculada a partir de la fórmula $P=KV^2$, usando un valor de $K=0.0044$ y asumiendo que la superficie batida por el viento es perpendicular a la dirección del mismo.

En la Tabla 2.3 se presentan valores de fuerza por unidad de longitud que ejerce el viento sobre el conductor (P_w), así como valores de peso por unidad de longitud del conductor (W_v) incluidas las cargas por el viento. Los cálculos que generan la tabla se basan en datos proporcionados por CONELCA (ver anexo B).

Tabla 2.3 Valores de P_w y W_v para conductores ACSR.

NOMBRE	CALIBRE DEL CONDUCTOR	P_w (N/m)	W_v (N/m)
Swanate	4 (7/1)	2.8137	0.9777
Sparrow	2 (6/1)	3.4587	1.3324
Sparate	2 (7/1)	3.5579	1.5571
Raven	1/0 (6/1)	4.3562	2.1190
Quail	2/0 (6/1)	4.8933	2.6721
Pigeon	3/0 (6/1)	5.4946	3.3697
Penguin	4/0 (6/1)	6.1630	4.2482

2.1.3 NIVEL CERAUNICO

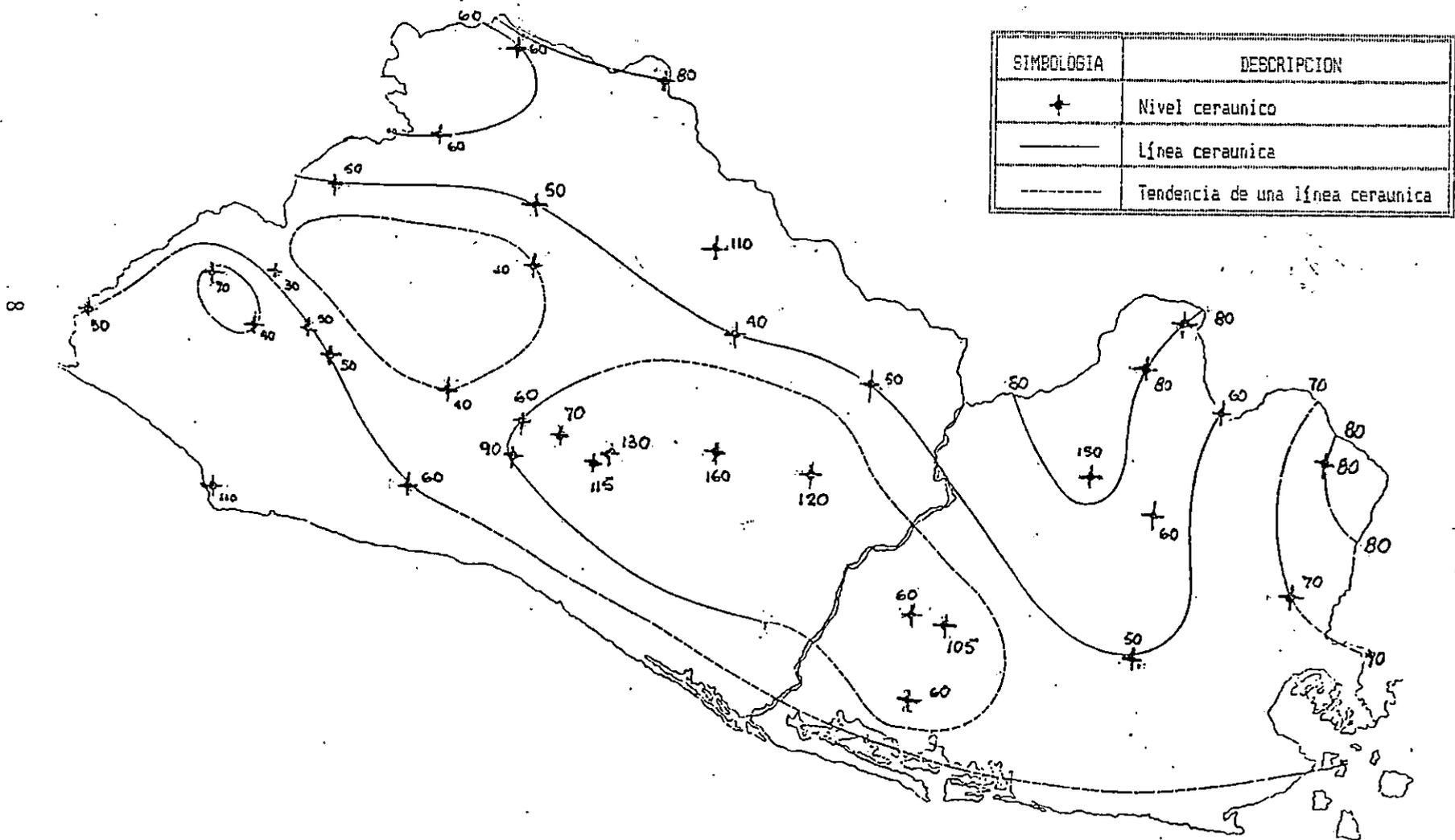
Parte importante de una línea es la coordinación de protecciones tanto contra sobretensiones como sobrecoorriente.

Entre los fenómenos que originan sobretensiones en el sistema tenemos los atmosféricos. Las sobretensiones por descarga de origen atmosféricos ocurren cuando una nube adquiere un potencial tan alto con respecto a tierra o con respecto a otra nube que se encuentra cercana en el mismo nivel o en otro, logrando que las propiedades dieléctricas del aire circundante se destruyan. Se dice que esta elevación de potencial se debe al efecto de fricción causado por el disturbio atmosférico que actúa sobre las partícula que forman la nube. En una línea eléctrica producen daños principalmente en los aisladores.

Uno de los factores que ayudan a mantener el funcionamiento de una línea eléctrica ante la presencia de fallas por sobretensiones de origen atmosférico es el nivel ceraunico, o sea el número de días con tormentas eléctricas en un año en la zona en que se encuentra localizada la línea.

En la figura 2.1 se presenta el nivel ceraunico que se tiene en nuestro país.

Fig. 2.1 Nivel ceraunico registrado por estaciones meteorológica observadora



2.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES.

Las líneas aéreas, deberán tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a que puedan estar sometidas y que razonablemente puedan anticiparse.

La resistencia mecánica que posee cada elemento de una línea la consideraremos aspecto estructural de los criterios de diseño. Son valores establecidos por los fabricantes mediante pruebas realizadas sobre los elementos.

2.2.1 POSTES.

Para la construcción de postes se emplean materiales como madera, concreto y acero.

Para línea de distribución se usan postes de madera y de concreto, dejando las torres de acero para líneas de transmisión, donde las dimensiones de la línea y la importancia de servicio continuo exige este tipo de construcción, que es el de mayor confianza que se puede obtener.

2.2.1.1 Postes de madera.

Los postes de madera son los mas económicos de fabricación y montaje; La madera tiene tres propiedades características las cuales son: ligereza, flexibilidad y aislamiento.

La longitud de los postes varia en escalones de 5', y la circunferencia de la punta varia en escalones de 2". Así, tenemos longitudes de 25', 30', 35', 40', etc. hasta 55', y circunferencias mínimas en la punta de 15", 17", 19", 21", etc., hasta 27".

Existen especificaciones de requisitos de postes basados en las especies de madera usados en diferentes partes de los Estados Unidos de Norteamérica.

Muchos de los postes que se producen en la región no cumplen con estos requisitos, principalmente por que no se adquieren en base a especificaciones adecuadas. La mayoría de los usuarios utilizan versiones traducidas, de especificaciones norteamericanas que ni han sido adaptadas a las condiciones locales ni son aplicables a las especies de pino que se utilizan localmente.

La única forma de conseguir postes de calidad aceptable es de comprarlos en base al cumplimiento de especificaciones

comprendidas que cubren a todos los aspectos de la producción de postes de madera, desde las características de los árboles hasta la fabricación, control de calidad e inspección de los postes.

La mayoría de los postes en la actualidad, reciben un tratamiento de preservación contra la pudrición, antes de ser colocados lo cual aumenta notablemente la vida del poste, se dice que casi la duplica. Los preservantes que se usan comúnmente, son aceite de creosota y pentaclorofenol, y sales de cobre. En los Estados Unidos se espera una vida útil de servicio de 35 años para postes de pino curados con creosota y pentaclorofenol y 50 años para postes tratados con Cobre-Cromo-Arsénico que es el producto usado en Centroamérica.

2.2.1.2 Postes de concreto

Los postes de concreto pueden ser macizos o huecos, redondos octagonales o cuadrados. Debido al enorme peso y relativa fragilidad del concreto, cuando se considera que los postes son de gran tamaño suelen ser colocados en el lugar mismo donde serán utilizados, con lo que se obtienen apreciables ventajas económicas sobre los postes construidos en fabricas.

Entre las características del concreto se tienen: peso elevado, poca flexibilidad, gran duración, incombustibilidad; siendo su uso principal en las ciudades.

Existen dos tipos de postes concreto, postes de concreto pretensado y postes de concreto centrifugado.

Los postes de concreto pretensado resultan mejores que los de madera, y presentan mayor resistencia a la corrosión, y por esta causa, tienen mayor duración.

En los postes de concreto centrifugado, el concreto es reforzado con acero distribuido en forma radial, lo que se convierte en una ventaja, porque presenta igual resistencia mecánica en todos los sentidos, lo que resulta de gran utilidad ya que permite su transporte y montaje en cualquier posición.

En nuestro país, los postes de concreto son de forma tronco-cónica, fabricados por el proceso centrifugado pretensado. Es preferible usar postes de concreto en donde las condiciones locales afectan la duración de los postes de madera, o cuando se desea una mejor apariencia.

2.2.2 CRUCEROS .

Los cruceros son accesorios que se montan en la parte superior de los postes, pueden ser de maderas o metal. Sirven para sostener los aisladores y conductores de una línea, y para distanciar los conductores entre sí.

El crucero de madera se hacen principalmente de abeto y de pino. El abeto es más durable y menos nudoso. La punta del brazo se redondea ligeramente para permitir que el agua corra libremente. La propiedad aislante de la madera es importante para la seguridad del liniero.

Hay cuatro medidas corrientes de cruceros de madera: $3\frac{1}{4}" \times 4\frac{1}{4}"$; $3\frac{1}{2}" \times 4\frac{1}{2}"$; $3\frac{3}{4}" \times 4\frac{3}{4}"$ y $4" \times 5"$. La primera medida se refiere al ancho y la segunda a la altura. Las dimensiones más pequeñas son las normales para trabajos de distribución, y las mayores son comúnmente para trabajos de subtransmisión. Las medidas más comunes en trabajos de distribución son de $3\frac{1}{4}" \times 4\frac{1}{4}"$ y $3\frac{1}{2}" \times 4\frac{1}{2}"$ en sección. Al montar transformadores sobre cruceros, frecuentemente se usa un crucero con sección de $4" \times 5"$.

* El crucero de acero es el más comúnmente usado en líneas de distribución en nuestro país por su mayor fuerza de resistencia. Las longitudes más comunes de los cruceros de acero son de 2.03m y 3.05m, con secciones transversales de $2\frac{1}{2}" \times 2\frac{1}{2}" \times 1/4"$, $3" \times 3" \times 1/4"$, $4" \times 4" \times 1/4"$ y $5" \times 5" \times 5/16"$.

De acuerdo a la posición en el poste, los cruceros pueden ser: sencillos, dobles, cantilibras, etc.

- Crucero Sencillo: este tipo de cruceros se fijan al poste por medio de tornillos o de bridas, se utilizan en estructuras tangentes.

- Crucero Doble : el crucero doble se usa en donde el esfuerzo que va a recibir el crucero es mayor que el normal y en donde se requiere una construcción más rígida. Los cruceros se colocan en cada lado del poste, para así dividir la tensión entre los dos cruceros. La tensión o esfuerzo en el cable es mayor debido a que el cable forma ángulo con la horizontal, ya que la estructura se encuentra en una esquina, en un cruce, o en una curva.

- Crucero Cantilibre : Este tipo de crucero es proyectado a un lado del poste, que le permita a las líneas librarse de obstáculos, evitar podas de árboles o desviar ligeramente la línea. Pueden ocuparse doble crucero, si la estructura lo necesita por ser sometida a esfuerzos mayores de lo normal.

2.2.3 ESFUERZOS QUE ACTUAN SOBRE LOS APOYOS

Al conjunto que forman los postes y los cruceros, se les denomina, en general, apoyos. Los esfuerzos a los que están sometidos los apoyos de líneas aéreas, pueden ser:

- Esfuerzos verticales:

La carga vertical sobre los apoyos se deben a su propio peso mas el de todos los conductores y cables que soportan (fig.2.2).

- Esfuerzo transversales:

Pueden ser producidos por la acción del viento sobre los apoyos (fig.2.3) o a la acción resultante de las tracciones de los conductores cuando estos cambian de dirección al llegar al apoyo (fig.2.4).

- Esfuerzos longitudinales:

Provocados sobre todo en los apoyos de principio o de fin de línea por la tracción longitudinal de los conductores (fig.2.5).

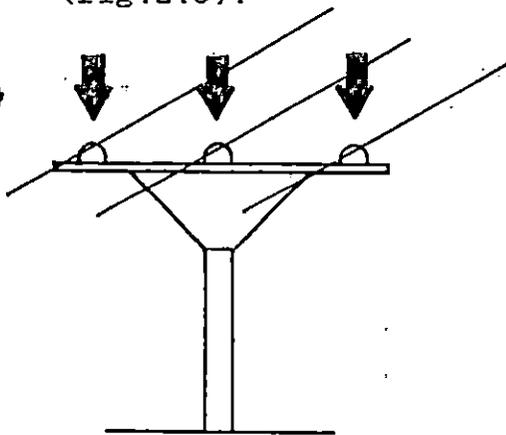


Figura 2.2

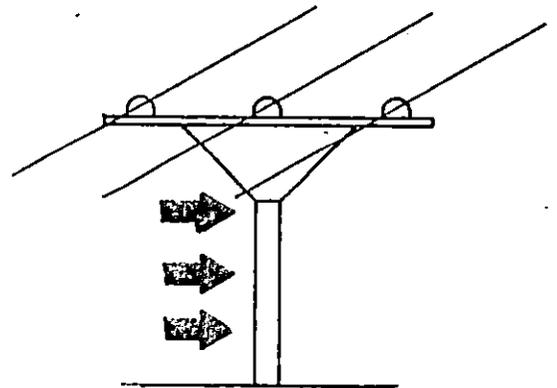


Figura 2.3

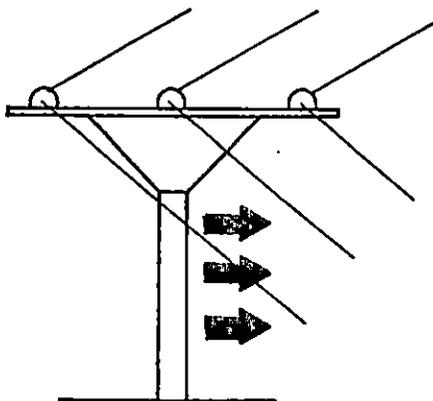


Figura 2.4

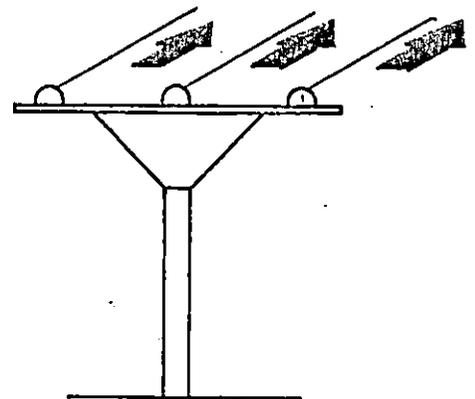


Figura 2.5

2.2.4 CONDUCTORES.

a) Metales que se emplean.

Los conductores eléctricos son los alambres y cables que transmiten energía eléctrica. Están hechos de cobre, aluminio y acero o de una combinación de cobre y acero, o aluminio y acero.

El cobre es el conductor de más uso. Conduce la corriente rápidamente y es el mejor conductor después de la plata.

El aluminio también se usa ampliamente como conductor para transmisión, particularmente en líneas de alto voltaje. Sin embargo, su conductividad es sólo de las 2/3 partes de la del cobre. Comparado con el alambre de cobre de la misma medida física, el alambre de aluminio sólo tiene 60% de la conductividad, 45% de la fuerza de tensión y el 33% del peso. Para alcanzar la misma conductividad el alambre de aluminio debe ser 100/60 igual a 1.66 veces más grande que el alambre de cobre en sección transversal. Un alambre de aluminio de esta medida tendrá 75% de la fuerza de tensión y 55% del peso del equivalente al conductor de cobre. Por este motivo los conductores de aluminio son preferidos en muchos casos porque su peso ligero permite tramos más grandes y por lo tanto se reduce el número de postes y aisladores. En terreno montañoso son de gran ventaja debido a los grandes claros.

Cuando el conductor de la línea es trenzado, la trenza del centro frecuentemente es de acero para reforzar el cable y para que pueda resistir el peso del conductor. El cable desnudo de aluminio reforzado con acero llamado ACSR es especialmente adecuado para grandes claros. Estos conductores ofrecen un esfuerzo mecánico óptimo en el diseño de líneas. Diferentes combinaciones de almas de acero permiten obtener el esfuerzo mecánico deseado sin sacrificar la capacidad de conducción de corriente.

El alambre de acero es empleado cuando se necesita una alta resistencia a la tensión. Se puede cubrir tramos relativamente grandes con pocos soportes. Sin embargo, el alambre de acero desnudo se oxida rápidamente y tiene poca duración. El acero también resulta ser un pobre conductor (de un 10% a 15%) comparado con el cobre.

b) Tipos de conductores.

Los conductores se clasifican como sólidos y trenzados. Un conductor sólido, como lo indica su nombre, es un

conductor sencillo de sección sólida circular. Un conductor trenzado se compone de un grupo de alambres unidos para formar un solo conductor. El conductor trenzado se usa cuando el conductor sólido es demasiado grande y no es lo suficientemente flexible para manejarse con facilidad. Los conductores sólidos grandes se dañan fácilmente al doblarlos.

Cuando las condiciones particulares de una instalación aconsejan protecciones mecánicas adicionales, las compañías fabricantes de conductores, como CONELCA (Conductores Eléctricos de Centroamérica, S.A.) ofrecen dentro de sus productos, cables que en su fabricación les son incorporados elementos metálicos llamadas "armaduras metálicas", cuya función esta destinada a la protección mecánica, siendo estos elementos generalmente de acero. Cuando sea necesaria una protección mecánica amagnética, se podrá utilizar aluminio, cobre o aleaciones de estos metales.

En la figura 2.6 se muestra de forma general, la distribución de un cable con armadura metálica.

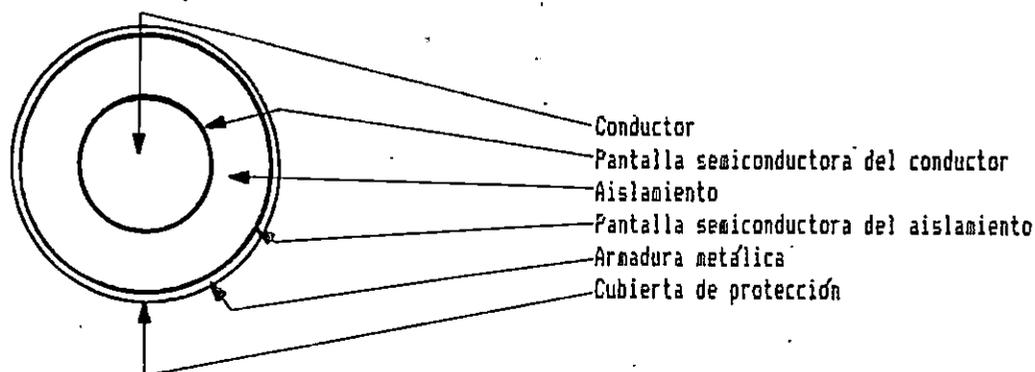


Figura 2.6 Distribución de Cable con Armadura Metálica

Las armaduras se clasifican por su construcción y las utilizadas comúnmente son:

- Armadura de flejes. Se usa cuando se prevé que el cable va a estar sometido a golpes o esfuerzos de aplastamiento.
- Armadura de alambre y Armadura de pletinas. Se prefieren cuando el cable pueda estar sometido a esfuerzos de tracción.

* 2.2.5 HERRAJES.

Se conoce como herraje, todos los materiales que son necesarios en un poste para poder instalar en el un transformador o conductores, ya sea en cruceros o no.

Entre los herrajes más usados tenemos: pernos con sus tuercas y arandelas, diagonales para cruceros, horquilla o clevis de remate para aislador tipo carrete, varillas para fijar el cable de acero al ancla en las retenidas y varilla para asegurar una buena conexión a tierra, horquilla de bola para fijación en cadena de aisladores, espigas para aisladores tipo pin para crucero de madera o acero, conectores compresión o perno-partido para conectar conductores de diferente material.

Los herrajes son fabricados en diferentes tamaños y recubrimientos para cumplir con los requisitos propios de una línea de distribución. El tamaño es muy variable; el recubrimiento puede ser esmaltado o pintado, galvanizado en frío y galvanizado en caliente, este último es el que cumple con las normas exigidas en nuestro país.

El material usado para la fabricación de los herrajes es el acero, a excepción de los conectores compresión que son fabricados con aleaciones fácilmente deformables para proveer la presión necesaria para la retención de los conectores de empalme con el cuerpo conector.

El uso de un herraje no depende del nivel de voltaje que conduce la línea, si no de la resistencia mecánica que presenta el herraje a pruebas de tensión, torsión, doblez, practicadas por el fabricante.

* Las normas internacionales que se aplican a los herrajes son: ANSI (American National Standards Institute Inc.) para acabados, tolerancia y forma; y ASTM (American Society for Testing and Materials) para materiales y resistencia mecánica.

2.2.6 RESISTENCIA DEL SUELO.

Para la instalación de una línea de distribución se consideran en el diseño, varios factores que son de gran importancia para la vida útil de la línea. Uno de esos factores es la resistencia mecánica que presenta el suelo al ser instalada el ancla para la retenida.

Durante las primeras etapas de patentado de anclas, la

fuerza física del ancla podía no estar determinada con una exactitud razonable. Información específica sobre condiciones del suelo eran deficientes, haciendo la selección del ancla más o menos una adivinanza.

Los ingenieros de CHANCE Co. desarrollaron la "prueba de suelo", una herramienta mecánica que hace posible el estudio de las condiciones del subsuelo a partir de la superficie de la tierra. La "prueba de suelo" es atornillada dentro del suelo. Mientras esta desplaza el suelo, la lectura de torque de la "prueba de suelo" es medida en libras-pulgada sobre un indicador de torsión, el cual es una parte integral de las herramientas de instalación. Las pruebas fueron realizadas en los Estados Unidos en condiciones de suelo diversas, las que se clasificaron según su consistencia. Lográndose obtener lecturas de torque de "prueba de suelo" para cada tipo de suelo (Tabla 2.4). Para el diseño de líneas en nuestro país, se considera una clase de suelo 5.

Tabla 2.4 Clasificación de suelo

CLASE	DESCRIPCION COMUN DEL TIPO DE SUELO	VALOR DE LA PRUEBA DE SUELO (Lb-pulg)
0	Roca sólida dura, no deteriorada	No registrado
1	Arenas muy densas y/o cementadas; grava gruesa y peñas	750 - 1600
2	Arena densa fina; arcilla y sedimentos sólidos (puede ser precargado)	600 - 750
3	Arenas arcillosas densas y grava; arcilla y sedimentos endurecidos.	500 - 600
4	Grava arenosa semi-densa; de arcilla y sedimentos muy duros a arcilla y sedimentos endurecidos.	400 - 500
5	Arena gruesa semi-densa y grava arenosa; de arcilla y sedimentos duros a arcilla y sedimentos muy duros.	300 - 400
6	De arena fina suelta o semi-densa a arena gruesa; de arcilla y sedimentos firmes a arcillas y sedimentos duros.	200 - 300
7	Arena fina suelta, aluvión; arcillas poco firmes; arcillas, rellenos.	100 - 200
8	Tierra suelta, sedimentos orgánicos; sedimentos depositados por inundaciones, cenizas.	menos de 100

2.3 ASPECTOS DE ENTORNO.

Las características propias de cada proyecto, como son el tipo de suelo, la topografía del lugar, actividad principal de la zona; se convierten en parte importante para la toma de decisiones en el diseño de una línea de distribución.

2.3.1 TOPOGRAFIA DEL LUGAR.(1)

La topografía del terreno influye en la selección de la ruta de la línea, que no es más que el acceso o camino donde pasará la línea hasta el lugar donde se quiere llevar la energía.

De la buena selección de la ruta depende en gran parte la magnitud de los costos de mantenimiento durante la vida útil de la línea, como el costo de construcción de la obra.

La selección de la ruta de un proyecto es importante para una empresa eléctrica, y aun mas importante en proyectos de electrificación rural. La importancia de esta etapa en el proceso de diseño muchas veces no se reconoce. En algunos casos personas que no son considerados como responsables por el diseño de un proyecto (como topógrafos o personas de planificación, por ejemplo) son las que determinan en realidad la ruta de una línea. Si estas personas no entienden las implicaciones de sus varias opciones, el costo total de un proyecto puede salir mucho más alto.

Costos mínimos son posibles únicamente cuando la ruta no causa conflictos entre la línea y otros tipos de construcción, como casas, o edificios comerciales. Obviamente, conflictos con cosas tales como árboles o ríos también aumentan los costos. Por otro lado, una ruta seleccionada para evitar todos estos problemas puede salir con muchos ángulos o brechas difíciles, con costos aun más altos, por razón de las estructuras más costosas requeridas.

Es importante aprovechar lo más posible la topografía natural. Esto, sin otra cosa puede reducir los costos de construcción por un 10% o más en muchos casos. Los postes pueden ser ubicados en los puntos altos del terreno, y los puntos de depresión deben de corresponder a los centros de los vanos, así que los vanos pueden ser más largos. Otro ejemplo es el de ubicar los postes en terreno bueno, no en lugares rocosos o mojados, para minimizar los costos de la instalación de los postes.

La selección de la ruta debe de considerar también el desarrollo futuro. Cuando sea posible, la ruta debe pasar por lugares escogidos para minimizar construcción en el futuro. Siempre hay incertidumbre en cuanto al futuro, pero una buena selección de ruta evitará alguno de los costos del futuro.

En la minimización de los costos, es necesario considerar los costos de mantenimiento. La ruta seleccionada debe ser una con acceso adecuado, tanto para la construcción como para el mantenimiento después. Otra consideración es la de evitar lugares donde el crecimiento de árboles u otras plantas podrán causar futuros conflictos con la línea. Es importante prestar mucha atención a posibles cambios en los caminos, pues una reconstrucción de camino fácilmente puede necesitar cambios costosos en una línea de distribución. En la selección de la ruta es siempre necesario balancear la ventaja de buen acceso por tener una línea muy cerca al camino, con la desventajas de introducir costos adicionales en el futuro por razón de conflictos ocasionados por el mismo camino.

Una consideración que está tomando cada vez más importancia es la del medio ambiente. Hay mucho acuerdo de que los árboles y otras plantas deben ser preservados en lo más posible. Daños a las cosechas por razón de las actividades de construcción pueden ser costosos en términos de dinero y también de relaciones públicas.

Todos estos puntos deben ser considerados y balanceados con el fin de determinar la mejor ruta para el proyecto. La ruta precisa, una vez seleccionada, ya incluye una multitud de decisiones que van a influenciar el diseño final y por consecuencia el costo final de una línea de distribución.

2.3.2 TIPO DE SUELO.

El tipo de suelo del lugar donde se instalará la línea es información necesaria para determinar la profundidad de la excavación para empotrar los postes; así también para estimar las horas/hombre de trabajo para empotrar el poste.

En la Tabla 2.5 se presentan valores de empotramiento, en metros, para suelo rocoso o tierra dependiendo de la altura del poste.

Una forma empírica de calcular la profundidad del empotramiento es obtener el 10% de la longitud del poste en metros y a este resultado se le suma 60 centímetros (10% de la altura en pies más 2 pies).

$$\text{Profundidad} = 10\% \text{ longitud en metros} + 0.60 \text{ metros} \quad \text{Ec. 2.4}$$

TABLA 2.5 Empotramiento de postes según su altura.

ALTURA DEL POSTE		EMPOTRAMIENTO (mts)	
PIES	METROS	ROCA	TIERRA
25	7.60	1.10	1.40
30	9.10	1.10	1.50
35	10.70	1.50	1.70
40	12.20	1.40	1.80
45	13.70	1.60	2.00
50	15.20	1.70	2.10

2.3.3 CONTAMINACION.

La contaminación ambiental es causada por una gran variedad de agentes, como son: polvos obtenidos de la combustión del petróleo y sus derivados, polvos de cemento, lluvias salinas, irrigación por plagicidas, fertilizantes, etc. Estos elementos cuando se mezclan por efectos de niebla o lluvia ligera, modifican desfavorablemente las condiciones de servicio de los aisladores.

Actualmente las empresas dedicadas a la fabricación de aisladores tienen suficiente experiencia para que los aisladores construidos por ellas tengan excelentes cualidades y se puede suponer que la duración de estos, en eficientes condiciones de servicio es muy larga.

La contaminación también puede afectar al conductor en su aislante, por lo que las empresas que los fabrican la consideran parte de sus criterios de diseño. Los conductores son aislados o cubiertos por materiales con características dieléctricas, mecánicas y físico-químicas, como PVC, polietileno de baja y alta densidad, teflon, etc. La escogitación del aislante depende de las características del uso del conductor.

2.3.4 ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA ZONA.

Las compañías distribuidoras de energía han clasificado a los usuarios en sectores de consumo, basándose en el uso que le dan a la energía. Dichos sectores son, en forma general: residencial, comercial e industrial.

Una clasificación similar se debe utilizar para determinar que tipo de diseño de líneas se empleará en un nuevo proyecto de electrificación. Por que los criterios de diseño cambian de un diseño de línea para iluminar una zona residencial en la ciudad, a uno que se hace para llevar energía a una zona industrial con grandes fabricas.

La actividad principal de la zona donde se realizará un nuevo proyecto, toma importancia en el momento de analizar si la demanda actual aumentará rápidamente para considerar una ampliación de la línea y así diseñarla para que soporte dicha ampliación cuando sea requerida. También influye al decidir el tipo de estructura a utilizar, el calibre del conductor, los vanos, los libramientos, etc.

Sobre estas decisiones también afecta la carga a manejar, tanto la demanda de potencia, como el consumo de energía que se va a suplir; afectando directamente la selección de la capacidad de los transformadores a utilizar.

2.4 ASPECTOS SOCIOLOGICOS

2.4.1 CONSUMOS DE ENERGIA PROMEDIO.

A nivel nacional existen seis empresas distribuidoras de energía eléctrica:

CEL: Compañía Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
CAESS: Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador
CLESA: Compañía de Luz Eléctrica de Santa Ana, S.A.
CLES: Compañía de Luz Eléctrica de Sonsonate, S.A.
CLEA: Compañía de Luz Eléctrica de Ahuachapan, S.A.
CECSA: Compañía Eléctrica de Cucumacayán, S.A.
DEUSEM: Distribuidora Eléctrica de Usulután, S. de E. Mixta

Todas ellas clasifican el consumo de energía en sectores, dependiendo del uso final que se le da a la energía. Estos sectores son: Residencial, Comercial, Industrial, Gobierno y Municipios, Alumbrado Público.

Existen datos estadísticos correspondientes al año 1,993 ;de consumos totales,número de consumidores,factura

promedio mensual, etc. Para cada empresa distribuidora, proporcionada por la gerencia de planificación energética de CEL.

Analizando dichos datos, se obtiene la Tabla 2.6, donde se determina que el sector con mayor número de consumidores es el Residencial con un 90.46% del total; aún cuando en el total de consumo de energía solo represente al 35.46%. Esto se debe a que el valor de KWH por consumidor en un año es relativamente pequeño comparado con los demás sectores, reflejándose en los valores de factura promedio mensual, manteniéndose el sector residencial con valores bajos, comparados con el resto de sectores para todas las empresas distribuidoras.

El sector Industrial representa el sector que más dinero aporta a la compra de energía, teniendo el 35.47% del valor total de energía vendida por las empresas distribuidoras, a pesar de no ser el sector de mayor consumo y representando solo el 0.89% del total de consumidores. Esto se debe a que el precio promedio del KWH es uno de los mayores (59 ctvs.) y que los KWH por consumidor al año de este sector es relativamente alto, produciéndose así un alto valor en la energía que compran.

Tabla 2.6 Comparación Porcentual del Consumo de Energía Nacional

SECTORES DE CONSUMO	CONSUMO		CONSUMIDORES		VALOR	
	KWH	%	Cantidad	%	Miles Cols.	%
Residencial	839106.7	35.46	672588.0	90.46	388110.0	31.93
Comercial	383182.4	16.20	59276.0	7.97	232277.6	19.11
Industrial	730516.4	30.88	6617.0	0.89	431032.1	35.47
Gob. y Munic.	368973.9	15.60	4834.0	0.65	146874.1	12.09
Alumb. Publico	44086.5	1.86	244.0	0.03	17035.8	1.40

2.4.2 CRECIMIENTO POBLACIONAL Y ECONOMICO DEL PAIS

En la Tabla 2.7 se presentan datos estadísticos proporcionados por la dirección de estadísticas y censos del Ministerio de Economía relacionados al resultado obtenido del último censo nacional (1,992) en la actualidad tenemos una densidad poblacional de 5,047,925; siendo el departamento de San Salvador el que posee mayor número de

habitantes por kilómetros cuadrados.

Para poder determinar la tasa de crecimiento poblacional actual la dirección nacional de estadística y censos comparo los datos obtenidos del reciente censo con el censo anterior (1,971) obteniéndose una tasa anual de crecimiento geométrico de 1.6841%. En esta tabla también se muestran tasas de crecimiento por departamentos, el margen de error de estos es del 5% debido a que el censo no fue totalmente eficaz en el área rural.

Tabla 2.7 Datos Estadísticos Nacionales

DEPARTAMENTO	SUP. TERRESTRE (Km ²)	POBLACION	HABITANTES/Km ²	TASA ANUAL (%)
Nacional	21,040.79	5,047,925	240	1.6841
Ahuachapan	1,239.60	260,563	210	1.8200
Santa Ana	2,023.17	451,620	223	1.4200
Sonsonate	1,225.77	354,641	289	1.9400
Chalatenango	2,016.58	180,627	90	0.2100
La Libertad	1,652.88	522,071	316	2.9100
San Salvador	886.15	1,477,766	1,668	3.3900
Cuzcatlan	756.19	167,290	221	0.4300
La Paz	1,223.61	246,147	201	1.4500
Cabañas	1,103.51	136,293	124	0.1900
San Vicente	1,184.02	135,471	114	-0.590
Usulután	2,130.44	317,079	148	0.3500
San Miguel	2,077.10	380,442	183	0.8200
Morazán	1,447.43	166,772	115	0.3200
La Unión	2,074.34	251,143	121	0.6100

Es de mencionar que en el período que transcurrió entre estos censos (1,971-1,992), nuestro país sufrió una guerra que impidió un desarrollo normal; existieron muchas muertes en combate, no hubo un crecimiento industrial óptimo por no existir mucha inversión extranjera. Hubo mucha migración de un departamento a otro o de municipios del interior hacia las cabeceras departamentales, por existir zonas en conflictos. Esto se reflejan en algunas tasas de crecimiento pequeñas, algunas hasta negativas.

Para determinar el crecimiento económico nacional, el Banco Central de Reserva presentó un "programa monetario y financiero 1,994" con el que se espera, entre otras cosas, aumentar la producción y el empleo, y reducir la tasa de inflación. En la Tabla 2.8 se presentan datos relacionados al crecimiento económico nacional, por medio del incremento anual del Producto Interno Bruto en el lapso de 1,989 a 1,994.

Tabla 2.8 Crecimiento Económico

AÑOS	INCREMENTO DEL PIB (%)
1,989	1.1
1,990	3.4
1,991	3.5
1,992	5.1
1,993 (preliminar)	5.0
1,994 (proyectado)	5.5

2.4.3 EFECTOS DEL CRECIMIENTO POBLACIONAL Y ECONOMICOS EN EL DISEÑO DE LINEAS

Al realizarse el diseño de una línea, hay que tomar en cuenta la posibilidad de que exista un cambio significativo en el tipo de carga a manejar actualmente y así prever cambios a mediano o largo plazo.

Esta prevención se puede hacer analizando el crecimiento nacional enfocándolo al área de consumo de energía y demanda de potencia futuras. En la Tabla 2.9 se muestra el incremento de abonados del año 1,992 al 1,993. En este pequeño rango se tuvo un incremento de 46,967 nuevos abonados. Para suplir esa demanda se dispone del 66.9% de la capacidad de Potencia instalada por CEL que es de 817.5 MW.

Tabla 2.9 Abonados por sector de consumo(%)

SECTOR	DICIEMBRE 1,993	DICIEMBRE 1,992
Residencial	90.46	89.78
Comercial	7.97	8.50
Industrial	0.89	0.99
Gob. y Mun.	0.65	0.67
Al. Publico	0.03	0.04
Total(#)	743,559	696,592

Para tener una idea del consumo de energía que se tendrá en el futuro, podemos orientarnos con el crecimiento que se ha tenido en la demanda de potencia en los últimos años (Tabla 2.10). Anualmente se tienen crecimientos variables, que van desde un decremento (del año 1,987 a 1,988) hasta incrementos elevados de más de 50 MW (del año 1,992 a 1,993). De forma global se puede decir que en un período aproximado de diez años la demanda de potencia se duplica. Si la tasa de crecimiento poblacional actual y el incremento del Producto Interno Bruto se mantiene se puede prever para los próximos diez años un incremento similar en la demanda de potencia.

Tabla 2.10 Demanda Máxima Anual .

AÑOS	1,983	1,984	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993
MW	285.5	304.2	318.4	339.5	379.9	378.6	371.4	412.3	447.7	476.0	529.8

CONCLUSIONES DEL CAPITULO II

Antes de iniciar el diseño de una línea, es necesario tomar en cuenta la diversidad de aspectos, que sirven de base para la toma de decisiones que efectúa el ingeniero sobre las características de la línea.

Existen muchas razones por las que el poste de madera se considera una mejor opción, en comparación con el poste de concreto, para líneas de distribución. Entre ellas podemos mencionar: mayor vida útil en condiciones de operación normal, más livianos, más fáciles de fabricar.

La contaminación ambiental. afecta directamente las características del aislante del conductor, es por eso que las empresas encargadas de fabricarlos, escogen el material adecuado para forrar los conductores, considerando que estos materiales cuentan con características físico-químicas y dieléctricas que contribuyen a mejorar las condiciones de operación bajo contaminación en el ambiente.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

1. NRECA, Seminario: Diseño, construcción e inspección de redes eléctricas en proyecto de electrificación rural. 1,993.
2. Naciones Unidas. Manual de Normas Eléctricas para el Istmo Centroamericano Volumen II y III.
3. NRECA, Normas para materiales de construcción de líneas de distribución. 1,993.
4. CONELCA, Catalogo técnico. 1,993.
5. A.B.Chance Co. Manual de entrenamiento para tendedores de líneas eléctricas. 1,964.
6. Dirección General de Estadística y Censo, Boletín #16 del Ministerio de Economía. 1,993.
7. Banco Central de Reserva de El Salvador. Programa monetario y financiero 1,994.
8. CEL, Informe Técnico Estadístico. 1,993.

CAPITULO III

CRITERIOS DE DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION

La definición de los criterios técnicos, económicos, de seguridad, etc. son el primer paso en el proceso de diseño de una línea aérea de distribución eléctrica. Esta etapa definirá los alcances, nivel de esfuerzo requerido y el producto final a obtener.

La selección o definición de los criterios de diseño, consiste básicamente en definir o revisar los diferentes factores que pueden influenciar la ingeniería a aplicar en el diseño de la línea. Las decisiones que se hagan a este respecto y su respectiva reglamentación, proveerán las directrices que definirán el diseño.

Hay diferentes aspectos que pueden intervenir en las decisiones sobre las características de una línea, podemos agruparlas así:

- Criterios de seguridad
- Criterios de calidad de servicio
- Criterios económicos.

En este capítulo se detalla, en forma general, cada uno de estos criterios.

3.1 CRITERIOS DE SEGURIDAD.

Las líneas de distribución aéreas están construidas sobre espacios abiertos donde no es posible aislarlas del público. Es por eso que las personas responsables del diseño, construcción, operación y seguridad de las líneas deben tener un amplio conocimiento de los requisitos de los reglamentos o códigos aplicables a la seguridad de las personas, tanto de los usuarios como de los responsables de su operación y mantenimiento. Es recomendable utilizar los reglamentos de seguridad eléctrica, como un marco de referencia para el diseño de líneas de distribución eléctrica.

En nuestro país, las líneas de distribución son construidas utilizando como referencia el NESC (National Electrical Safety Code) publicado por IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc). El cual, en su parte 2, cubre los requerimientos de seguridad para instalación y mantenimiento de las líneas aéreas de suministro de energía eléctrica y comunicaciones.

Es de mencionar que las reglas del NESC no proveen especificaciones detalladas, pero sí cubren los requerimientos más importantes para salvaguardar la línea en condiciones de trabajo y proteger al público.

Aunque es responsabilidad de cada empresa distribuidora determinar los métodos de construcción más convenientes a sus intereses, es importante, desde el punto de vista de las normas de seguridad involucradas, tomar el NESC como una guía, ya que una adecuada calidad de construcción toma en cuenta las respectivas medidas de seguridad para personas y bienes.

3.1.1 LIBRAMIENTOS.

Se conoce como libramiento a la distancia de seguridad mínima medida entre:

- a) conductores y el terreno u otra edificación
- b) dos conductores
- c) conductores y apoyos

Estas distancias de seguridad fijan, las separaciones mínimas que deben dársele a los apoyos.

Los requerimientos del NESC sobre libramientos son cubiertos en la sección 23. En este manual nos referiremos únicamente a aquellas pertinentes al diseño de líneas de distribución aéreas con conductores primarios desnudos y conductores secundarios forrados tanto abiertos como multiplex.

Las tablas que contienen los valores de libramientos necesarios a considerar para el diseño de líneas se presentarán en capítulos posteriores.

3.1.1.1 Libramiento Básico.

Cada requerimiento de la norma en cuanto a libramientos, incluye por lo menos un libramiento básico, que varía en magnitud dependiendo de los rangos de voltaje del conductor, el tipo de forro del conductor y el uso del espacio entre el conductor y el objeto para el cual el libramiento se está considerando.

Las condiciones para los libramientos básicos y las limitaciones para las diferentes clases de voltaje utilizados para distribución son, con algunas excepciones, las mismas para todas las normas de libramientos. Estas condi-

ciones y limitaciones son las siguientes:

a) Temperatura del conductor

Los libramientos requeridos están basados en una temperatura normal de operación de 15°C sin viento, con una flecha del conductor sin carga.

b) Longitud de vano básico

El libramiento básico está definido para una longitud de vano no mayores que los listados en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Vanos básicos (norma NESC 232A2)

Categoría de carga	Longitud del Vano	
	metros	pies
Pesada	53.3	135
Media	76.2	250
Ligera	106.7	350

El concepto categoría de carga, lo define el NESC a partir de una división geográfica que se hace al país de los Estados Unidos, tomando como base las condiciones climatológicas, como la presión horizontal del viento sobre las líneas y la existencia de engrosamiento radial por sobre el conductor. En nuestro país, se diseña para una categoría de carga ligera.

3.1.1.2 Libramiento Adicional.

En muchos casos el libramiento básico puede estar sujeto a requerimientos de espacio adicional, normalmente por las condiciones de operación del conductor: voltaje, temperatura de operación, carga y longitud de vano permisible. Los incrementos son acumulativos aritméticamente, cuando más de uno es aplicable.

Para las líneas de distribución, los libramientos adicionales que son añadidos a los requerimientos básicos de libramiento, son cubiertos por las normas de "voltaje que exceden de 50 KV" e "incremento de la flecha".

3.1.1.2.1 Voltajes que exceden de 50 KV (NESC 232B1)

a) Para voltajes entre 50 y 470 KV, los libramientos especificados en la norma 232-1, serán incrementados en una razón de 10 mm. por KV en exceso de 50 KV.

b) Los libramientos adicionales para voltajes que excedan 50 KV especificados en el literal anterior serán incrementados 3% por cada 300 m. a exceso de una altura de 1000 m. sobre el nivel del mar.

3.1.1.2.2 Incremento de la flecha.

1. Incrementos adicionales.

Esta norma establece los metodos de incremento de libramiento básico cuando la longitud del vano excede la del vano básico, cuando la temperatura del conductor está a la temperatura básica de 15°C, la norma de incrementos adicionales es aplicable para todos los cruces, excepto sobre vías férreas y cruces sobre otros conductores no soportados por las mismas estructuras.

a) Normas generales. (NESC 232B2c1 y 234F2c)

Cuando las líneas de suministro son diseñadas para operar a, o por debajo de 50°C y los vanos son mayores que los límites especificados para el vano básico, el libramiento a medio vano deberá incrementarse en un factor de relación de 0.01 veces el exceso sobre el vano básico. El uso de un factor de conversión permite aplicar la norma tanto en el sistema métrico como el inglés.

b) Cruce con vías férreas y conductores. (NESC 232Bc2 y 233A2b3)

Para las normas que regulan los cruces con vías férreas y conductores de otros circuitos no soportados por estructuras en los mismos postes, se aplica la norma anterior, pero los factores que definen el incremento son modificados conforme a la siguiente Tabla:

Tabla 3.2 Factores de incremento para los libramientos básicos

Rango de carga	Factores de incremento	
	Conductor grande	Conductor pequeño*
Pesada y media	0.015	0.03
Ligera	0.01	0.015

* Conductores menores a #4 AWG de cobre y #2 AWG de aluminio

2. Ajuste a los Libramientos Adicionales (NESC 232B2e).

Cuando los libramientos mínimos no son a medio vano, los libramientos adicionales pueden ser reducidos multiplicando los incrementos adicionales a medio vano por los factores dados en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Factores de reducción para libramientos adicionales

Distancia, en porcentaje de la longitud total del vano	Factores†
5%	0.19
10%	0.36
15%	0.51
20%	0.64
25%	0.75
30%	0.84
35%	0.91
40%	0.96
45%	0.99
50%	1.00

*Interpolar para valores intermedios

La distancia que aparece en la tabla 3.3, es medida desde el soporte mas cercano al punto de libramiento mínimo, y es presentado en porcentaje de la longitud total del vano.

3. Temperatura máxima de operación del conductor (NESC 232B2d).

Esta norma regula los incrementos en los libramientos que deben ser aplicados a los libramientos básicos, si el conductor operará a temperaturas por encima de los 50°C. Los aspectos esenciales de la norma son los siguientes:

Cuando las líneas de distribución son diseñadas para operar con temperaturas de conductor por encima de 50°C, independientemente de la longitud del vano, el libramiento mínimo a medio vano especificado para el vano básico deberá ser incrementado en una magnitud igual a la diferencia entre: La flecha final sin carga, a 15°C, sin viento y la flecha final conforme las siguientes condiciones de temperatura y atmósfera.

- a) 0°C, sin viento, con engrosamiento radial por hielo, si lo hay, para la categoría de carga esperada.
- b) La temperatura máxima del conductor para la cual la línea de suministro está diseñada, sin desplazamiento horizontal.

La aplicación de esta norma no es tan complicada como parece. Use la flecha final para la máxima temperatura de operación del conductor, y simplemente mantenga los libramientos básicos requeridos, independientemente de la longitud del vano.

3.1.1.3 Libramiento Horizontal

a) Requerimientos de libramientos básicos. (NESC 233B1)

El libramiento horizontal entre cruceros o alambres, conductores o cables adyacentes sostenidos en diferentes estructuras de soporte no deben ser menores de 5 pies (1.5 m) Para voltajes entre los alambres, conductores o cables que exceden 129 KV, hay libramientos adicionales de 0.4 pulg. (10 mm.) por KV que exceda de 129 KV.

b) Libramiento Horizontal. (NESC 234A1)

La mayoría de requerimientos para libramiento horizontal son aplicados para el conductor desplazado desde el reposo por una presión de 6 lb/pie² (290 Pa). La presión considerada puede ser reducida hasta 4 lb/pie² (190 Pa) para presiones de viento en áreas protegidas por edificios, lomas u otros obstáculos. No es recomendable usar esta reducción a menos que sea absolutamente necesario. Donde sea aplicable, el desplazamiento del conductor debe incluir la deflexión de los aisladores de suspensión y estructuras flexibles.

3.1.2 CLASE DE POSTE.

* 3.1.2.1 Poste de Concreto.

La clasificación del poste de concreto es conocida como el valor de resistencia de diseño que poseen con un factor de seguridad de 2*. Estos valores se obtienen de pruebas que efectúan los fabricantes en los postes, que consiste en aplicar una carga a 30 cm. de la punta en el poste y en dirección normal al eje longitudinal del mismo.

Por ejemplo, un poste clase 500, es aquel que posee una resistencia de diseño de 500 Lb. En la Tabla 3.4 se presenta la clase del poste de concreto pretensado centrifugado fabricado por productos ATLAS en nuestro país.

Tabla 3.4 Clasificación de postes de concreto

Clase	Longitud (metros)	Diámetro exterior (cm.)		Peso (Libras)
		Punta	Base	
300	6.50	12.0	21.5	600
500	8.00	16.5	28.5	1200
500	9.00	16.5	30.0	1300
500	10.60	16.5	32.5	1900
750	12.00	16.5	34.5	2200
1000	15.00	16.5	39.0	3200
1000	16.00	16.5	40.5	4500
1000	18.00	16.5	43.5	5500
1500	18.00	16.5	45.5	7000
2000	18.00	21.0	45.0	7200
2000	21.00	25.5	57.0	11900
2000	24.00	25.5	61.5	15200
2000	27.00	25.5	66.0	19100

* Factor de Seguridad: relación entre la resistencia en el límite de fluencia y la carga máxima de trabajo.

3.1.2.2 Poste de Madera

La clasificación del poste de madera se basa normalmente en:

- Longitud del poste (varía en escalas de 5')
- Circunferencia de la punta (varía en escalas de 2")
- Circunferencia tomada a 6' del tope.

La clasificación del poste se da del uno al diez, dicha clasificación determina la capacidad para resistir cargas aplicadas a 2' desde la punta. En la Tabla 3.5 se muestran estos valores.

Tabla 3.5 Clasificación de postes de madera según su resistencia a la carga a 2' del tope

Clase	Resistencia del poste (Lbs.)
1	4,500
2	3,700
3	3,000
4	2,400
5	1,900
6	1,500
7	1,200
8 a 10	No especificado

En la Tabla 3.6 se encuentran los valores de longitud, circunferencia en la punta y a 6' del tope, que permiten la clasificación del poste de madera.

Tabla 3.6 Características físicas de postes de madera

Longitud (pies)	Clase	Circ. en la punta (pulg.)	Madera 1	Madera 2	Madera 3	Madera 4
			Circ. a 6" del tope^(*)	Circ. a 6" del tope^{(*)}	Circ. a 6" del tope^{(*)}	Circ. a 6" del tope^{(*)}
25	1	27	34.5	36.0	38.0	43.5
25	2	25	32.5	33.5	35.5	41.0
25	3	23	30.0	31.0	33.0	38.0
25	4	21	28.0	29.0	30.5	35.5
25	5	19	26.0	27.0	28.5	32.5
25	6	17	24.0	25.0	26.0	30.0
25	7	15	22.0	23.0	24.5	28.0
30	1	27	37.5	39.0	41.0	47.5
30	2	25	35.0	36.5	38.5	44.5
30	3	23	32.5	34.0	35.5	41.5
30	4	21	30.0	31.5	33.0	38.5
30	5	19	28.0	29.0	30.5	35.5
30	6	17	26.0	27.0	28.5	33.0
30	7	15	24.0	25.0	26.5	30.5
35	1	27	40.0	41.5	43.5	50.5
35	2	25	37.5	38.5	41.0	47.5
35	3	23	35.0	36.0	38.0	44.0
35	4	21	32.0	33.5	35.5	41.0
35	5	19	30.0	31.0	32.5	38.0
35	6	17	27.5	28.5	30.5	35.0
35	7	15	25.5	26.5	28.0	32.5
40	1	27	42.0	44.0	46.0	53.5
40	2	25	39.5	41.0	43.5	50.0
40	3	23	37.0	38.0	40.5	46.5
40	4	21	34.0	35.5	37.5	43.5
40	5	19	31.5	33.0	34.5	40.0
40	6	17	29.0	30.5	32.0	37.0
40	7	15	27.0	28.0	-	-

Tabla 3.6 (continuación)

Longitud (pies)	Clase	Circ. en la punta (pulg.)	Madera 1	Madera 2	Madera 3	Madera 4
			Circ. a 6" ^P del tope(^M)	Circ. a 6" ^{P} del tope( ^{M})	Circ. a 6" ^{P} del tope( ^{M})	Circ. a 6" ^{P} del tope( ^{M})
45	1	27	44.0	46.0	48.5	56.0
45	2	25	41.5	43.0	45.5	52.5
45	3	23	38.5	40.0	42.5	49.0
45	4	21	36.0	37.0	39.5	45.5
45	5	19	33.0	34.5	36.5	42.0
45	6	17	30.5	32.0	-	-
45	7	15	28.5	29.5	-	-
50	1	27	46.0	48.0	50.5	58.5
50	2	25	43.0	45.0	47.5	55.0
50	3	23	40.0	42.0	44.5	51.5
50	4	21	37.5	39.0	41.0	47.5
50	5	19	34.5	36.0	38.0	44.0
50	6	17	32.0	33.5	-	-
50	7	15	29.5	31.0	-	-
55	1	27	47.5	49.5	52.5	61.0
55	2	25	44.5	46.5	49.5	57.5
55	3	23	41.5	43.5	46.0	53.5
55	4	21	39.0	40.5	42.5	49.5
55	5	19	36.0	37.5	39.5	46.5
55	6	17	33.5	34.5	-	-

Madera 1: Pino amarillo del sur, abeto douglas y abeto americano oriental.

Madera 2: Diversas clases de pino, pino rojo y abeto oriental.

Madera 3: Cedro oriental rojo.

Madera 4: Cedro blanco del norte.

3.1.3 RESISTENCIA DEL HERRAJE.

Existe bibliografía que proporciona información general de materiales de uso común en líneas de distribución, especificaciones técnicas de requisitos mínimos que deben de satisfacer los herrajes. Esta información es utilizada continuamente para compra de materiales, contribuyendo a asegurar la calidad de los materiales adquiridos.

En esta oportunidad, es de nuestro interés, los valores de resistencia a pruebas efectuadas por el fabricante, a herrajes de hierro y acero estructural, galvanizado por inmersión en caliente.

A continuación se detallan valores de resistencia mecánica de algunos de los herrajes más usados.

a) Espiga para aislador tipo Pin.

Las dimensiones de las piezas de la espiga mostrada en la figura 3.1 son listados en la Tabla 3.8. El eje de la espiga varía dependiendo del crucero en el que se instalará, siendo de eje largo para cruceros de madera y de eje corto para cruceros de acero.

En la Tabla 3.7 se presentan valores obtenidos al someter la espiga a pruebas de soporte.

Tabla 3.7 Resistencia de la espiga a prueba de soporte

Tipo de espiga (según NRECA/REA)	B-1	B-94	B-122	B-123
Carga mínima requerida (Lbs.)	1100	1100	2100	2100

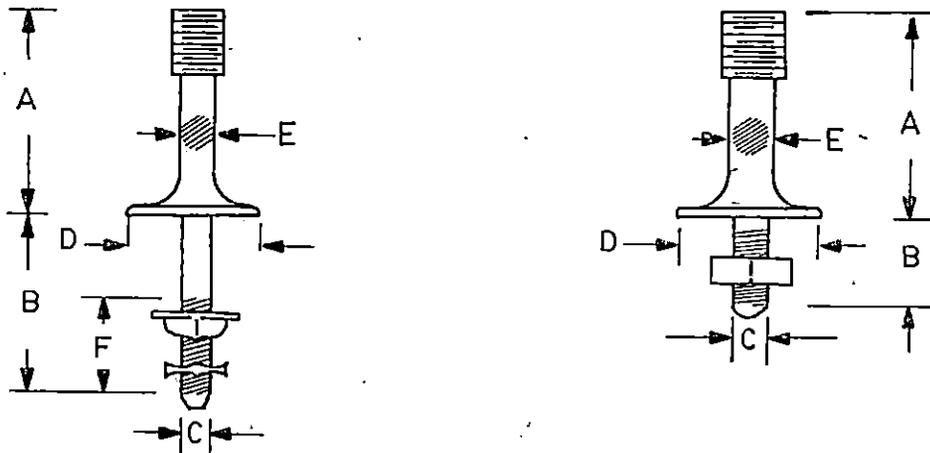


Fig. 3.1 Espiga para aislador tipo pin
a) Eje largo b) Eje corto

Tabla 3.8 dimensiones en pulgadas de la figura 3.1

Tipo de espiga (según NRECA)	B-1	B-94	B-122	B-123
Altura sobre el crucero (A)	5	5	10	10
Longitud del eje (B)	5 1/4	1 1/4	7	1 1/4
Dia. nominal del eje (C)	5/8	5/8	3/4	3/4
Dia. de la base (D)	2	2	3 1/4	3 1/4
Dia. del mástil (E)	-	-	1 1/4	1 1/4
Long. de la rosca (F)	2 1/4	1 1/4	3	1 1/4
Tamaño del cuadrado (G)	3/4	3/4	N/A	N/A
Dia. de la rosca de plomo (H)	1	1	1-3/8	1-3/8
Tipo de crucero	Madera	Acero	Madera	Acero
Tipo de espiga (material)	Larga	Corta	Larga	Corta

b) Perno Maquina.

Como todos los herrajes, existe variedad en las dimensiones del perno maquina, pero para un mismo valor de diámetro, independiente de las longitudes, la resistencia máxima de tensión se mantiene.

Tabla 3.9 Resistencia mecánica del perno maquina.

Diámetro (pulg.)	Resistencia máxima de tensión (Lbs.)
1/2	7,800
5/8	12,400
3/4	18,350

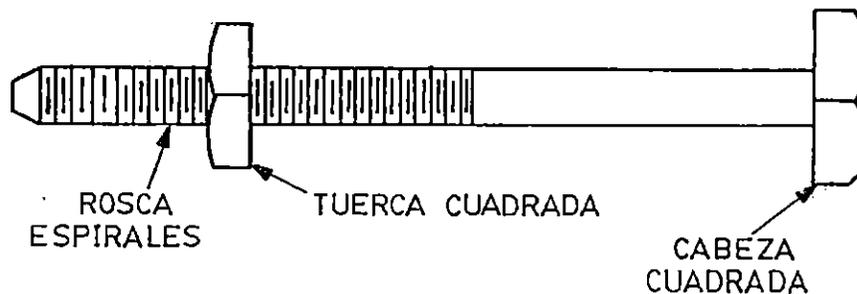


Fig. 3.2 Perno Maquina

c) Perno Argolla.

Presenta una máxima resistencia de tensión de 12,400 Lbs, para diámetros de 5/8"

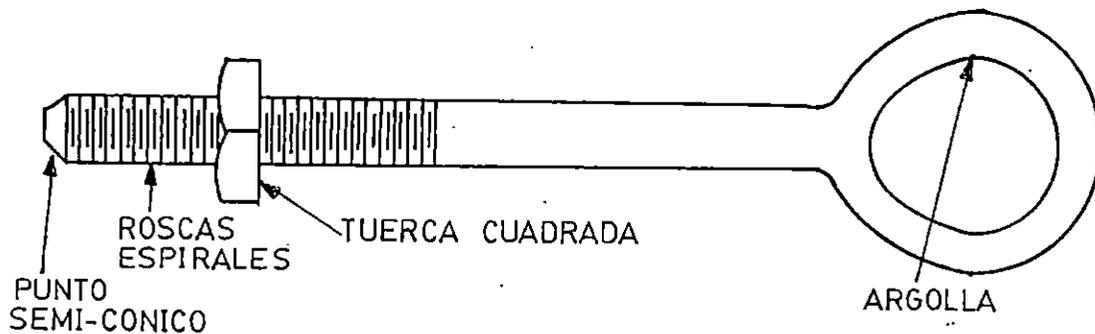


Fig. 3.3 Perno Argolla

d) Perno todo rosca.

Tiene una máxima resistencia de tensión de 12,400 Lbs. para diámetros de 5/8" y 18,350 Lbs. para diámetros de 3/4".

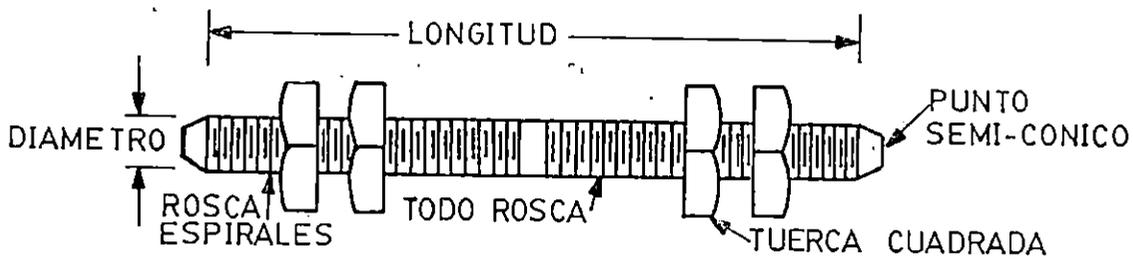


Fig. 3.4 Perno todo rosca

e) Perno carrocería.

Tabla 3.10 Resistencia mecánica del perno carrocería

Diámetro (pulg.)	Resistencia de tensión mínima (Lbs)
3/8	4,250
5/8	12,400
1/2	7,800

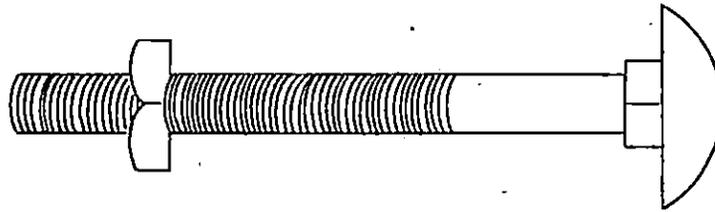


Fig. 3.5 Perno carrocería

f) Diagonales para cruceros.

Las diagonales sencillas deben ser capaces de soportar una carga de 250 Lbs. sin doblarse. No debe haber deformación permanente después de que la carga de 250 Lbs. es retirada.

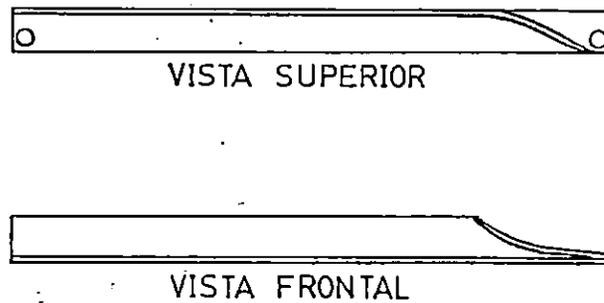


Fig. 3.6 Diagonal sencilla para cruceros

g) Varilla de ancla de doble ojo.

Tabla 3.11 Resistencia mecánica de la varilla

Diámetro de la varilla (pulg.)	Carga mínima de tensión (Lb.)
5/8	16,000
3/4	25,000

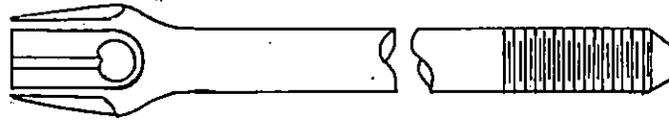


Fig. 3.7 Varilla de ancla de doble ojo

h) Horquilla o clevis de remate.

La resistencia que ofrece la horquilla a la carga es de 2,000 Lbs. para un aislador tipo carrete de 2^W de altura.

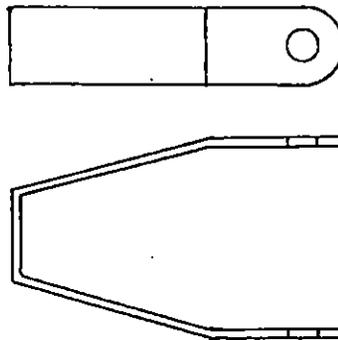


Fig. 3.8 Horquilla o clevis de remate

i) Preformada para remates.

Este tipo de herraje debe ser fabricado de aluminio cubierto con acero, y debe tener una substancia de fijación y preventiva contra la corrosión.

Tabla 3.12 Resistencia mecánica de preformadas para remate

Calibre del conductor (ACSR)	# 1/0	# 2/0	# 3/0	# 4/0
Res. de tensión (lb)	3,552	4,062	4,806	5,557

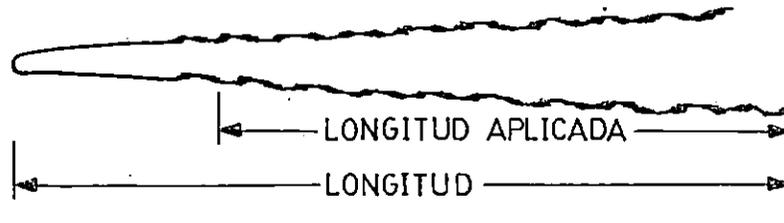


Fig. 3.9 Preformada para remate

j) Preformada para retenida.

Debe ser fabricada del mismo material que el cable para el cual ella será aplicable, y debe tener una substancia de fijación y preventiva contra la corrosión.

Tabla 3.13 Resistencia de preformada para retenida.

Diámetro del cable de ret.	Res: mínima (Siemens-martin)
5/16"	5,350 Lb.
3/8"	6,950 Lb.

3.1.4 RESISTENCIA DEL AISLADOR.

La función de los aisladores en líneas de distribución eléctrica, es la de sostener los conductores y aislarlos entre sí, así como del resto de la estructura. La forma y tamaño de los aisladores es variada, y está determinada por la función que deben desempeñar en la estructura y del voltaje que deben soportar.

Los materiales que se usan para su fabricación son porcelana y vidrio; siendo los aisladores de porcelana los más usados, ya que pueden soportar mayores diferencias de temperatura y no se rompen tan fácilmente al manipularlos o durante su instalación, por que no son tan quebradizos como los aisladores de cristal.

Debe tenerse mucho cuidado al manipular los aisladores, para no rajarlos o dañar su recubrimiento, porque estos accidentes inutilizan el aislador.

* 3.1.4.1 Tipos de aisladores

En nuestro país los aisladores más utilizados en la construcción de líneas de distribución son:

* a) Aislador de espiga o tipo pin

Esta formado por "campanas" que sirven para evitar la humedad producidas por la lluvia; se encuentran aisladores de una y dos campanas, el aumento del número de campanas aumenta la distancia de flameo**.

Es el más barato y mantiene siempre la altura mínima a tierra, ya que el conductor se instala arriba del crucero. Pero cuando el voltaje de la línea es mayor de 44 KV no se recomienda usarlos, por que sus dimensiones son mayores y su peso aumenta y en caso de daño en el aislamiento, la resistencia del aislador disminuye y es fácil que salte un arco.

* b) Aislador de suspensión.

Se usa frecuentemente en líneas aéreas de transmisión, en líneas de distribución se utiliza en algunas estructuras finales o principios de líneas y en estructuras con ángulos de línea relativamente grandes.

El conductor se instala en un extremo del aislador, suspendiéndose del crucero del otro extremo. Cuando se desea mayor aislamiento solo se aumenta el número de aisladores, formándose cadenas de aisladores en los cruceros.

Una ventaja que ofrece este tipo de aislador, es que cuando se presentan fallas en el sistema, y el aislamiento es dañado, es menos costoso el cambio de un elemento de la cadena que si se reemplazará otro tipo de aislador.

* c) Aislador tipo carrete.

Se emplea para líneas de distribución secundarias y para soportar el neutro en líneas primarias. Se sujetan al poste por medio de estribos o clevis (perchas o bastidores). El conductor es instalado en la parte acanalada que rodea todo el cuerpo del aislador.

** Distancia de flameo: equivale a la distancia periférica de la sección transversal de la porcelana entre el soporte y la parte electrificada más cercana.

x d) Aislador de tensión.

Su función específica es el aislamiento de la retenida que soporta los apoyos de las líneas de distribución, para proteger a las personas y animales de las posibles tensiones de paso que pueden generarse por inducción o por contacto directo de una línea viva con la retenida.

3.1.4.2 Resistencia mecánica.

Existen valores de capacidad de soportar esfuerzos mecánicos, para cada aislador en la Tabla 3.14 se muestran estos valores.

Tabla 3.14 Resistencia mecánica de los aisladores

Tipo de aislador	Nivel de voltaje	Tipo de esfuerzo	Resistencia de diseño (Lbs.)
Pin	13.2 KV	Esf. en voladizo	3,000
Pin	24.9 KV	Esf. en voladizo	2,500
Suspensión	13.2 KV	Esf. electromec. comb.	10,000
Suspensión	24.9 KV	Esf. electromec. comb.	15,000
Carrete	120/240 V	Esf. en voladizo	3,000
	Dia. de retenida		
Tensión	3/8"	Esf. en voladizo	10,000
Tensión	1/2"	Esf. en voladizo	12,000
Tensión	5/8"	Esf. en voladizo	20,000

3.1.5 RESISTENCIA DE LOS CRUCEROS

La carga que un crucero debe resistir son diversas, siendo el esfuerzo producido por los conductores en estructuras de inicio o final de línea (remates) los más críticos.

La resistencia del crucero no depende de ningún elemento de la línea si no de las características propias del crucero, como son:

- Material del que esta hecho
- Dimensiones transversales del crucero

El método para determinar la carga permisible que puede ser aplicada en un crucero, debe ser calculado según las formulas presentadas en el boletín 160-2 Capitulo III-6,B de REA, utilizando el factor de capacidad de sobrecarga que ahí se sugiere, el cual depende del grado de construcción según el NESC. En el siguiente capitulo se presentan valores de tensión máxima que resiste el crucero en remate.

3.1.6 RESISTENCIA DEL ANCLAJE

La selección y diseño de anclas para estructuras con retenidas son los elementos menos precisos en el diseño de una línea de distribución eléctrica. Sin hacer exhaustivas y costosas pruebas de las características físicas y químicas del suelo en el cual las anclas serán situadas, es difícil determinar su diseño y selección. Para el diseño de líneas de distribución es económicamente más práctico sobrediseñar el ancla que hacer pruebas de las condiciones del suelo.

Los fabricantes de anclas proporcionan datos sobre la fuerza de tensión de las anclas en varios tipos de suelo (ver Tabla 2.4 del capitulo anterior). Estos datos deben utilizarse con cuidado ya que están basados en pruebas de condiciones controladas en las cuales las características físicas del suelo se conocen y el ancla se instala exactamente como se especifica.

El NESC no intenta especificar márgenes de seguridad para condiciones variantes del suelo. El NESC esencialmente exige que el ancla sea capaz de sostener la tensión de las cargas.

Actualmente, para el diseño del ancla se necesita una fuerza de resistencia, que es la capacidad de fuerza en función del área de resistencia del ancla y la naturaleza física del suelo.

En la Tabla 3.15 se muestran valores de capacidad de retención suelo-ancla, para el ancla tipo ancla cruzada, y específicamente suelo clase 5. Los valores varían dependiendo de la dimensión del hoyo y del área del ancla.

Tabla 3.15 Capacidad de retención suelo-ancla para ancla de placa cruzada (suelo clase 5)

Dimensiones del hoyo (pulg.)	Area (pulg ²)	Resistencia del suelo a la retención del ancla (Lb)
16	150	18,500
20	250	24,000
24	400	30,000

Existe otro tipo de ancla, ancla de concreto que presenta la ventaja de poderse fabricar en el lugar donde se instalará. Las especificaciones para líneas de distribución publicada por NRECA, se presenta la estructura F1-1 (ver anexo A), que es este tipo de ancla con una resistencia de 6,000 Lb. Este valor representa la fuerza máxima permisible de sostenimiento de las condiciones promedio del suelo clase cinco.

3.1.7 NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO (BIL)

BIL es el valor de cresta de impulso de voltaje, que es capaz de resistir el aislamiento sin que se produzcan fallas. También se define como la capacidad que tienen los equipos de resistir un sobrevoltaje y las consecuencias de éste.

Se tiene comprobado que las descargas atmosféricas son las causantes de los mayores daños en las líneas de distribución, es por eso que es necesario un buen aislamiento en la línea. Eso se logra coordinando los valores de BIL de cada componente de la línea.

En las siguientes tablas se presentan valores típicos de BIL para los componentes de la línea de distribución más expuestos a los daños por descargas atmosféricas.

a) Transformadores.

Estos valores se refieren a transformadores de distribución con enfriamiento natural en aceite, con una frecuencia de operación de 60 Hz; monofásicos y trifásicos con capacidades nominales de hasta 500 KV; con voltajes secundarios de 120/240 V.

Tabla 3.16 Nivel de Aislamiento típicos para trafo. de distribución

Voltaje nom. (KV)	BIL (KV)	Clase de aislamiento (KV)
4.16/2.4	60	5.0
14.4/24.9	125	18.0
13.2/7.6	95	15.0

b) Aisladores.

En la selección del aislador para una línea de distribución de energía eléctrica, se debe tener presente los siguientes requisitos:

-La tensión eléctrica de arqueo al impulso del aislamiento en atmósfera húmeda a la frecuencia de operación del sistema (60Hz), será igual o mayor a cuatro veces el valor del voltaje nominal de operación de la línea con respecto al neutro del sistema.

-La tensión eléctrica de arqueo al impulso del aislamiento de la línea será igual o mayor que el nivel básico de aislamiento al impulso (BIL) del equipo de la subestación conectado a la línea.

Con base a estos requisitos, ANSI a clasificado los aisladores que reúnen las condiciones mínimas para ser usados en sistemas de distribución en nuestro país.

Tabla 3.17 Niveles de aislamiento de los aisladores

Tipo de aislador	Clase ANSI	Nivel de voltaje (KV)	Arqueo en húmedo (KV)	Arqueo a impulso (KV)
Pin	55-4	13.2	35	105
Pin	56-1	24.9	60	150
Suspensión	52-3	24.9	50	125
Suspensión	52-4	24.9	50	125
Suspensión	52-1	13.2	30	100
Suspensión	52-9	13.2	30	100
Carrete	53-2	Línea sec.	12, vertical	-
			15, horizon.	

c) Cortacircuitos.

Estos valores son aplicados para cortacircuitos de distribución tipo intemperie a 60 Hz.

Tabla 3.18 Nivel de aislamiento típico del cortacircuito

Voltaje nominal (KV)	13.2/7.6	24.9/14.4
BIL	95	125

d) Reguladores de voltaje.

Estos valores son aplicados a reguladores de operación automática bajo carga, a 60 Hz, proporcionando una regulación para un rango de 10% (aumento o disminución a partir del voltaje nominal), en cuatro pasos de 2.5% cada uno.

Tabla 3.19 Nivel de aislamiento típico del regulador de voltaje

Voltaje nominal (KV)	BIL
2.4/4.16	60
7.6/13.2	95
14.4/24.9	150

Es de mencionar que para los valores antes presentados, no se ha tomado en consideración las condiciones especiales en zonas de alto nivel de tormenta, cercanía al mar o volcanes, o el paso por lugares con atmósferas cargadas de polvo, productos químicos, etc, las cuales ameritan un nivel de aislamiento mayor comparadas con zonas en condiciones normales.

e) Pararrayos.

Estos valores son aplicados a pararrayos de distribución, tipo intemperie a 60 Hz.

Tabla 3.20 Niveles de aislamiento típico del pararrayo

Voltaje nominal (KV)	Valores nom. del pararrayos (KV)	BIL (KV)
7.6/13.2	10	75
7.6/13.2	12	85
14.4/24.9	18	125
14.4/24.9	21	125

3.2 CRITERIOS DE CALIDAD DE SERVICIO.

3.2.1 CALIDAD DE SERVICIO

Se define como calidad de servicio, el cumplimiento de requerimientos técnicos aceptados y probados del fluido eléctrico.

Ofrecer un servicio de calidad a sus usuarios es uno de los principales objetivos de las empresas distribuidoras de electricidad. El usuario a su vez, para utilizar satisfactoriamente la energía eléctrica, debe tratar en lo posible de que se sigan manteniendo las características de calidad del servicio en sus instalaciones a través de una adecuada operación y mantenimiento de su propio sistema eléctrico.

Los aspectos técnicos asociados con un servicio de calidad se refieren a:

a) Confiabilidad o continuidad del uso del servicio. Asociado con la disponibilidad, que es el derecho del usuario de poder variar su demanda de energía de acuerdo a sus propias necesidades, se encuentra íntimamente ligado el derecho del usuario a que el servicio eléctrico le sea proporcionado en una forma continua.

Para algunos procesos de fabricación, esta característica toma gran importancia por los daños que pueda causar a la elaboración del producto, además del incremento en el costo que significa interrumpir el proceso de producción.

b) Niveles de voltaje y frecuencia. Los equipos, aparatos y dispositivos que consumen energía eléctrica, están diseñados para trabajar bajo determinados rangos de voltaje y de frecuencia.

Si el voltaje se aparta fuertemente del rango estándar

se pone en grave peligro la integridad del equipo, reduciéndose su período de vida normal. Si el voltaje es muy bajo, el equipo pudiera seguir operando con posibilidades de sobrecarga, lo que de prolongarse o de repetirse con mucha frecuencia podría dañar el aislamiento de los conductores eléctricos y dar origen a cortocircuito. Por otro lado, la frecuencia del voltaje alterno debe permanecer igualmente dentro de los rangos establecidos (60Hz. en nuestro país), ya que de otra forma se podría alterar la operación de la máquina impulsada por motores eléctricos.

3.2.1.1 Importancia de la calidad en el servicio.

La calidad del servicio muchas veces se relaciona con cualquier condición del suministro eléctrico que ocasione problemas, por mala operación o fallas del equipo del consumidor. Esta condición puede ser originada por problemas de alambrado y polarización dentro de las instalaciones del consumidor, por operación del sistema de la distribuidora o por interacciones entre el sistema del usuario y el de la distribuidora. Estos problemas pueden manifestarse en cualquier tipo de usuario, ya sea éste residencial comercial o industrial.

Es necesario reconocer que la satisfacción del cliente y la productividad de los mismos depende de un suministro eléctrico que sea adecuado para operar los nuevos tipos de carga. Existe un rápido crecimiento de componentes de carga que consisten en controles muy sensitivos basados en microprocesadores. Este tipo de controles se encuentran aplicados en una amplia variedad de cargas residenciales, comerciales e industriales. También el avance acelerado en la electrónica de potencia, cuyas aplicaciones permiten mejoras en la eficiencia y control de los procesos, genera perturbaciones que tienen un impacto negativo en equipos microelectrónicos. Estas cargas sensitivas son parte de nuestra vida diaria, desde un simple reloj digital casero hasta los procesos comerciales e industriales más complicados y sofisticados.

Las entidades involucradas en la calidad de servicio son:

- La empresa distribuidora
- Los diseñadores del sistema eléctrico
- Los usuarios
- Los fabricantes de equipos de potencia y de monitoreo

Debido a esta diversidad de participantes, controlar y tratar la calidad del servicio se vuelve bastante complicado para las empresas distribuidoras, especialmente si son pequeñas y con recursos limitados.

Sin tomar en cuenta la causa del problema de calidad de servicio eléctrico, la empresa distribuidora, como suministrante de electricidad se encuentra involucrada y es a quien el cliente llama para resolver el problema. En este sentido muchas empresas eléctricas y cooperativas en los Estados Unidos están reconociendo la importancia de tratar estos problemas con competencia y profesionalismo para mantener buenas relaciones con el cliente y proporcionarles un nivel de apoyo adecuado.

3.2.1.2 Responsabilidad sobre la calidad del servicio

Las empresas eléctricas son las responsables de proporcionar un servicio con calidad. La mayoría de estas empresas con una planificación apropiada, entrenamiento y algún equipamiento básico, pueden identificar la mayoría de problemas que afectan a sus consumidores.

El nivel de respuesta que la empresa eléctrica proporcione a sus consumidores a través de su programa de calidad de servicio depende del tamaño de la empresa, de los recursos disponibles, del nivel educativo o conocimiento de la calidad del servicio.

Lo primero, básico y quizás la etapa más importante en respuesta al problema de calidad de servicio de la empresa, es desarrollar un plan que pueda ser utilizado para responder a las quejas de los consumidores. Esto casi siempre incluye algún tipo de cuestionario y/o una inspección a las instalaciones del consumidor y una evaluación del problema. La complejidad de la inspección dependerá de la naturaleza del problema, el tamaño de las instalaciones y de la habilidad y conocimiento del empleado que la realice.

3.2.1.3 Problemas de calidad de servicio

Las áreas principales que provocan problemas de calidad de servicio son:

- Calidad de alambrado y polarizado
- Control de distorsión por armónicas
- Control de transitorios
- Control de fluctuaciones de voltaje
- Interrupciones

a) Calidad de alambrado y polarizado.

Aproximadamente el 70% de todos los problemas de calidad de servicio, en los Estados Unidos, son atribuibles al estado

del alambrado y la polarización. Desde el momento que la polarización es una parte crítica e importante del alambrado, el impacto de una polarización inadecuada es significativa en la calidad del servicio.

Las causas a buscar para reducir este problema son las malas conexiones en el alambrado, cables defectuosos o arcos voltaicos. Una mala conexión puede estar asociada a cables con fugas de corriente, suelos, resistividad o bajo aislamiento.

Los cables defectuosos pueden caracterizarse ya sea por un circuito abierto o conductores cortocircuitados. El arco puede resultar por una avería en el aislamiento del conductor o por cambios físicos en las proximidades de los conductores. En la Tabla 3.21 se presentan algunas causas de los problemas que produce un alambrado y polarización inadecuado.

Tabla 3.21 Problemas causados por mala calidad de alambrado y polarizado

PROBLEMA	CAUSAS
Olor a quemado en el panel, cajas de conexión o equipo de carga	Cable dañado, mala conexión, arco eléctrico o alambrado sobrecargado
Panel o caja de conexión está caliente al tacto	Breaker dañado o mala conexión
Zumbido (efecto corona)	Arco eléctrico
Aislamiento quemado	Alambrado sobrecargado, cable dañado, o mala conexión
Voltaje intermitente en el equipo de carga	Mala conexión o arco eléctrico
Panel o caja de conexiones quemados	Mala conexión, cable dañado, o podría ser evidencia de perturbaciones anteriores.

b) Control de distorsión por armónicas

La distorsión armónica es una condición sostenida que ocurre en múltiplos de la frecuencia fundamental. Los dispositivos no lineales inyectan componentes de corrientes armónicas dentro de los sistemas de distribución.

Algunas fuentes de distorsión armónica son los dispositivos de electrónica de potencia, dispositivos de arco (tales como hornos y luces fluorescentes) y dispositivos saturables como transformadores. El flujo normal de las corrientes armónicas va desde la fuente de armónicas hasta la fuente de la empresa eléctrica. Las armónicas tienen efectos negativos en equipos como bancos de capacitores, motores, transformadores, controles electrónicos, dispositivos de comunicación y medición.

Una de las soluciones a los problemas de armónicas es el aplicar los filtros de armónicas.

c) Control de transitorios

Los estados transitorios son disturbios de estado no estable a la frecuencia de operación (60 Hz). Existen numerosas situaciones de interrupción/conexión en las instalaciones del consumidor que pueden ocasionar problemas de transitorios. Las perturbaciones transitorias pueden causar un numero grande de problemas importantes en los equipos del consumidor.

Existen características de los transitorios que determinan el impacto potencial del transitorio sobre la carga del usuario. la Tabla 3.22 presenta un resumen de los impactos importantes y sus posibles soluciones.

Tabla 3.22 Soluciones a problemas de transitorios

IMPACTO POTENCIAL	CARACTERISTICAS DEL TRANSITORIO	SOLUCION
Falla en el aislamiento del equipo	Alta magnitud y/o alto contenido de energía	-Transformador ferresonante -Varistores de alta energía -Capacitores en la fuente
Interferencia con aplicaciones de procesamiento, adquisición y control de datos	-Componentes de alta frecuencia -Altas magnitudes -Modo común y modo normal	-Transformadores de aislamiento -Reguladores de potencia -Polarización -Cables del neutro
Interferencias con líneas de comunicación	-Componentes de alta frecuencia	-Blindaje -Polarización -Cables del neutro

d) Control de fluctuaciones de Voltaje

Las fluctuaciones de voltaje o variaciones de corta duración, son caracterizadas como perturbaciones con una

duración de aproximadamente 1/2 ciclo a 30 ciclos;son perturbaciones a la frecuencia fundamental y tiene una magnitud de 0.1 a 1.8 veces la magnitud nominal.

Las fluctuaciones de voltaje pueden ser originadas por el arranque de motores o fallas lejanas. Las perturbaciones de calidad de servicio causada por estas fluctuaciones se reflejan como interferencia en los controles de procesamiento de datos y en los sistemas de velocidad variable.

Las posibles soluciones incluyen:

- Proveer una fuente exclusiva para las cargas sensibles
- Modificar las practicas de reconexiones y de interrupción/conexión
- Instalar plantas de emergencias o fuentes ininterrumpibles de energía.(UPS)

e) Interrupciones.

Una interrupción de potencia a la carga se caracteriza por una perdida total de la fuente de voltaje. La duración puede ir desde aproximadamente 2 segundos hasta períodos prolongados. Generalmente son causadas por la operación de interruptores o reconectores (recloser) durante la limpieza de falla o por mantenimiento del sistema. Los consumidores experimentan en este tipo de variación de la calidad de servicio, la no operación total del equipo durante toda la interrupción o por mas tiempo.

Las posibles soluciones para las interrupciones prolongadas son:

- Proveer una fuente exclusiva para las cargas sensibles
- Construir un sistema de distribución subterráneo, si hay posibilidades económicas.
- Instalar fuentes de emergencia o fuentes ininterrumpibles de energía (UPS).

3.2.2 REGULACION DEL NIVEL DE VOLTAJE EN LINEAS DE DISTRIBUCION

Existen limites permitidos en los niveles de voltaje que constituyen los valores de las tensiones eléctricas para las que se debe diseñar el sistema de distribución, de manera que los equipos que utilicen la electricidad deberán operar en forma adecuada y eficiente.

La caída de voltaje desde la subestación hasta el medidor del consumidor es un parámetro que nos indica la capacidad del sistema de distribución. para proveer un servicio satisfactorio. La norma nacional Americana para los sistemas eléctricos de potencia y equipos de fuerza

eléctrica (ANSI C84.1-1989) establece los rangos de voltaje nominal y las tolerancias de operación para los sistemas de potencia eléctrica a 60 Hz. Esta norma determina los voltajes aceptables en los diversos puntos del sistema.

Tabla 3.23 Niveles de Voltajes permitidos

	SISTEMA RURAL		SISTEMA URBANO	
	Caída de Volt.	Voltios	Caída de Volt.	Voltios
Máx. Voltaje de Barra		126		126
Línea Primaria	8 V.	119	4 V.	123
Trafo. de Distribución	2 V.	117	3 V.	120
Línea Secundaria	-	-	3 V.	117
Acometida	1 V.	116	1 V.	116
Valor en el Ancho de Banda del Reg.de V.	2 V.	114	2 V.	114
TOTAL de caída de voltaje	12 V.		12 V.	
Volt. de Servicio Mínimo	114 V.		114 V.	

El consumidor más cercano electricamente a las barras de bajo voltaje de la subestación de distribución debe recibir el máximo voltaje permisible, 126 V. Y el consumidor más lejano electricamente debe recibir el mínimo voltaje permisible, 114 V. Ya que el voltaje base es de 120 V.

3.3 CRITERIOS ECONOMICOS

Las consideraciones económicas están inseparablemente conectadas con los criterios técnicos en el establecimiento de normas apropiadas de construcción. En algunos casos son los parámetros principales de decisión, como por ejemplo, el utilizar postes de 9 ó 10 Mts., cualquiera de los cuales puede utilizarse con buenos resultados técnicos, siendo la diferencia su costo.

Es importante aclarar que el objetivo principal de los criterios económicos es reducir los costos globales sin perjudicar la calidad técnica, y no necesariamente reducir cualquier costo individual. Por ejemplo, se espera que será necesario aumentar los costos de algunas estructuras individuales para poder eliminar otras estructuras y reducir el costo total de un proyecto.

3.3.1 RECOMENDACIONES.

Los criterios económicos no se pueden estandarizar, pero si se pueden presentar recomendaciones generales, para ser tomadas en cuenta al momento de realizar nuevos diseños.

- La vida útil de cada elemento de una estructura debe ser importante en los costos globales.
- Una buena selección de la ruta debe ser definida tanto por criterios técnicos como económicos.
- Optimizar el diseño de las estructuras, utilizando los postes y herrajes adecuados para cada caso específico.
- Usar conectores adecuados para minimizar las pérdidas en los empalmes.
- Diseñar y construir pensando en el futuro, definiendo criterios de expansión que permitan cubrir la demanda proyectada. Dichos criterios pueden ser, por ejemplo, que una línea se diseña para operar hoy en forma monofásica a 50% de su capacidad, con el tiempo, la carga crece a 80% entonces hay que adicionar otra fase balanceando la carga, igualmente, cuando las dos fases lleven a cargarse a 80% de su capacidad es necesario agregar una tercera fase. En Líneas secundarias, si se incrementa la carga se puede conectar un nuevo transformador en paralelo; cambiar el transformador existente por otro de mayor capacidad, sin olvidar que esto implica cambiar el calibre del conductor; o repartiendo la carga entre el transformador existente y uno nuevo que se adiciona a la red.

3.3.2 PERDIDAS ELECTRICAS.

3.3.2.1 Líneas de distribución.

Para hablar de pérdidas eléctricas hay que recordar la fórmula de pérdidas, que se define así:

$$P = I^2 \times R \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

P: potencia en watts

I: corriente en el conductor

R: resistencia eléctrica de la línea

También es necesario recordar la definición de resistencia, que es:

$$R = \frac{\rho \times L}{A} \quad \text{Ec. 3.2}$$

Donde:

R: resistencia de la línea
ρ: resistividad del conductor
L: longitud del conductor
A: área transversal del conductor

Al observar las dos relaciones anteriores es obvio determinar que si dos conductores del mismo material, de igual longitud y diferente área transversal, conduciendo la misma cantidad de corriente. Se producirá mayor pérdida en aquel conductor de menor área transversal, o sea menor calibre. Por lo que la selección del calibre adecuado debe tomar en consideración las pérdidas eléctricas.

3.3.2.2 Transformadores.

Las pérdidas que se presentan en el transformador son:

- Pérdidas en el cobre de los arrollamientos
- Pérdidas en el núcleo

La forma práctica de determinar estas pérdidas, consiste en la realización de pruebas que no requieren mucho esfuerzo como lo son las pruebas sin carga (prueba de circuito abierto y de corto circuito).

a) Prueba de circuito abierto.

En esta prueba se deja el arrollamiento secundario del transformador en circuito abierto, mientras le es aplicado al primario el voltaje nominal. La lectura de potencia que se obtiene de esta prueba corresponden a las pérdidas en el núcleo.

b) Prueba de corto circuito.

En esta prueba los terminales del secundario del transformador son puestos en corto circuito, y el primario se alimenta de una fuente de voltaje que se ajusta de manera que circule la corriente nominal por el arrollamiento cortocircuitado. La lectura de potencia que se obtiene en esta prueba es la pérdida que se da en el cobre a corriente nominal.

El modo de describir el funcionamiento de un transformador es la eficiencia, que se define como la relación entre la potencia de salida útil y la potencia de entrada.

$$\eta = \frac{\text{Watts de entrada}}{\text{Watts de salida}} \quad \text{Ec. 3.3}$$

Es usual que la eficiencia se determine mediante

mediciones de las pérdidas obtenidas en la prueba sin carga.

$$\text{Watts de salida} = \text{Watts de entrada} - \Sigma \text{ de pérdidas} \quad \text{Ec. 3.4}$$

Si se sustituye esta expresión en la ecuación 3.3, resulta una forma más útil para la expresión de la eficiencia.

$$\eta = 1 - \frac{\Sigma \text{ pérdidas}}{\text{Watts de entrada}} \quad \text{Ec. 3.5}$$

Donde

Σ pérdidas = pérdidas en el núcleo + pérdidas en el cobre

El valor de eficiencia del transformador es un parámetro importante en el momento de adquirir o comprar un transformador para líneas de distribución.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO III

El primer paso en el proceso de diseño de una línea, es definir los criterios de diseño. La cual consiste en revisar los diferentes factores que pueden influenciar la ingeniería que se aplica en el diseño.

Los criterios de seguridad son indispensables para el diseño e instalación de líneas de distribución. Sin la aplicación de ellos las líneas de energía se vuelven de alto riesgo tanto para el usuario como para los responsables de la instalación y mantenimiento de la línea.

Los criterios de calidad de servicio del fluido eléctrico son mencionados en este manual para que se comprenda la importancia que tienen. Sin olvidar que la responsabilidad de mantener esa calidad recae en las compañías distribuidoras.

Los criterios económicos son igualmente importantes que los criterios técnicos, por que establecen los costos globales del proyecto sin sacrificar la calidad técnica del mismo.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. ANSI. National Electrical Safety Code. 1,987.
2. NRECA. Normas para materiales de construcción de líneas de distribución. 1,993.
3. DISCEL. Distribution Line Staking Manual. 1,989
4. NRECA. Calidad de servicio y políticas de extensión de líneas. 1,993
5. LAPP Distribution. Catalogo técnico de Aisladores. 1,993
6. Manual de normas eléctricas para el Istmo Centroamericano, Volumen I, II y III. Naciones Unidas
7. A. B. Chance Co. Catalogo técnico de Anclas. 1,990
8. Fundamentos de Ingeniería Eléctrica. Vincent del Toro. Segunda edición.

CAPITULO IV

TABLAS Y ECUACIONES NECESARIAS PARA EL DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION.

4.1 TABLAS DE LIBRAMIENTOS.

Cada requerimiento de las normas del NESC en cuanto a libramientos incluye por lo menos un libramiento básico, que varía en magnitud dependiendo del rango de voltaje del conductor, el tipo de forro del conductor y el uso del espacio entre el conductor y el objeto para el cual el libramiento se está considerando.

a) Forro del conductor. En el capítulo anterior se determinó que en este manual nos referiremos a conductores desnudos en el primario y forrados en el secundario tanto con conductores abiertos como multiplex.

b) Rango de voltaje del conductor. El libramiento debe incrementarse conforme el voltaje del conductor se incrementa. El NESC ha agrupado los requerimientos de libramiento por rangos de voltaje de 0 a 750 V y de 750 V a 22 KV para cables y conductores de suministro.

c) Naturaleza de la superficie. La naturaleza de la superficie que se encuentra bajo el cable o conductor nos permite determinar el uso del espacio, y así cubrir el libramiento básico para este requerimiento que es clasificado por el NESC.

Es de mencionar que los valores presentados en las Tablas 4.1 no incluyen ningún factor de tolerancia. Estos libramientos según NESC son valores mínimos que deben ser igualados o excedidos después que la línea es construida y esta en operación.

4.2 TABLAS DE FLECHADO.

En el proceso de instalación y tensado de conductores, una vez tendido el conductor se deben utilizar las tablas de flechado inicial para darle la tensión definitiva al conductor.

Existen tablas de flechado inicial y final. El estado

de "flechado inicial" es el que se presenta en el momento en que se instala el conductor nuevo, y para llegar al estado "flechado final" pueden pasar hasta dos años en condiciones de operación normales.

Cuando se está flechando un conductor nuevo, se deben usar las tablas de flechado inicial. Cuando se está flechando un conductor usado, use las tablas de flechado final. Asegúrese que las tablas correctas de flechado están siendo usadas tanto para los conductores primarios como para conductores del neutro.

En el caso de que exista duda de la tensión que se le haya dado a algún tramo de línea o si se considera que las flechas no son adecuadas, se debe realizar una "inspección de flechado". Uno de los métodos de inspección consiste en generar una onda en el tramo, golpeando el conductor en uno de los soportes y se mide el tiempo requerido por la onda para hacer cierto número de retornos reflejados.

Al conductor se le debe dar un impulso golpeando con una herramienta pesada o agitando fuertemente con una soga uno de los soportes cercanos (aproximadamente un metro) el reloj se pone en marcha simultáneamente. El impulso provocará una onda que llegará hasta el soporte más lejano. Esta onda se reflejará en el soporte lejano y regresará al soporte cercano en donde se reflejará nuevamente y así sucesivamente hasta que termine. En el tercer retorno de la onda hacia el soporte cercano, debe pararse el reloj y leerse el tiempo. El flechado en metros para el tiempo leído puede entonces ser obtenido en la Tabla 4.3. No hay ninguna diferencia si el conteo se inicia con el golpe o impulso, o con el primer retorno.

La tabla de tiempo de flechado da el tiempo para el tercer, quinto y décimo retorno. Los períodos mas largos usualmente darán mejor precisión y pueden ser usados donde la onda dure lo suficiente para contar el mayor número de ciclos. Para evitar errores, se recomienda que el método de inspección de flechado se repita al menos tres veces.

4.3 TABLAS DE ESTAQUEO

4.3.1 CONTENIDO DE LA TABLA DE ESTAQUEO

La tabla de estaqueo es usada para determinar la máxima longitud de vano que puede ser obtenida para una altura y clase de poste especificada, como una función de la elevación del suelo a medio vano; mientras que los libramientos a

tierra adecuados son mantenidos, la elevación del suelo es referida como un alza o depresión desde una línea de base del suelo entre las elevaciones en los dos postes básico.

La tabla de estaqueo tabula valores de longitudes máximas permisibles de vano entre dos estructuras idénticas de soporte. La tabla también proporciona los valores de elevación y disminución del terreno a medio vano y cuarto de vano que permitirán esta longitud de vano. La última columna de la tabla es el factor de levantamiento para esta longitud de vano.

La información en la parte superior de la tabla son algunos de los parámetros que sirven de base para el diseño de la tabla, indican que es aplicable para un tamaño y tipo de conductor en particular, tensión de diseño del conductor, una longitud de vano regulador, categoría de carga y libramientos específicos.

Cuando se estaquean las líneas sobre terreno áspero y ondulado, algunos postes estarán localizados sobre o cerca de la parte superior de las elevaciones, mientras que otros postes tendrían que estar localizados en depresiones. Cuando un poste está localizado en una forma tal, que su parte superior pueda estar más abajo que una línea recta entre las partes superiores de los dos postes adyacentes, debería hacerse un chequeo para determinar si los conductores causarían una condición de levantamiento en el punto de fijación al poste en cuestión. El levantamiento puede ser descrito como una condición donde los conductores ejercen una fuerza hacia arriba sobre los componentes de la estructura de soporte.

La ayuda comúnmente usada para chequear y corregir el levantamiento es el método del "Factor de Levantamiento", el cual está incluido en las tablas de estaqueo.

El método es usado para chequear el levantamiento en el poste central de tres adyacentes. Se determina si la mínima flexión entre la estructura del primer y tercer poste caerá arriba o abajo de la fijación del conductor en el segundo poste.

El valor de "factor de levantamiento" (F_L) tabulado en las tablas se compara con el desnivel (D) al que se encuentra el poste dos en comparación con la línea de suelo base entre las estructuras uno y tres. Si $F_L > D$, no existirá levantamiento en el conductor. Si $F_L < D$, habrá levantamiento, y el poste del centro tendrá que aumentar su longitud al menos un valor igual a la diferencia entre F_L y D .

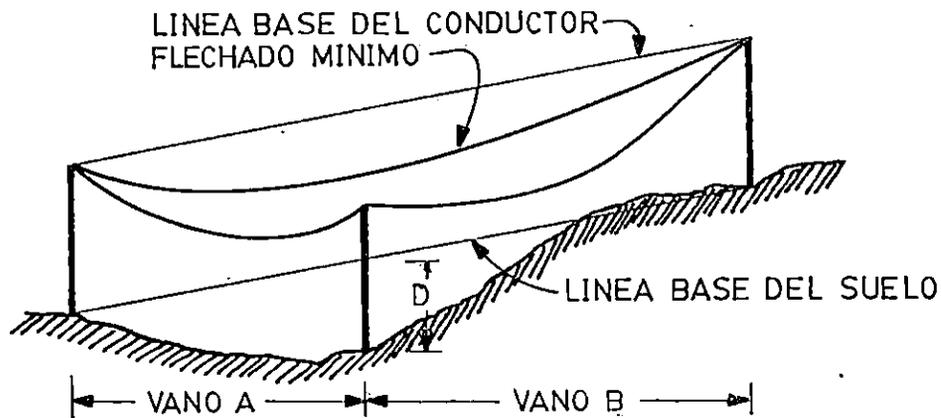


Fig. 4.1 Representación visual de levantamiento

4.3.2 PREPARACION DE LA TABLA DE ESTAQUEO.

El preparar la tabla de estaqueo puede ser relativamente simple o muy compleja dependiendo de la configuración y separación de conductores, en las estructuras de soporte, temperaturas de operación de los conductores, coordinación entre las flechas de los conductores, longitudes de vanos, y asunciones hechas en la preparación de la tabla.

Como el objetivo de la tabla es proporcionar longitudes de vanos máximos permisibles para condiciones específicas, manteniendo los libramientos requeridos, los parámetros con los que se inicia el diseño de la tabla son la temperatura de operación del conductor y su flecha. Los conductores de fase y neutro normalmente tienen diferentes requerimientos de libramiento y altura de fijación en los apoyos. Así mismo los valores de flecha bajo cualquier condición pueden ser diferentes. Como resultado la tabla de estaqueo será una combinación de valores de vanos, controlados por una parte por libramientos a la fase y por otra parte por libramientos al neutro.

La complejidad del diseño de la tabla de estaqueo es debida al número de pruebas y decisiones que deben ser hechas para determinar que ecuación se debe usar. En la figura 4.1 se presenta el proceso lógico que se usa para analizar la combinación de condiciones que determinan la longitud de vano permisible como una función de las elevaciones a medio vano, y así seleccionar el tipo de caso e iniciar los cálculos.

Definido el tipo de caso, nos permite utilizar las ecuaciones adecuadas. La clasificación de dichos casos se

basa en el conductor que se usa de referencia para cubrir los requerimientos de libramientos de línea a tierra y en la temperatura máxima de operación.

CASO 1: Un mismo conductor sirve de referencia para el libramiento a lo largo de todos los valores de vano en la tabla de estaqueo.

CASO 2: El conductor de referencia cambia desde el conductor neutro hasta el conductor fase según incrementa el vano.

CASO 3: El conductor de referencia cambia desde el conductor fase hasta el conductor neutro según incrementa el vano.

CASO 4: La temperatura máxima de operación del conductor de fase es mayor de 50°C , pero la temperatura máxima de operación del conductor neutro es igual o menor de 50°C .

CASO 5: La temperatura máxima de operación de ambos conductores, fase y neutro, es mayor de 50°C . Este caso es aplicable solamente en áreas donde la temperatura ambiente ocasionalmente excede los 50°C .

SELECCION DEL CASO

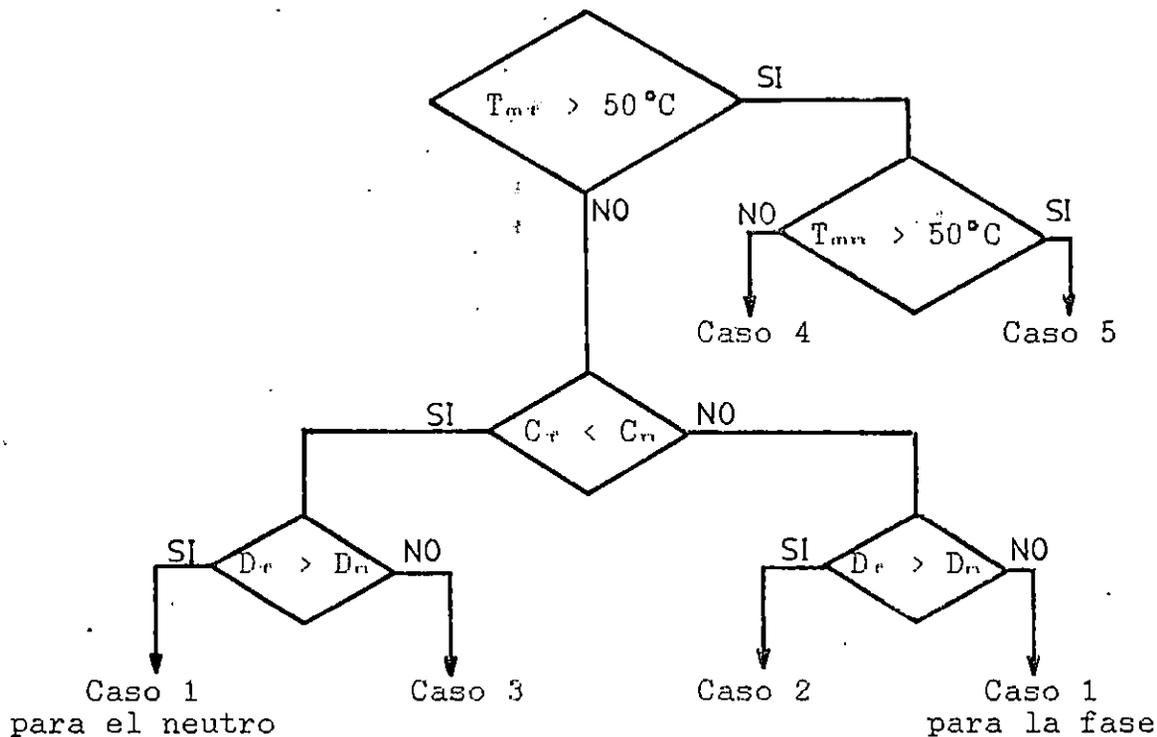


Fig. 4.2 Algoritmo lógico del diseño de la tabla de estaqueo

Variables incluidas en la figura 4.2:

$T_{m,r}$: Temperatura máxima de operación del conductor fase.

$T_{m,n}$: Temperatura máxima de operación del conductor neutro.

C_r : Claro útil para la flecha a medio vano sin elevación en el terreno para el conductor fase.

C_n : Claro útil para la flecha a medio vano sin elevación en el terreno para el conductor neutro.

D_r : Flecha del conductor fase al vano regulador.

D_n : Flecha del conductor neutro al vano regulador.

Antes de realizar el recorrido del algoritmo, es necesario determinar los criterios de diseño de la tabla. Entre ellos tenemos:

-Categoría de la carga según NESC

-Altura del poste

-Vano básico, basados en el NESC

-Vano regulador

-Temperatura máxima de operación del conductor

-Altura de fijación del conductor

-Libramiento básico, según NESC

-Claro útil para la flecha a medio vano sin elevación en el terreno. Que es la diferencia entre la altura de fijación del conductor y el libramiento básico.

-Flecha del conductor para el vano regulador.

4.4 LIMITACIONES DE VANO, BASADO EN LA SEPARACION DE CONDUCTORES

Los vanos máximos limitados por la separación de los conductores esta basado en los requerimientos de separación mínima horizontal y vertical de la norma 235 del NESC.

La longitud del vano está limitada por la separación de conductores que a su vez es determinada por la flecha del conductor. Cuando el vano regulador es conocido y las condiciones limitantes de la flecha pueden ser definidas, el máximo vano permisible puede ser encontrado por la siguiente ecuación:

$$S_m = S_r \sqrt{\frac{D_m}{D_r}} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Donde:

S_m : vano máximo permisible

S_r : vano regulador

D_m : flecha limite definida

D_r : flecha al vano regulador

Una ecuación que defina la flecha limite puede ser sustituida en la ecuación anterior y así determinar el vano máximo permisible. La ecuación anterior proporciona la forma básica de muchos de los cálculos para vanos máximos basados en la separación de conductores, es de mencionar que las ecuaciones que aquí se definan son para utilizarlas con el sistema métrico.

4.4.1 REQUERIMIENTOS DE SEPARACION HORIZONTAL

La ecuación de flecha permisible para una separación horizontal determinada se basa en la norma 235Bb(2). Dicha ecuación puede ser escrita de la forma siguiente:

$$D_m = 7.38 (C_h - F_v)^2 \quad \text{Ec. 4.2}$$

Donde:

D_m :máxima flecha permisible

C_h :separación horizontal

F_v :factor de reducción de voltaje. El voltaje entre los dos conductores que hacen las limitaciones de separación horizontal, es multiplicado por 0.0076 m/KV . La tabla 4.5 proporciona valores de F_v para voltajes comunes en nuestro país.

Sustituyendo la ecuación anterior en la ecuación 4.1 la ecuación siguiente es obtenida:

$$S_m = \frac{S_r (2.72) (C_h - F_v)}{\sqrt{D_r}} \quad \text{Ec. 4.3}$$

Esta ecuación es usada cuando la separación horizontal entre conductores es el factor limitante en determinar el máximo vano permisible. Dicha ecuación es valida solamente si el valor de C_h es mayor que el libramiento horizontal básico en el soporte.

Cuando esta ecuación es usada para vanos entre postes de configuración en la punta del poste diferentes pero donde los dos conductores están sujetos a los requerimientos de libramiento horizontal a lo largo del vano. C_h es determinado para la separación en el soporte más restrictivo.

Una forma practica de utilizar la ecuación 4.3 es generar gráficas presentadas en la gráfica 4.1 y 4.2, que nos ofrece valores de separación horizontal en los apoyos para valores de vano entre dos estructuras iguales.

4.4.2 REQUERIMIENTOS DE SEPARACION VERTICAL.

Los requisitos de libramiento mínimo vertical según el NESC deben ser mantenidos entre dos conductores en cualquier porción del vano donde los requisitos de libramiento horizontal no son proporcionados.

Los requerimientos de libramiento vertical entre dos conductores puede clasificarse como:

- a) conductores con igual flecha y
- b) conductores con flecha diferente.

a) Conductores con igual flecha

La Tabla 4.1e presenta los requerimientos según el NESC para libramientos verticales en los postes entre líneas de conductores. Si la flecha es la misma, estos libramientos deben ser mantenidos en todos los puntos del vano. Esto generalmente se usa para dos conductores de fase del mismo circuito.

Si las flechas son iguales y el libramiento vertical mínimo es mantenido o excedido en los postes en cada fin de vano, la longitud del vano no será limitada por los requisitos de libramientos verticales.

b) Conductores con flecha diferente.

Para conductores de fase de distribución localizados sobre el neutro, para conductores de distribución bajo conductores de transmisión, o bajo otro circuito de distribución, y para distribución secundaria o cables de comunicación bajo circuitos de distribución primaria, las flechas de los conductores probablemente serán diferentes. La diferencia en flechas puede ser debida a las características del conductor o debido a diferencias en la temperatura de operación de los conductores.

Los requerimientos de libramiento pueden ser diferentes para la variedad de combinaciones dadas anteriormente. En este manual nos limitaremos a los requerimientos para conductores de fase localizados sobre el conductor de neutro asociado. Los requerimientos serán aplicados con la flecha del conductor superior o fase, a la temperatura máxima de operación (55°C) y con la flecha del conductor inferior o neutro a la temperatura de operación.

La ecuación 4.4 es usada para determinar el vano permisible basado en la separación vertical. Donde la separación vertical en los soportes es la misma, pero la flecha de los conductores es diferente.

$$S_m = S_r \sqrt{\frac{V - C_v}{D_{um} + C_t + D_b}} \quad \text{Ec. 4.4}$$

Donde:

- V :separación vertical en los soportes
 C_v :requerimiento de libramiento vertical en cualquier punto del vano. No debe ser menor del 75% del requerimiento básico (tabla 4.1e).
 D_{um}:Flecha final al vano regulador del conductor superior a la temperatura máxima de operación.
 D_b :Flecha final al vano regulador del conductor inferior
 C_t :Factor de tolerancia (Se recomienda 0.075 m.)

Si la separación vertical en los soportes es diferente, la ecuación 4.5 debe ser usada.

$$S_m = S_r \frac{\sqrt{V_1 - C_v} + \sqrt{V_2 - C_v}}{2 \sqrt{D_{um} + C_t + D_b}} \quad \text{Ec. 4.5}$$

Donde:

- V₁ : Separación vertical en el soporte 1
 V₂ : Separación vertical en el soporte 2

Las gráficas 4.3 y 4.4 nos ofrece valores de vanos máximos limitados por la separación vertical, entre dos estructuras iguales.

4.4.3 REQUERIMIENTOS DE SEPARACION DIAGONAL.

Cubrir los requerimientos diagonales es simplemente mantener los requerimientos verticales y horizontales en los soportes y a lo largo del vano.

Cuando las configuraciones son idénticas entre los soportes del vano, la longitud del vano será limitada por un requerimiento solamente, horizontal o vertical. Generalmente es obvio determinar bajo que requerimientos estará limitado el vano.

Cuando los conductores cambian de configuración entre dos soportes, la determinación de la longitud máxima del vano se vuelve un poco mas compleja, por que en algún punto del vano el control de libramientos cambia desde requerimientos horizontales a requerimientos verticales.

La complejidad del cálculo se debe a que la separación entre conductores varía a lo largo del vano. El máximo vano puede ser limitado por un par de conductores y cualquiera de los requerimientos de libramiento. El vano puede ser limitado por un par de conductores de fase o por el par de fase-neutro. Para una línea trifásica, el vano puede determinarse por el par de conductores más limitante de las combinaciones de pares de conductores posible.

Para simplificar el cálculo, NRECA/REA recomienda utilizar la estructura M-21 del anexo A como una guía para la construcción cuando se necesita cambiar de una configuración horizontal a una vertical. Con la aplicación de esta guía la longitud del vano es limitada por la separación entre los dos conductores de fase.

Como la flecha de los conductores de fase del mismo circuito se asumen iguales, el máximo vano se basa solamente en la configuración geométrica y los requerimientos horizontales y verticales. Si la separación del par de conductores de fase es controlado por libramientos verticales en un final de vano y controlado por libramientos horizontales en el otro extremo, el vano máximo se calcula por la siguiente ecuación.

$$S_m = \left(\frac{K_1 \times S_r}{\sqrt{D_r}} \right) \left(\frac{H_1 (V_2 - C_v) - H_2 (V_1 - C_v)}{(V_2 - V_1)} - F_v \right)$$

Ecuación 4.6

Donde:

- K_1 : Constante de calculo = 2.72 para calculo métrico
- H_1 : Separación horizontal en el soporte 1
- H_2 : Separación horizontal en el soporte 2
- C_v : Requerimiento vertical según tabla 4.1e

Con el desarrollo de la ecuación 4.6 para los diferentes conductores que se usan en líneas de distribución se genera la Tabla 4.6.

4.5 TENSION MAXIMA EN LOS CRUCEROS DE REMATE

Para determinar que tipo de crucero en estructuras de remate cumplen los esfuerzos mecánicos que ofrecen las tensiones longitudinales del conductor, es necesario conocer la tensión máxima permisible que soporta un crucero de determinado material y dimensiones.

Con las dos ecuaciones anteriores se genera la Tabla 4.7 con los siguientes valores:

σ de fluencia del acero estructural ASTM - A36 = 250 MPa.
S para crucero de 2½" x 2½" x 1/4" = 6.4712 x10⁻⁶ m³
S para crucero de 3" x 3" x 1/4" = 9.455 x10⁻⁶ m³
S para crucero de 4" x 4" x 1/4" = 23.7611 x10⁻⁶ m³
S para crucero de 5" x 5" x 5/16" = 33.462 x10⁻⁶ m³

La aplicación de la Tabla 4.7 es comparar la tensión de diseño del conductor que se usará en la estructura, con las tensiones que se listan en la tabla y escoger el crucero adecuado.

4.6 FUERZA DEL ENSAMBLAJE DE AISLADORES

4.6.1 AISLADORES DE SUSPENSION.

Estos ensamblajes son usados para soportar conductores en ángulos grandes, por ejemplo, las unidades tipo C3 y para conductores de remate, por ejemplo, las unidades C4, C5, C7 y C8. Los ensamblajes para aisladores de estas unidades son cargados en tensión.

La fuerza permisible del ensamblaje depende generalmente de la fuerza mecánica y eléctrica indicada por ANSI M&E para los aisladores de suspensión. El NESC limita la carga de suspensión en esos aisladores al 50% de la fuerza indicada por M&E. Los otros materiales usados en el ensamblaje, generalmente son suficientes, aunque el aislador es el material crítico en el ensamblaje.

La fuerza permisible del aislador limita entonces la longitud del tramo y/o el ángulo permisible y limita las tensiones máximas diseñadas para el conductor en el ensamblaje de los remates.

4.6.2 AISLADORES TIPO PIN (ESPIGA).

Estos ensamblajes se usan para conductores de soporte usados en unidades C1, C2, B1, etc.

La capacidad de estos ensamblajes para soportar las cargas transversales impuestas por los conductores es usualmente determinada por la parte más crítica de los siguientes:

Para postes de madera.

- Capacidad del poste y el crucero para resistir rajaduras

debidas a la fuerza giratoria del perno del ensamblaje del aislador.

- Capacidad de los pines del aislador para resistir el doblez o la compresión de los materiales de madera bajo las bases.

Para postes de concreto.

- Capacidad de trabajo del concreto
- Capacidad del crucero a resistir la fuerza aplicada por el aislador en estructuras angulares.

A los ensamblajes para aisladores usados en los dibujos de construcción, se les han dado fuerzas indicadas nominales basadas en los puntos más críticos de los ensamblajes mencionados anteriormente. La capacidad de las cargas transversales de todas las unidades depende usualmente de la fuerza nominal más crítica de los componentes varios usados en esta unidad.

Las fuerzas nominales de los ensamblajes para aislador aparecen en la Tabla 4.9.

4.6.2.1 Angulos máximos de línea para los ensamblajes de aisladores de espiga.

El NESC no proporciona factores de capacidad de sobrecarga para las cargas transversales de los ensamblajes de aislador tipo espiga. Es bueno dejar al diseñador buscar el mejor juicio de ingeniería para seleccionar los factores de sobrecarga. El siguiente método ha dado resultado por experiencia con los sistemas REA y se recomienda su uso en sistemas rurales de distribución.

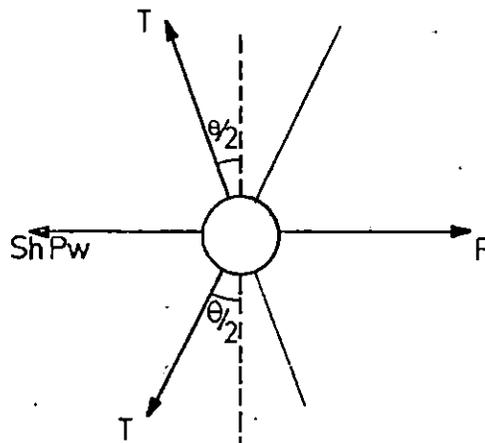


Fig. 4.4 Esfuerzos sobre el ensamblaje tipo pin

El ángulo máximo permisible para un tramo de viento dado está determinado por la siguiente ecuación:

$$\sin(\theta/2) = \frac{P - (F_w \times S_H \times F_w)}{2 \times F_t \times T} \quad \text{Ec. 4.9}$$

Donde:

- θ : Ángulo máximo de línea permisible
- P : Fuerza nominal del aislador según Tabla 4.9
- S_H : Tramo de viento (promedio de los vanos adyacentes)
- F_w : Carga de viento por unidad de longitud del conductor según las condiciones de carga diseñadas
- T : Tensión del conductor según las condiciones de carga diseñadas
- F_w : Factor de capacidad de sobrecarga para la carga de viento
- F_t : Factor de capacidad de sobrecarga para la carga de la tensión

Con dicha ecuación se generan las Tablas 4.10. Los valores de ángulos que se determinan en esta tabla son valores máximos que están limitados por el esfuerzo en el ensamblaje del aislador.

4.7 TABLAS DE RETENIDAS

4.7.1 DISEÑO DE RETENIDA

El porcentaje de estructuras de línea que llevan retenida debe ser relativamente pequeño. No obstante, desde el punto de vista del esfuerzo en la línea, son las más importantes.

Para determinar la fuerza que se requiere de la retenida para mantener el equilibrio en el poste, es necesario determinar primero el total de fuerzas que actúan sobre el poste.

4.7.1.1 Momento resistivo del poste.

El NESC establece que las cargas de diseño soportadas por la estructura serán multiplicadas por los factores de capacidad de sobrecarga (tablas 261 del NESC), estos valores de fuerza se usan para el calculo del momento resistivo del poste, con respecto a la línea de tierra.

Para calcular el momento total sobre el poste es necesario primero determinar la dirección de carga crítica. Cuando esta dirección es conocida el cálculo necesario de momento para determinar la resistencia del poste será hecho solamente para esta dirección de carga.

Para estructuras tangentes y con pequeños ángulos, la dirección de carga crítica es "Transversal", para estructuras tangentes es perpendicular a la línea, y para estructuras con pequeños ángulos es en la dirección de la bisectriz del ángulo de línea. Para estructuras de remate, la dirección de carga crítica es longitudinal.

La ecuación del momento total que el poste resiste, con respecto a la línea de tierra, es igual a la suma de todos los momentos producidos por las fuerzas aplicadas al poste debidas a las cargas del viento en el conductor y en el poste, más alguna carga de tensión impuesta por el conductor debido al ángulo de la línea.

$$M_G = S_h \times M_C + M_t + M_p \quad \text{Ec. 4.10}$$

Donde:

S_h : Vano de viento o tramo de viento

M_C : Sumatoria de momentos debido a las cargas del viento en cada conductor, expresado como momento por unidad de longitud del vano de viento.

M_t : Sumatoria de momentos debido a la tensión en cada conductor, si existe ángulo de línea

M_p : Momento debido al viento en la estructura

Para determinar cada uno de estos momentos, se analiza la estructura mostrada en la figura 4.5.

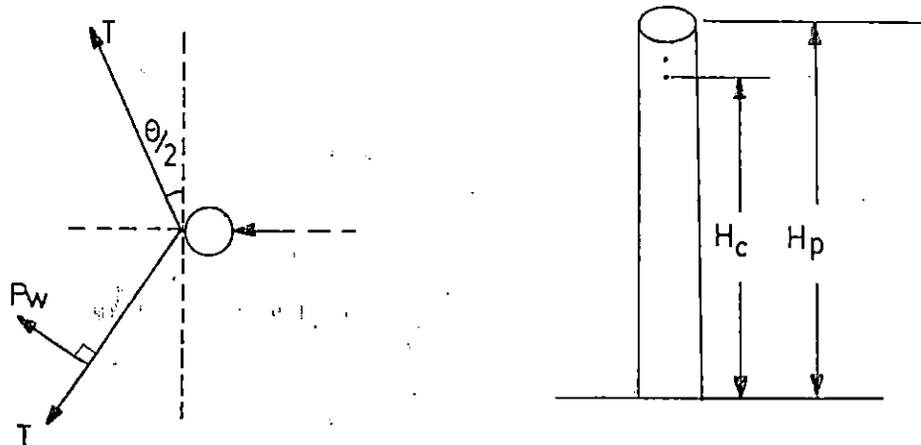


Fig. 4.5 fuerzas sobre el poste

Se efectúa la sumatoria de momentos, con las fuerzas aplicadas a lo largo de la dirección de carga crítica, en este caso en la línea de la bisectriz.

$$M_c = F_{ow} [\sum (P_w H_c)] \cos(\theta/2) \quad \text{Ec. 4.11}$$

$$M_t = 2 F_{ot} [\sum (T_c H_c)] \sin(\theta/2) \quad \text{Ec. 4.12}$$

$$M_p = F_{ow} [P_v d_a (1 + \frac{H_p}{H_t}) \frac{H_p^2}{H_t}] \quad \text{Ec. 4.13}$$

Donde:

- F_{ow} : factor de sobrecarga para viento
- F_{ot} : factor de sobrecarga para tensión
- P_v : carga del viento en el poste
- P_w : carga del viento en el conductor
- H_c : altura del conductor en el poste
- θ : ángulo de desviación de la línea
- T_c : tensión de diseño del conductor
- d_a : diámetro en la punta del poste
- H_t : longitud del poste
- H_p : altura útil del poste

Cuando el ángulo de la línea es cero (estructura tangente), el coseno es uno, en ese caso M_t desaparece de la ecuación 4.10.

Cuando es una estructura de remate la ecuación de momento total se reduce a:

$$M_g = M_t = F_{ot} [\sum (T_c H_c)] \quad \text{Ec. 4.14}$$

4.7.1.2 Fuerza resistiva de la retenida

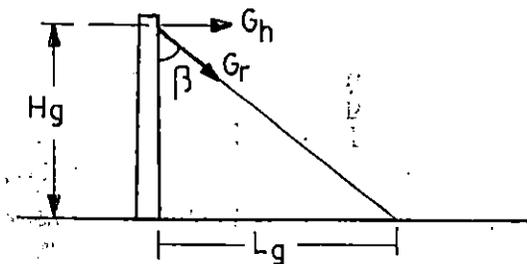


Fig. 4.6 Fuerza en la retenida

La fuerza resistiva de la retenida debe ser capaz de soportar el momento total aplicado al poste.

$$G_h = \frac{M_g}{H_g} \quad \text{Ec. 4.15}$$

Donde:

G_h : Componente horizontal de la fuerza de la retenida en el punto de amarre de la retenida al poste.

M_g : Momento total que el poste resiste, debe sustituirse por la ec. 4.10 si es una estructura de ángulo pequeño, o por 4.14 si es remate.

H_g : Altura de la retenida en el poste.

La fuerza total aplicada al ensamblaje de retenida y ancla es:

$$G_r = \frac{G_h}{(\sin \beta)(F_g)} \quad \text{Ec. 4.16}$$

Donde:

G_r : fuerza total en la retenida

F_g : factor de seguridad para retenida (0.9 según NESC)

β : ángulo entre el poste y la retenida

Cuando el calculo con funciones trigonométricas no es posible, se recomienda utilizar la siguiente ecuación:

$$G_r = \frac{G_h \sqrt{H_g^2 + L_g^2}}{F_g L_g} \quad \text{Ec. 4.17}$$

Donde:

L_g : Distancia desde el poste a la varilla del ancla, al nivel de tierra

Si asumimos que existe una pendiente 1:1, el ángulo β es igual a 45° (condición ideal), la fuerza total aplicada al ensamblaje retenida-ancla se expresa así:

$$G_r = 1.57 G_h \quad \text{Ec. 4.18}$$

En algunos casos, el usar un ángulo de $\beta=45^\circ$ no es posible, y es necesario determinar la mínima distancia del poste al ancla para un determinado arreglo de retenida-ancla. Cuando se necesita más de una retenida, la mínima distancia representa el promedio de la posición del ancla al suelo.

Para determinar una expresión de L_g en función de los parámetros propios de la retenida y el poste se determina

una definición de β en función de las fuerzas de la retenida a partir de la ecuación 4.16

$$\beta = \arcsin \left(\frac{G_h}{G_x F_g} \right) \quad \text{Ec. 4.19}$$

Otra expresión de β en función de la distancia vertical de fijación de la retenida en el poste y la distancia horizontal del poste al ancla.

$$L_g = H_g \tan \beta \quad \text{Ec. 4.20}$$

Sustituyendo la ecuación 4.19 en la ecuación 4.20 tenemos:

$$L_g = H_g \tan \left(\arcsin \left(\frac{G_h}{G_x F_g} \right) \right) \quad \text{Ec. 4.21}$$

Para encontrar la mínima distancia horizontal entre el poste y el ancla, se sustituye el valor de G_x por un valor limitante, que es el menor entre la fuerza de ruptura del cable de retenida o fuerza de retención del ancla.

$$L_{ga} = H_g \tan \left[\arcsin \left(\frac{G_h}{G_u F_g} \right) \right] \quad \text{Ec. 4.22}$$

Donde:

L_{ga} : distancia mínima desde el poste al ancla

G_u : fuerza de ruptura del total de cables de retenida o la fuerza de retención del total de anclas (el menor de ambos)

El cálculo de L_{ga} se hace solamente cuando no es posible obtener una pendiente 1:1 para la retenida, y se debe usar la distancia más larga posible del poste al ancla. Es común aplicar un incremento al valor de L_{ga} calculado de 0.2 m para estructuras grado C y 0.3 m para grado B.

4.7.2 USO DE TABLAS DE RETENIDAS

Las tablas de retenidas son generadas en base a las ecuaciones presentadas anteriormente. Dichas tablas están preparadas para un determinado número de cables de retenida y anclas, y un número y tamaño de conductor.

Las tablas proporcionan valores de distancias L_g para retenidas con pendiente 1:1; así como la distancia mínima

permisible L_{adm} , para una variedad de ángulos y tamaño de poste, como para estructuras en remate.

Se recomienda usar la relación 1:1 cuando sea posible; Cuando no se puede, usar la distancia más larga disponible. Si la distancia disponible no iguala al valor en la tabla, retenidas y/o anclas adicionales o retenidas y anclas con mayor resistencia deberán utilizarse.

4.8 TABLAS DE VANOS ADYACENTES.

Incluido en cada paquete de diseño de líneas debe estar una tabla que muestre la suma de los vanos adyacentes permisibles en estructuras tangentes. Los valores que se muestran en estas tablas están limitados por el esfuerzo al que esta sometido el poste; por ser estructura tangente es un esfuerzo transversal, debida a la carga del viento en el conductor.

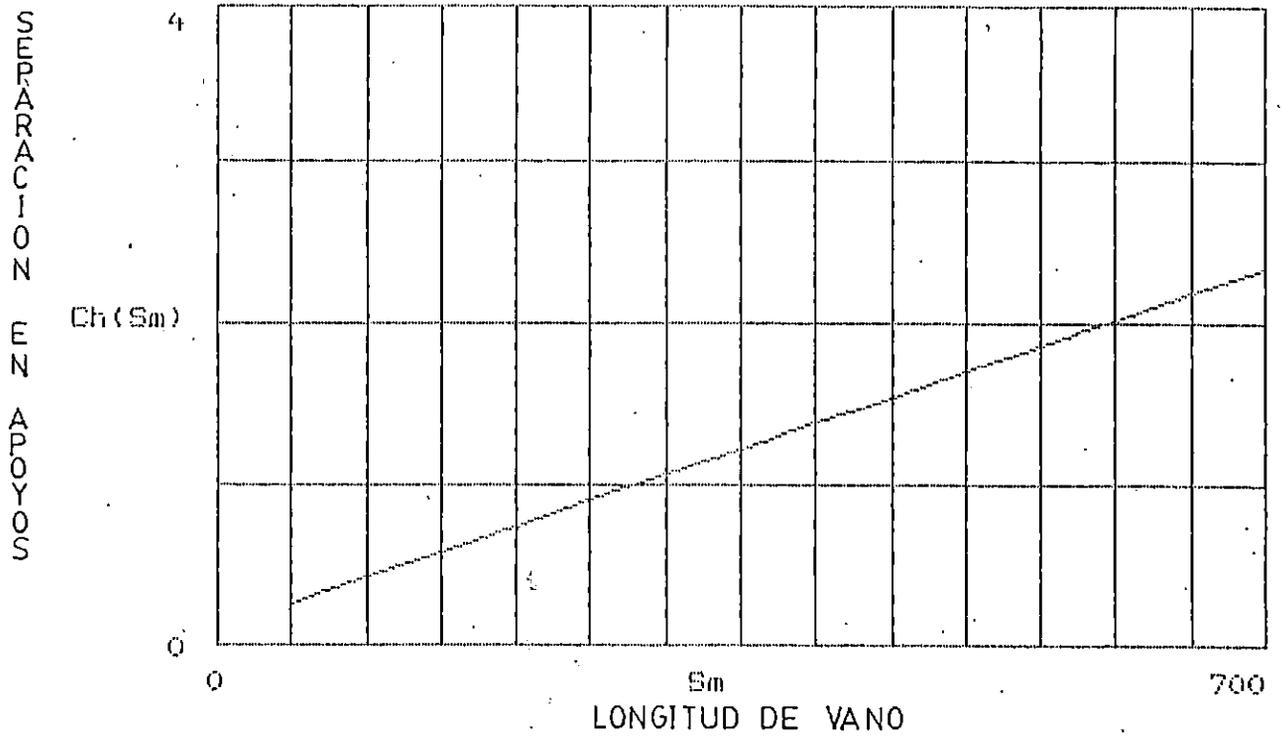
Las tablas están preparadas para un número específico, tamaño y clase de conductor, estructura en la punta del poste, carga de viento y factores de sobrecarga para cada grado de construcción.

Estas tablas también pueden usarse con pequeños ángulos de líneas que pueden ser instalados sin retenidas, dependiendo de la tensión del conductor y condiciones de carga de viento, sin exceder las limitaciones de esfuerzo transversal de un poste dado. Cuando sea necesario, las cargas transversales causadas por el cambio de ángulo pueden ser compensadas por la reducción de la carga del viento en el conductor, esto se logra al reducir la longitud del vano. Un factor de reducción es incluido para pequeños ángulos donde la retención no es posible. Este factor de reducción es listado en la línea final de cada tabla.

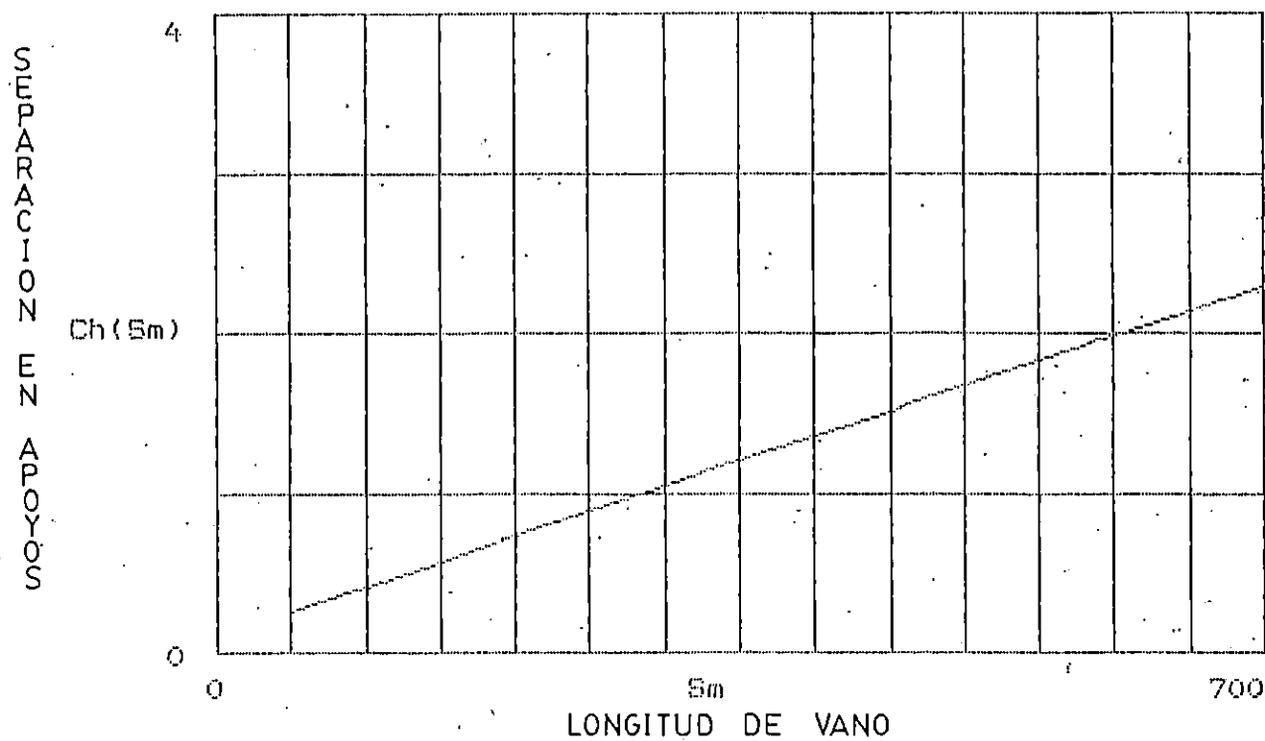
Las tablas de vanos adyacentes es usada en conjunto con las tablas de estaqueo para optimizar el diseño de líneas. Una forma de comprobar si una estructura tangente es capaz de soportar los esfuerzos transversales a los que esta sometida, es comparar la suma de los vanos adyacentes a dicha estructura tangente con el valor correspondiente de la tabla. Si el valor de la suma de vanos es mayor al valor de la tabla, es recomendable aumentar la clase del poste, o instalar retenidas laterales para no modificar la longitud de vanos adyacentes ya establecidos.

GRAFICAS DE VANOS LIMITADOS POR SEPARACION
ENTRE CONDUCTORES .

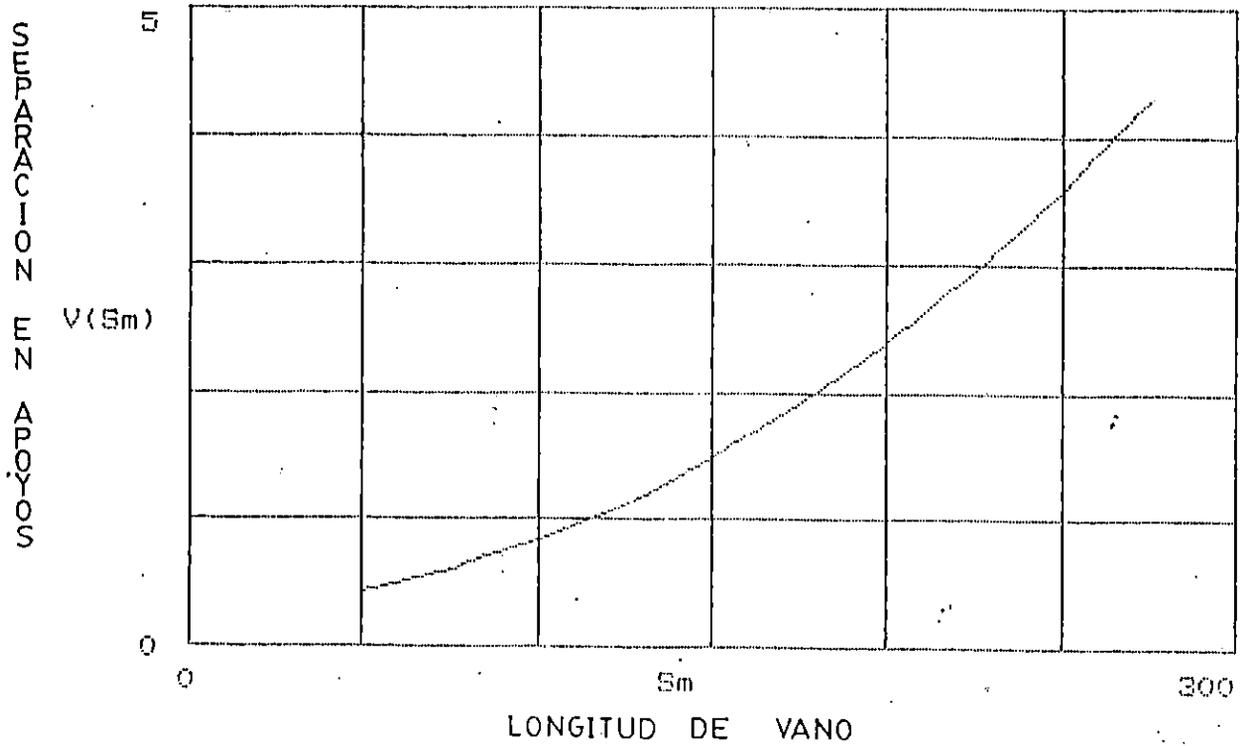
GRAFICA 4.1
VANO MAXIMO LIMITADO POR SEPARACION HORIZONTAL
EN LOS SOPORTES PARA CONDUCTOR #2 ACSR (6/1)



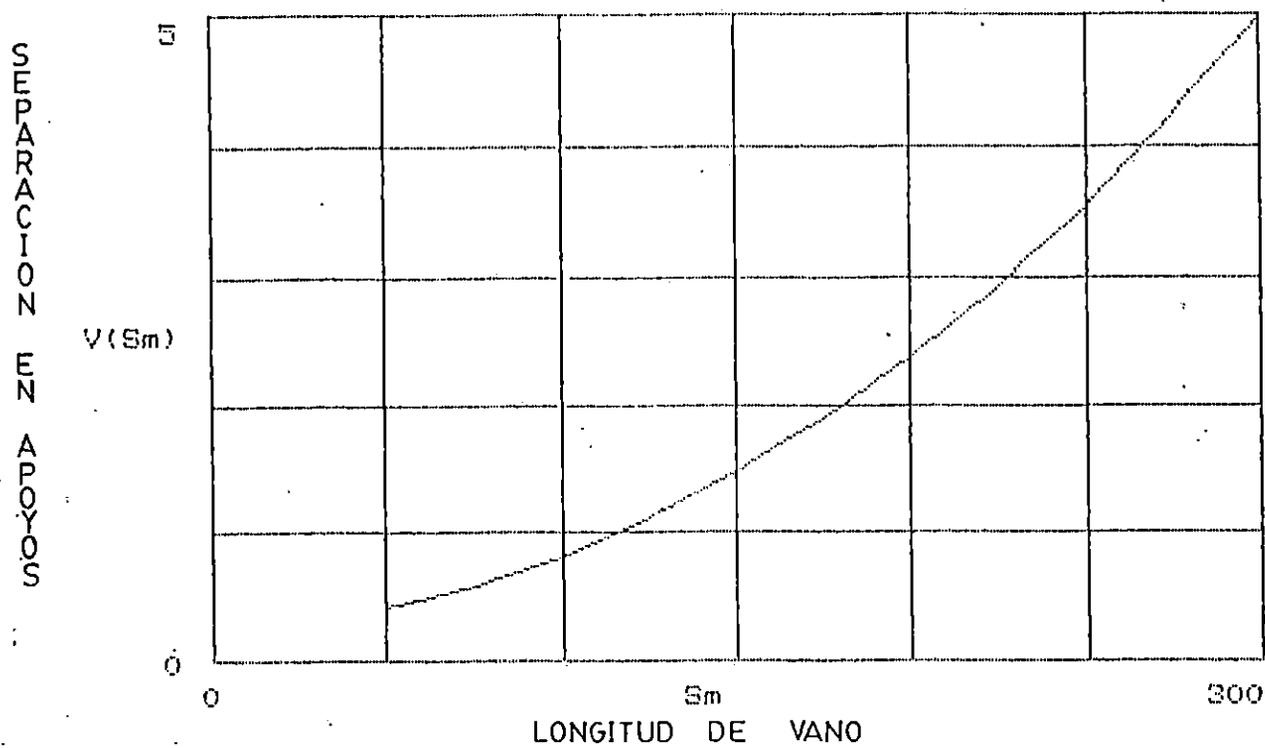
GRAFICA 4.2
VANO MAXIMO LIMITADO POR SEPARACION HORIZONTAL EN
LOS SOPORTES PARA CONDUCTORES #1/0 Y 4/0 ACSR (6/1)



GRAFICA 4.3
VANO MAXIMO LIMITADO POR SEPARACION VERTICAL EN LOS
SOPORTES PARA CONDUCTOR #2 ACSR (6/1)



GRAFICA 4.4
VANO MAXIMO LIMITADO POR SEPARACION VERTICAL EN LOS SOPORTES
PARA CONDUCTORES # 1/0 Y 4/0 ACSR (6/1)



T A B L A S.

TABLAS 4.1
LIBRAMIENTOS BASADOS EN EL NESC

TABLA 4.1a
 (Adaptada de la tabla 232-1 NESC)
 LIBRAMIENTOS BASICOS MINIMOS PARA CONDUCTORES SOBRE
 TIERRA, CAMINOS, VIAS FERREAS O AGUA.

Naturaleza de la superficie bajo las líneas	Neutro Retenida (m)	Líneas de suministro(m)	
		0-750 V	750 V-22 KV
Para conductores cruzando o colgando sobre:			
Derechos de vía férrea	7.2	7.5	8.1
Caminos y otras áreas sujetas a tráfico de camiones	4.7	5.0	5.6
Accesos a residencias	4.7	5.0	5.6
Otros terrenos atravesados por vehículos	4.7	5.0	5.6
Áreas o caminos sólo para peatones	2.9	3.8	4.4
Superficies de agua no usadas para veleros	4.0	4.6	5.2

TABLA 4.1b
 (Adaptada de la tabla 233-1 NESC)
 LIBRAMIENTOS BASICOS VERTICALES ENTRE ALAMBRES, CONDUCTORES Y
 CABLES SOPORTADOS POR ESTRUCTURAS DIFERENTES

NIVEL SUPERIOR	Retenida, neutro, vanos de conductor	Cables de servicio de 0-750 V	Cables de servicio mayores de 750 V y Líneas de sumin. de 0-750V	Líneas de sumin. de 750V a 22KV
NIVEL INFERIOR				
Retenida, vano de cond., neutro	0.60	0.60	0.60	1.20
Conductores y cables de comunicación	0.60	0.60	1.20	1.80
Cables de servicio de 0-750 V	0.60	0.60	0.60	0.60
Líneas de suministro de 0-750V y cables de servicio mayores de 750V	0.60	1.20	0.60	0.60
Líneas de suministro de 750V a 22KV	1.20	1.20	1.20	0.60

TABLA 4.1c
 (Adaptada de la tabla 234-1 NESC)
 LIBRAMIENTOS BASICOS DE CONDUCTORES PASANDO POR EDIFICIOS U OTRAS
 INSTALACIONES, PERO NO FIJADOS EN ELLAS

Categoría de libramiento	Neutro retenida	Cables de servicio de 0-750 V	Cables de serv. mayor de 750V y líneas de sum. de 0-750V	Líneas de sum. de 750V a 22KV
1. Edificios				
a) Horizontal: A paredes salientes ventanas sin defensa balcones y áreas accesibles a personas	1.40	1.50	1.70	2.30
b) Vertical: -Sobre o bajo techo o salientes no accesibles a personas.	0.90	1.07	3.2	3.8
-Sobre o bajo balcones y techos accesibles a personas	3.20	3.40	3.5	4.1
-Sobre techos accesibles a vehículos pero no a tráfico de camiones	3.20	3.40	3.5	4.1
-Sobre techos accesibles a tráfico de camiones	4.70	4.90	5.0	5.6
2. Otras instalaciones no clasificadas como edificios				
Horizontal	0.90	1.07	1.70	2.3
Vertical	0.90	1.07	1.80	2.45

TABLA 4.1d
 (Adaptada de la tabla 235-1 NESC)
 LIBRAMIENTO HORIZONTAL ENTRE ALAMBRES, CONDUCTORES
 O CABLES EN LOS SOPORTES

Clase de circuito	Libramiento (mm)
Líneas de suministro del mismo circuito	
0 - 8.7 KV	300
8.7 a 50 KV	300 más 10 por KV sobre 8.7 KV
mayores de 50 KV	Valor no especificado
Líneas de suministro de diferente circuito	
0 - 8.7 KV	300
8.7 a 50 KV	300 más 10 por KV sobre 8.7 Kv
50 a 814 KV	725 más 10 por KV sobre 50 KV

TABLA 4.1e
 (Adaptada de la tabla 235-5 NESC)
 LIBRAMIENTO VERTICAL ENTRE CONDUCTORES
 EN LOS SOPORTES

Conductores usualmente en el nivel superior Cond. usual. el nivel inferior	0-750 KV	8.7 A 50 KV	
		Misma empresa	Diferente empresa
0-750 V y neutro multiterrizado	0.41	0.41 *	1.00 *
750 V a 8.7 KV	0.41	0.41 *	1.00 *
8.7 KV a 22 KV			
Si se trabaja en línea viva con herramienta de línea viva y los circuitos adyacentes no son desenergizados ni cubiertos con blindajes protectores.		0.41 *	1.00 *
Si no se trabaja en línea viva excepto con todos los CKTO ady. desenergizados o cubiertos con blindaje, o por el uso de herramientas de línea viva y no se requiere que el liniero se meta entre las líneas energizadas.		0.41 *	0.41 *
Voltajes mayores de 22 KV.		0.41 *	0.41 *

* Agregar 0.01 por KV arriba de 8.7 KV

TABLAS 4.2
FLECHAS INICIAL Y FINAL

Vano Regulador 135 m.
#2 ACSR SPARROW
0.136 kg/m

Temp -> kg. -->	Flechado Inicial			Flechado Final			
	15°C	25°C	32°C	15°C	25°C	32°C	40°C
	311	274	249	223	193	175	159
Vano (m.)	Flecha en metros						
100	0.55	0.62	0.68	0.76	0.88	0.97	1.07
110	0.66	0.75	0.83	0.92	1.07	1.18	1.29
120	0.79	0.89	0.98	1.09	1.27	1.40	1.54
130	0.92	1.05	1.15	1.28	1.49	1.64	1.81
140	1.07	1.22	1.34	1.49	1.73	1.90	2.10
150	1.23	1.40	1.54	1.71	1.98	2.19	2.41
160	1.40	1.59	1.75	1.94	2.25	2.49	2.74
170	1.58	1.79	1.97	2.19	2.55	2.81	3.09
180	1.77	2.01	2.21	2.46	2.85	3.15	3.46

#1/0 ACSR RAVEN
0.216 kg/m

Temp -> kg. -->	Flechado Inicial			Flechado Final			
	15°C	25°C	32°C	15°C	25°C	32°C	40°C
	489	436	400	370	320	290	262
Vano (m.)	Flecha en metros						
100	0.55	0.62	0.68	0.74	0.84	0.93	1.03
110	0.67	0.75	0.82	0.90	1.02	1.13	1.25
120	0.80	0.89	0.97	1.07	1.21	1.34	1.48
130	0.93	1.05	1.14	1.26	1.43	1.57	1.74
140	1.08	1.21	1.32	1.46	1.65	1.82	2.02
150	1.24	1.39	1.52	1.67	1.90	2.09	2.32
160	1.41	1.59	1.73	1.90	2.16	2.38	2.64
170	1.60	1.79	1.95	2.15	2.44	2.69	2.98
180	1.79	2.01	2.19	2.41	2.73	3.02	3.34

#4/0 ACSR PENGUIN
0.433 kg/m

Temp -> kg. -->	Flechado Inicial			Flechado Final			
	15°C	25°C	32°C	15°C	25°C	32°C	40°C
	979	873	801	742	641	580	526
Vano (m.)	Flecha en metros						
100	0.55	0.62	0.68	0.74	0.84	0.93	1.03
110	0.67	0.75	0.82	0.90	1.02	1.13	1.25
120	0.80	0.89	0.97	1.07	1.22	1.34	1.48
130	0.93	1.05	1.14	1.26	1.43	1.58	1.74
140	1.08	1.22	1.32	1.46	1.65	1.83	2.02
150	1.24	1.39	1.52	1.67	1.90	2.10	2.32
160	1.42	1.59	1.73	1.90	2.16	2.39	2.63
170	1.60	1.79	1.95	2.15	2.44	2.70	2.97
180	1.79	2.01	2.19	2.41	2.74	3.02	3.33

Vano Regulador 70 m.
#2 ACSR SPARROW
0.136 kg/m

Flechado Inicial

Temp ->	15°C	25°C	32°C	40°C
kg. -->	174	140	120	103
Vano (m.)				
Flecha en metros				
50	0.24	0.30	0.35	0.41
55	0.30	0.37	0.43	0.50
60	0.35	0.44	0.51	0.59
65	0.41	0.51	0.60	0.70
70	0.48	0.59	0.69	0.81
75	0.55	0.68	0.80	0.93
80	0.63	0.78	0.91	1.06
85	0.71	0.88	1.02	1.19
90	0.79	0.98	1.15	1.34

Flechado Final

15°C	25°C	32°C	40°C
135	109	96	85
Flecha en metros			
0.31	0.39	0.44	0.50
0.38	0.47	0.54	0.61
0.45	0.56	0.64	0.72
0.53	0.66	0.75	0.84
0.62	0.76	0.87	0.98
0.71	0.88	1.00	1.12
0.81	1.00	1.13	1.28
0.91	1.13	1.28	1.44
1.02	1.26	1.43	1.62

#1/0 ACSR RAVEN
0.216 kg/m

Flechado Inicial

Temp ->	15°C	25°C	32°C	40°C
kg. -->	271	223	194	168
Vano (m.)				
Flecha en metros				
50	0.25	0.30	0.35	0.40
55	0.30	0.37	0.42	0.49
60	0.36	0.44	0.50	0.58
65	0.42	0.51	0.59	0.68
70	0.49	0.59	0.68	0.79
75	0.56	0.68	0.78	0.90
80	0.64	0.77	0.89	1.03
85	0.72	0.87	1.01	1.16
90	0.81	0.98	1.13	1.30

Flechado Final

15°C	25°C	32°C	40°C
208	169	149	133
Flecha en metros			
0.32	0.40	0.45	0.51
0.39	0.48	0.55	0.61
0.47	0.58	0.65	0.73
0.55	0.67	0.77	0.86
0.64	0.78	0.89	0.99
0.73	0.90	1.02	1.14
0.83	1.02	1.16	1.30
0.94	1.15	1.31	1.47
1.05	1.29	1.47	1.64

#4/0 ACSR PENGUIN
0.433 kg/m

Flechado Inicial

Temp ->	15°C	25°C	32°C	40°C
kg. -->	543	447	389	337
Vano (m.)				
Flecha en metros				
50	0.25	0.30	0.35	0.40
55	0.30	0.37	0.42	0.49
60	0.36	0.44	0.50	0.58
65	0.42	0.51	0.59	0.68
70	0.49	0.59	0.68	0.79
75	0.56	0.68	0.78	0.90
80	0.64	0.77	0.89	1.03
85	0.72	0.87	1.01	1.16
90	0.81	0.98	1.13	1.30

Flechado Final

15°C	25°C	32°C	40°C
417	339	299	267
Flecha en metros			
0.32	0.40	0.45	0.51
0.39	0.48	0.55	0.61
0.47	0.58	0.65	0.73
0.55	0.68	0.77	0.86
0.64	0.78	0.89	0.99
0.73	0.90	1.02	1.14
0.83	1.02	1.16	1.30
0.94	1.15	1.31	1.47
1.05	1.29	1.47	1.64

#2 ACSR Triplex
0.267 kg/m

Flechado Inicial

Temp ->	16°C	25°C	32°C	40°C
Vano (m.)		Tensión en kgs.		
40	330	293	265	236
70	338	306	282	257
100	344	317	296	276
120	358	333	314	295

Flechado Final

Temp ->	16°C	25°C	32°C	40°C
Vano (m.)		Tensión en kgs.		
40	237	194	165	140
70	252	219	198	179
100	266	240	223	207
120	274	252	237	222

Flecha en metros

40	0.16	0.18	0.20	0.23
70	0.48	0.53	0.58	0.64
100	0.97	1.05	1.13	1.21
120	1.34	1.44	1.53	1.63

Flecha en metros

40	0.23	0.28	0.32	0.38
70	0.65	0.75	0.83	0.91
100	1.25	1.39	1.50	1.61
120	1.75	1.91	2.03	2.16

#1/0 ACSR Triplex
0.64 kg/m

Flechado Inicial

Temp ->	16°C	25°C	32°C	40°C
Vano (m.)		Tensión en kgs.		
40	512	459	419	378
70	525	483	453	423
100	526	495	472	450
120	525	498	480	461

Flechado Final

Temp ->	16°C	25°C	32°C	40°C
Vano (m.)		Tensión en kgs.		
40	379	324	289	258
70	414	376	351	328
100	438	411	392	374
120	450	427	411	396

Flecha en metros

40	0.25	0.28	0.31	0.34
70	0.75	0.81	0.87	0.93
100	1.52	1.62	1.69	1.78
120	2.19	2.31	2.40	2.50

Flecha en metros

40	0.34	0.40	0.44	0.50
70	0.95	1.04	1.12	1.20
100	1.83	1.95	2.04	2.14
120	2.56	2.70	2.80	2.91

TABLA No. 4.3.
FLECHADO POR TIEMPO.

			—REGRESO DE LA ONDA—			—REGRESO DE LA ONDA—			
METROS	PULGADA	3a. VEZ	5a. VEZ	10a. VEZ	METROS	PULGADA	3a. VEZ	5a. VEZ	10a. VEZ
		seg.	seg.	seg.			seg.	seg.	seg.
0.100	4	1.7	2.9	5.7	1.500	59	6.6	11.1	22.1
0.125	5	1.9	3.2	6.4	1.525	60	6.7	11.1	22.3
0.150	6	2.1	3.5	7.0	1.550	61	6.7	11.2	22.5
0.175	7	2.3	3.8	7.6	1.575	62	6.8	11.3	22.7
0.200	8	2.4	4.0	8.1	1.600	63	6.9	11.4	22.8
0.225	9	2.6	4.3	8.6	1.625	64	6.9	11.5	23.0
0.250	10	2.7	4.5	9.0	1.650	65	7.0	11.6	23.2
0.275	11	2.8	4.7	9.5	1.675	66	7.0	11.7	23.4
0.300	12	3.0	4.9	9.9	1.700	67	7.1	11.8	23.5
0.325	13	3.1	5.1	10.3	1.725	68	7.1	11.9	23.7
0.350	14	3.2	5.3	10.7	1.750	69	7.2	12.0	23.9
0.375	15	3.3	5.5	11.1	1.775	70	7.2	12.1	24.1
0.400	16	3.4	5.7	11.4	1.800	71	7.3	12.2	24.2
0.425	17	3.5	5.9	11.8	1.825	72	7.3	12.3	24.2
0.450	18	3.6	6.1	12.1	1.850	73	7.4	12.4	24.6
0.475	19	3.7	6.2	12.4	1.875	74	7.4	12.4	24.7
0.500	20	3.8	6.4	12.8	1.900	75	7.5	12.5	24.9
0.525	21	3.9	6.5	13.1	1.925	76	7.5	12.6	25.1
0.550	22	4.0	6.7	13.4	1.950	77	7.6	12.7	25.2
0.575	23	4.1	6.8	13.7	1.975	78	7.6	12.8	25.4
0.600	24	4.2	7.0	14.0	2.000	79	7.7	12.8	25.5
0.625	25	4.3	7.1	14.3	2.025	80	7.7	12.9	25.7
0.650	26	4.4	7.3	14.6	2.050	81	7.8	13.0	25.9
0.675	27	4.5	7.4	14.8	2.075	82	7.8	13.1	26.0
0.700	28	4.5	7.6	15.1	2.100	83	7.9	13.1	26.2
0.725	29	4.6	7.7	15.4	2.125	84	7.9	13.2	26.3
0.750	30	4.7	7.8	15.6	2.150	85	7.9	13.2	26.5
0.775	31	4.8	7.9	15.9	2.175	86	8.0	13.3	26.6
0.800	31	4.8	8.1	16.2	2.200	87	8.0	13.4	26.8
0.825	32	4.9	8.2	16.4	2.225	88	8.1	13.5	26.9
0.850	33	5.0	8.3	16.6	2.250	89	8.1	13.5	27.1
0.875	34	5.1	8.4	16.9	2.275	90	8.2	13.6	27.2
0.900	35	5.1	8.6	17.1	2.300	91	8.2	13.7	27.4
0.925	36	5.2	8.7	17.4	2.325	92	8.3	13.8	27.5
0.950	37	5.3	8.8	17.6	2.350	93	8.3	13.8	27.7
0.975	38	5.3	8.9	17.8	2.375	94	8.3	13.9	27.8
1.000	39	5.4	9.0	18.1	2.400	94	8.4	14.0	28.0
1.025	40	5.5	9.1	18.3	2.425	95	8.4	14.1	28.1
1.050	41	5.6	9.3	18.5	2.450	96	8.5	14.1	28.3
1.075	42	5.6	9.4	18.7	2.475	97	8.5	14.2	28.4
1.100	43	5.7	9.5	18.9	2.500	98	8.6	14.3	28.6
1.125	44	5.7	9.6	19.2	2.525	99	8.6	14.3	28.7
1.150	45	5.8	9.7	19.4	2.550	100	8.7	14.4	28.8
1.175	46	5.9	9.8	19.6	2.575	101	8.7	14.5	29.0
1.200	47	5.9	9.9	19.8	2.600	102	8.7	14.6	29.1
1.225	48	6.0	10.0	20.0	2.625	103	8.8	14.6	29.3
1.250	49	6.1	10.1	20.2	2.650	104	8.8	14.7	29.4
1.275	50	6.1	10.2	20.4	2.675	105	8.9	14.8	29.5
1.300	51	6.2	10.3	20.6	2.700	106	8.9	14.8	29.7
1.325	52	6.2	10.4	20.8	2.725	107	8.9	14.9	29.8
1.350	53	6.3	10.5	21.0	2.750	108	9.0	15.0	29.9
1.375	54	6.4	10.6	21.2	2.775	109	9.0	15.0	30.1
1.400	55	6.4	10.7	21.4	2.800	110	9.1	15.1	30.2
1.425	56	6.5	10.8	21.6	2.825	111	9.1	15.2	30.3
1.450	57	6.5	10.9	21.7	2.850	112	9.1	15.2	30.5
1.475	58	6.6	11.0	21.9	2.875	113	9.2	15.3	30.6

TABLAS 4.4
TABLAS DE ESTAQUEO

Tabla de Estaqueo - Primario

Conductor #2 ACSR

Temp. Máximo.	55 °C		
Vano Regulador	70 metros		
Tracción horizontal en el conductor	715.9 N	-->	73 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	1.33 N/m	-->	0.136 kg./m

Libramiento	Fase	Neutro
Urbana y rural	5.6 metros	4.7 metros

Para unidades de construcción - A1, B1, C1

9.1 m. (Altura de Poste)

10.7 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
1.0	0.9	40	2.5	2.4	0.3
0.9	0.8	45	2.4	2.3	0.5
0.9	0.7	50	2.4	2.2	0.7
0.8	0.6	55	2.3	2.1	0.9
0.7	0.5	60	2.2	2.0	1.1
0.6	0.3	65	2.1	1.8	1.3
0.4	0.2	70	1.9	1.7	1.6
0.3	-0.0	75	1.8	1.5	1.9
0.2	-0.2	80	1.7	1.3	2.2
0.0	-0.4	85	1.5	1.1	2.5
-0.1	-0.6	90	1.4	0.9	2.9
-0.3	-0.8	95	1.2	0.7	3.2
-0.4	-1.0	100	1.1	0.5	3.6
-0.6	-1.3	105	0.9	0.2	4.0
-0.8	-1.5	110	0.7	-0.0	4.4
-1.0	-1.8	115	0.5	-0.3	4.9
-1.2	-2.0	120	0.3	-0.5	5.3
-1.4	-2.3	125	0.1	-0.8	5.8
-1.6	-2.6	130	-0.1	-1.1	6.3
-1.9	-2.9	135	-0.4	-1.4	6.8
-2.1	-3.3	140	-0.6	-1.8	7.3
-2.4	-3.6	145	-0.9	-2.1	7.9
-2.6	-3.9	150	-1.1	-2.4	8.5
-2.9	-4.3	155	-1.4	-2.8	9.1
-3.2	-4.6	160	-1.7	-3.1	9.7

La table Incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Primario

Conductor #2 ACSR			
Temp. Máximo	55 °C		
Vano Regulador	70 metros		
Tracción horizontal en el conductor	715.9 N	-->	73 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	1.33 N/m	-->	0.136 kg./m

Libramiento	Fase	Neutro
Rural	5.6 metros	5 metros

Para unidades de construcción - A1, B1, C1

10.6 m. (Altura de Poste)

12 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
2.6	2.5	40	3.8	3.7	0.3
2.5	2.4	45	3.7	3.6	0.5
2.4	2.3	50	3.7	3.5	0.7
2.3	2.1	55	3.6	3.4	0.9
2.2	2.0	60	3.5	3.3	1.1
2.1	1.9	65	3.4	3.1	1.3
2.0	1.7	70	3.2	3.0	1.6
1.9	1.5	75	3.1	2.8	1.9
1.7	1.4	80	3.0	2.6	2.2
1.6	1.2	85	2.8	2.4	2.5
1.4	1.0	90	2.7	2.2	2.9
1.3	0.7	95	2.5	2.0	3.2
1.1	0.5	100	2.4	1.8	3.6
0.9	0.3	105	2.2	1.5	4.0
0.7	0.0	110	2.0	1.3	4.4
0.5	-0.2	115	1.8	1.0	4.9
0.3	-0.5	120	1.6	0.8	5.3
0.1	-0.8	125	1.4	0.5	5.8
-0.1	-1.1	130	1.2	0.2	6.3
-0.3	-1.4	135	0.9	-0.1	6.8
-0.6	-1.7	140	0.7	-0.5	7.3
-0.8	-2.0	145	0.4	-0.8	7.9
-1.1	-2.4	150	0.2	-1.1	8.5
-1.3	-2.7	155	-0.1	-1.5	9.1
-1.6	-3.1	160	-0.4	-1.8	9.7

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona de peatones y areas donde existe probabilidad mínima que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Eslaqueo - Primario

Conductor #2 ACSR

Temp. Máximo	55 °C		
Vano Regulador	135 metros		
Traacción horizontal en el conductor	1323.9 N	-->	135 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	1.33 N/m	-->	0.136 kg./m

Libramiento	Fase	Neutro
Urbana y rural	5.6 metros	4.7 metros
Para unidades de construcción - A1, B1, C1		

9.1 m. (Allura de Poste)

10.7 m. (Allura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud do Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
0.5	0.3	90	2.0	1.8	1.5
0.4	0.2	95	1.9	1.7	1.7
0.4	0.0	100	1.9	1.5	1.9
0.3	-0.1	105	1.8	1.4	2.1
0.2	-0.2	110	1.7	1.3	2.3
0.1	-0.4	115	1.6	1.1	2.6
-0.1	-0.5	120	1.4	1.0	2.8
-0.2	-0.7	125	1.3	0.8	3.1
-0.3	-0.8	130	1.2	0.7	3.4
-0.4	-1.0	135	1.1	0.5	3.7
-0.5	-1.2	140	1.0	0.3	4.0
-0.7	-1.3	145	0.8	0.2	4.3
-0.8	-1.5	150	0.7	-0.0	4.6
-1.0	-1.7	155	0.5	-0.2	4.9
-1.1	-1.9	160	0.4	-0.4	5.3
-1.3	-2.1	165	0.2	-0.6	5.6
-1.4	-2.3	170	0.1	-0.8	6.0
-1.6	-2.5	175	-0.1	-1.0	6.4
-1.8	-2.8	180	-0.3	-1.3	6.8
-1.9	-3.0	185	-0.4	-1.5	7.2
-2.1	-3.2	190	-0.6	-1.7	7.6
-2.3	-3.5	195	-0.8	-2.0	8.0
-2.5	-3.7	200	-1.0	-2.2	8.4
-2.7	-4.0	205	-1.2	-2.5	8.9
-2.9	-4.2	210	-1.4	-2.7	9.3

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Primario

Conductor #2 ACSR			
Temp. Máximo	55 °C		
Vano Regulador	135 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1323.9 N	-->>	135 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	1.33 N/m	-->>	0.136 kg./m
Libramiento		Fase	Neutro
Urbana y rural		5.6 metros	4.7 metros
Para unidades de construcción - A1, B1, C1			

12.2 m. (Altura de Poste)

13.7 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
3.5	3.3	90	4.8	4.6	1.5
3.4	3.2	95	4.7	4.5	1.7
3.4	3.0	100	4.7	4.3	1.9
3.3	2.9	105	4.6	4.2	2.1
3.2	2.8	110	4.5	4.1	2.3
3.1	2.6	115	4.4	3.9	2.6
2.9	2.5	120	4.2	3.8	2.8
2.8	2.3	125	4.1	3.6	3.1
2.7	2.2	130	4.0	3.5	3.4
2.6	2.0	135	3.9	3.3	3.7
2.5	1.8	140	3.8	3.1	4.0
2.3	1.7	145	3.6	3.0	4.3
2.2	1.5	150	3.5	2.8	4.6
2.0	1.3	155	3.3	2.6	4.9
1.9	1.1	160	3.2	2.4	5.3
1.7	0.9	165	3.0	2.2	5.6
1.6	0.7	170	2.9	2.0	6.0
1.4	0.5	175	2.7	1.8	6.4
1.2	0.2	180	2.5	1.5	6.8
1.1	-0.0	185	2.4	1.3	7.2
0.9	-0.2	190	2.2	1.1	7.6
0.7	-0.5	195	2.0	0.8	8.0
0.5	-0.7	200	1.8	0.6	8.4
0.3	-1.0	205	1.6	0.3	8.9
0.1	-1.2	210	1.4	0.1	9.3

La table Incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Primario con Triplex

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	-5 0 °C		
Vano Regulador	7 0 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1392.5 N	-->	142 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->	0.394 kg./m
Libramiento		Fase	Secundario
Urbana y rural		5.6 metros	4.9 metros
Para unidades de construcción - A1,B1,C1 con J1, J2, etc.			

9.1 m. (Altura de Poste)

10.7 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
0.4	0.2	40	1.9	1.7	0.6
0.3	0.1	45	1.8	1.6	0.9
0.1	-0.1	50	1.6	1.4	1.1
-0.0	-0.3	55	1.5	1.2	1.4
-0.2	-0.5	60	1.3	1.0	1.8
-0.3	-0.7	65	1.2	0.8	2.1
-0.5	-0.9	70	1.0	0.6	2.5
-0.7	-1.2	75	0.8	0.3	2.9
-0.9	-1.4	80	0.6	0.1	3.4
-1.1	-1.7	85	0.4	-0.2	3.8
-1.3	-2.0	90	0.2	-0.5	4.3
-1.6	-2.3	95	-0.1	-0.8	4.8
-1.8	-2.7	100	-0.3	-1.2	5.4
-2.1	-3.0	105	-0.6	-1.5	6.0
-2.4	-3.4	110	-0.9	-1.9	6.6
-2.7	-3.8	115	-1.2	-2.3	7.2
-3.0	-4.2	120	-1.5	-2.7	7.9
-3.3	-4.6	125	-1.8	-3.1	8.6
-3.6	-5.1	130	-2.1	-3.6	9.3
-4.0	-5.5	135	-2.5	-4.0	10.1
-4.3	-6.0	140	-2.8	-4.5	10.9
-4.7	-6.5	145	-3.2	-5.0	11.7
-5.1	-7.0	150	-3.6	-5.5	12.5
-5.5	-7.5	155	-4.0	-6.0	13.4
-5.9	-8.1	160	-4.4	-6.6	14.3

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Primario con Triplex

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	5 0 °C		
Vano Regulador	7 0 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1392.5 N	-->	142 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->	0.394 kg./m
Libramiento		Fase	Secundario
Urbana y rural		5.6 metros	4.9 metros
Para unidades de construcción - A1,B1,C1 con J1, J2, etc.			

10.7 m. (Allura de Poste)

12.2 m. (Allura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
1.9	1.7	40	3.4	3.2	0.6
1.8	1.6	45	3.3	3.1	0.9
1.6	1.4	50	3.1	2.9	1.1
1.5	1.2	55	3.0	2.7	1.4
1.3	1.0	60	2.8	2.5	1.8
1.2	0.8	65	2.7	2.3	2.1
1.0	0.6	70	2.5	2.1	2.5
0.8	0.3	75	2.3	1.8	2.9
0.6	0.1	80	2.1	1.6	3.4
0.4	-0.2	85	1.9	1.3	3.8
0.2	-0.5	90	1.7	1.0	4.3
-0.1	-0.8	95	1.4	0.7	4.8
-0.3	-1.2	100	1.2	0.3	5.4
-0.6	-1.5	105	0.9	-0.0	6.0
-0.9	-1.9	110	0.6	-0.4	6.6
-1.2	-2.3	115	0.3	-0.8	7.2
-1.5	-2.7	120	0.0	-1.2	7.9
-1.8	-3.1	125	-0.3	-1.6	8.6
-2.1	-3.6	130	-0.6	-2.1	9.3
-2.5	-4.0	135	-1.0	-2.5	10.1
-2.8	-4.5	140	-1.3	-3.0	10.9
-3.2	-5.0	145	-1.7	-3.5	11.7
-3.6	-5.5	150	-2.1	-4.0	12.5
-4.0	-6.0	155	-2.5	-4.5	13.4
-4.4	-6.6	160	-2.9	-5.1	14.3

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Secundario

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	50 °C		
Vano Regulador	135 metros		
Tracción horizontal en el conductor	2098.6 N	-->>	214 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->>	0.394 kg./m

Libramiento Secundario
 Urbana y rural 4.9 metros
 Para unidades de construcción - J1, J2, etc.

9.1 m. (Altura de Poste)

10.7 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
0.6	0.1	90	2.1	1.6	4.1
0.4	-0.1	95	1.9	1.4	4.6
0.3	-0.3	100	1.8	1.2	5.1
0.1	-0.5	105	1.6	1.0	5.6
-0.1	-0.8	110	1.4	0.7	6.2
-0.3	-1.0	115	1.2	0.5	6.8
-0.5	-1.3	120	1.0	0.2	7.5
-0.7	-1.6	125	0.8	-0.1	8.1
-0.9	-1.9	130	0.6	-0.4	8.8
-1.1	-2.2	135	0.4	-0.7	9.5
-1.4	-2.5	140	0.1	-1.0	10.3
-1.6	-2.8	145	-0.1	-1.3	11.0
-1.9	-3.2	150	-0.4	-1.7	11.8
-2.1	-3.5	155	-0.6	-2.0	12.7
-2.4	-3.9	160	-0.9	-2.4	13.5
-2.7	-4.3	165	-1.2	-2.8	14.4
-3.0	-4.6	170	-1.5	-3.1	15.3
-3.3	-5.0	175	-1.8	-3.5	16.2
-3.6	-5.4	180	-2.1	-3.9	17.2
-3.9	-5.9	185	-2.4	-4.4	18.2
-4.2	-6.3	190	-2.7	-4.8	19.2
-4.6	-6.7	195	-3.1	-5.2	20.2
-4.9	-7.2	200	-3.4	-5.7	21.3
-5.2	-7.7	205	-3.7	-6.2	22.4
-5.6	-8.1	210	-4.1	-6.6	23.5

La table Incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Primario con Triplex

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	50 °C		
Vano Regulador	135 metros		
Tracción horizontal en el conductor	2098.6 N	-->	214 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->	0.394 kg./m
Libramiento		Fase	Secundario
Urbana y rural		5.6 metros	4.9 metros
Para unidades de construcción - A1,B1,C1 con J1, J2, etc.			

10.7 m. (Altura de Poste)

12.2 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
0.9	0.4	90	2.4	1.9	4.1
0.7	0.2	95	2.2	1.7	4.6
0.6	-0.0	100	2.1	1.5	5.1
0.4	-0.3	105	1.9	1.2	5.6
0.2	-0.5	110	1.7	1.0	6.2
-0.0	-0.8	115	1.5	0.7	6.8
-0.2	-1.0	120	1.3	0.5	7.5
-0.4	-1.3	125	1.1	0.2	8.1
-0.6	-1.6	130	0.9	-0.1	8.8
-0.9	-1.9	135	0.6	-0.4	9.5
-1.1	-2.2	140	0.4	-0.7	10.3
-1.3	-2.6	145	0.2	-1.1	11.0
-1.6	-2.9	150	-0.1	-1.4	11.8
-1.9	-3.2	155	-0.4	-1.7	12.7
-2.1	-3.6	160	-0.6	-2.1	13.5
-2.4	-4.0	165	-0.9	-2.5	14.4
-2.7	-4.4	170	-1.2	-2.9	15.3
-3.0	-4.8	175	-1.5	-3.3	16.2
-3.3	-5.2	180	-1.8	-3.7	17.2
-3.6	-5.6	185	-2.1	-4.1	18.2
-3.9	-6.0	190	-2.4	-4.5	19.2
-4.3	-6.5	195	-2.8	-5.0	20.2
-4.6	-6.9	200	-3.1	-5.4	21.3
-5.0	-7.4	205	-3.5	-5.9	22.4
-5.3	-7.9	210	-3.8	-6.4	23.5

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Secundario

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	5 0 °C		
Vano Regulador	7 0 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1392.5 N	-->	1 4 2 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->	0.394 kg./m

Libramiento Secundario
 Peatonal 3.0 metros
 Para unidades de construcción - J1, J2, etc.

7.6 m. (Altura de Poste)

9.1 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
1.4	1.2	40	2.7	2.5	0.6
1.3	1.1	45	2.6	2.4	0.9
1.2	0.9	50	2.5	2.2	1.1
1.0	0.8	55	2.3	2.1	1.4
0.9	0.6	60	2.2	1.9	1.8
0.7	0.3	65	2.0	1.6	2.1
0.5	0.1	70	1.8	1.4	2.5
0.3	-0.1	75	1.6	1.2	2.9
0.1	-0.4	80	1.4	0.9	3.4
-0.1	-0.7	85	1.2	0.6	3.8
-0.3	-1.0	90	1.0	0.3	4.3
-0.5	-1.3	95	0.8	-0.0	4.8
-0.8	-1.7	100	0.5	-0.4	5.4
-1.1	-2.0	105	0.2	-0.7	6.0
-1.3	-2.4	110	-0.0	-1.1	6.6
-1.6	-2.8	115	-0.3	-1.5	7.2
-1.9	-3.2	120	-0.6	-1.9	7.9
-2.3	-3.6	125	-1.0	-2.3	8.6
-2.6	-4.1	130	-1.3	-2.8	9.3
-2.9	-4.5	135	-1.6	-3.2	10.1
-3.3	-5.0	140	-2.0	-3.7	10.9
-3.7	-5.5	145	-2.4	-4.2	11.7
-4.0	-6.0	150	-2.7	-4.7	12.5
-4.4	-6.5	155	-3.1	-5.2	13.4
-4.9	-7.1	160	-3.6	-5.8	14.3

La table incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona de peatones unicamente, donde no existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Secundario

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	5 0 °C		
Vano Regulador	7 0 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1392.5 N	-->>	142 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->>	0.394 kg./m

Libramiento Secundario
Urbana y rural 4.9 metros
 Para unidades de construcción - J1, J2, etc.

9.1 m. (Altura de Poste)

10.7 m. (Altura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud de Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
1.6	1.4	40	3.1	2.9	0.6
1.5	1.3	45	3.0	2.8	0.9
1.4	1.1	50	2.9	2.6	1.1
1.2	1.0	55	2.7	2.5	1.4
1.1	0.8	60	2.6	2.3	1.8
0.9	0.5	65	2.4	2.0	2.1
0.7	0.3	70	2.2	1.8	2.5
0.5	0.1	75	2.0	1.6	2.9
0.3	-0.2	80	1.8	1.3	3.4
0.1	-0.5	85	1.6	1.0	3.8
-0.1	-0.8	90	1.4	0.7	4.3
-0.3	-1.1	95	1.2	0.4	4.8
-0.6	-1.5	100	0.9	0.0	5.4
-0.9	-1.8	105	0.6	-0.3	6.0
-1.1	-2.2	110	0.4	-0.7	6.6
-1.4	-2.6	115	0.1	-1.1	7.2
-1.7	-3.0	120	-0.2	-1.5	7.9
-2.1	-3.4	125	-0.6	-1.9	8.6
-2.4	-3.9	130	-0.9	-2.4	9.3
-2.7	-4.3	135	-1.2	-2.8	10.1
-3.1	-4.8	140	-1.6	-3.3	10.9
-3.5	-5.3	145	-2.0	-3.8	11.7
-3.8	-5.8	150	-2.3	-4.3	12.5
-4.2	-6.3	155	-2.7	-4.8	13.4
-4.7	-6.9	160	-3.2	-5.4	14.3

La table Incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

Tabla de Estaqueo - Secundario

Conductor #2 Triplex			
Temp. Máximo	50 °C		
Vano Regulador	7.0 metros		
Tracción horizontal en el conductor	1392.5 N	-->>	142 kg.
Esfuerzo vertical del conductor	3.86 N/m	-->>	0.394 kg./m

Libramiento Secundario
 Urbana y rural 4.9 metros
 Para unidades de construcción - J1, J2, etc.

7.6 m. (Allura de Poste)

9.1 m. (Allura de Poste)

Cuarto Vano	Medio Vano	Longitud do Vano	Cuarto Vano	Medio Vano	Factor de Levantamiento
0.3	0.1	40	1.6	1.4	0.6
0.2	-0.0	45	1.5	1.3	0.9
0.1	-0.2	50	1.4	1.1	1.1
-0.1	-0.3	55	1.2	1.0	1.4
-0.2	-0.5	60	1.1	0.8	1.8
-0.4	-0.8	65	0.9	0.5	2.1
-0.6	-1.0	70	0.7	0.3	2.5
-0.8	-1.2	75	0.5	0.1	2.9
-1.0	-1.5	80	0.3	-0.2	3.4
-1.2	-1.8	85	0.1	-0.5	3.8
-1.4	-2.1	90	-0.1	-0.8	4.3
-1.6	-2.4	95	-0.3	-1.1	4.8
-1.9	-2.8	100	-0.6	-1.5	5.4
-2.2	-3.1	105	-0.9	-1.8	6.0
-2.4	-3.5	110	-1.1	-2.2	6.6
-2.7	-3.9	115	-1.4	-2.6	7.2
-3.0	-4.3	120	-1.7	-3.0	7.9
-3.4	-4.7	125	-2.1	-3.4	8.6
-3.7	-5.2	130	-2.4	-3.9	9.3
-4.0	-5.6	135	-2.7	-4.3	10.1
-4.4	-6.1	140	-3.1	-4.8	10.9
-4.8	-6.6	145	-3.5	-5.3	11.7
-5.1	-7.1	150	-3.8	-5.8	12.5
-5.5	-7.6	155	-4.2	-6.3	13.4
-6.0	-8.2	160	-4.7	-6.9	14.3

La table Incluye una tolerancia de .3 metros

USO: Zona urbana y área rural donde existe probabilidad que vehículos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea

	PHASE	NEUTRAL
CONDUCTOR DESC.	P1/0 (6/1 ACSR) RAVEN	#2 (6/1 ACSR) SPARROW
MAX. OPERATING TEMP.	55. DEGREES C	50. DEGREES C
BASIC GROUND CLEAR.	6.1 METERS	5.5 METERS
DESIGN TENSION	6393. N (32.8%)	4403. N (34.7%)

135. METER RULING SPAN

LIGHT LOADING DISTRICT

FOR USE WITH A1, B1, C1 SEC TYPE ASSEMBLIES
 NEUTRAL POSITION: CEL(1.42M) SEC(2.32)

10.60 METER POLES			12.00 METER POLES		
QUARTER POINT OF SPAN	CENTER OF SPAN	SPAN LENGTH	CENTER OF SPAN	QUARTER POINT OF SPAN	UPLIFT FACTOR
.7	.6	50.	1.9	1.9	.2
.5	.4	69.	1.7	1.8	.7
.4	.2	81.	1.5	1.6	1.2
.2	LEVEL .0	96.	1.3	1.5	1.7
.1	-.2	107.	1.1	1.3	2.2
-.1	-.4	113.	.9	1.2	2.5
-.2	-.6	120.	.7	1.0	2.9
-.4	-.8	126.	.5	.9	3.2
-.5	-1.0	132.	.3	.7	3.5
-.7	-1.2	138.	.1	.6	3.9
-.8	-1.4	144.	-.1	.4	4.2
-1.0	-1.6	150.	-.3	.3	4.6
-1.1	-1.8	155.	-.5	.1	5.0
-1.3	-2.0	160.	-.7	.0	5.3
-1.4	-2.2	165.	-.9	-.2	5.7
-1.6	-2.4	170.	-1.1	-.3	6.1
-1.7	-2.6	175.	-1.3	-.5	6.4
-1.9	-2.8	180.	-1.5	-.6	6.8
-2.0	-3.0	185.	-1.7	-.8	7.2
-2.2	-3.2	190.	-1.9	-.9	7.6
-2.3	-3.4	194.	-2.1	-1.1	8.0
-2.5	-3.6	199.	-2.3	-1.2	8.4
-2.6	-3.8	203.	-2.5	-1.4	8.7
-2.8	-4.0	207.	-2.7	-1.5	9.1
-2.9	-4.2	212.	-2.9	-1.7	9.5
-3.1	-4.4	216.	-3.1	-1.8	9.9

USO:
 Dentro limites de carrateras en zonas urbanas; cualquier cruce de camino; y donde hay probabilidad que vehiculos o personas montadas a caballo cruzan bajo la linea.

ALL DISTANCES ARE IN METERS

TABLE INCLUDES A .3 METER STAKING AND CONSTRUCTION TOLERANCE
 IN ADDITION TO THE BASIC CLEARANCES

TABLE INCLUDES A .3 METER UPLIFT FACTOR TOLERANCE

	PHASE	NEUTRAL
CONDUCTOR DESC.	#1/0 (6/1 ACSR) RAVEN	#2 (6/1 ACSR) SPARROW
MAX. OPERATING TEMP.	55. DEGREES C	50. DEGREES C
BASIC GROUND CLEAR.	5.5 METERS	4.6 METERS
DESIGN TENSION	6393. N (32.8%)	4403. N (34.7%)

135. METER RULING SPAN LIGHT LOADING DISTRICT

FOR USE WITH A1,B1,C1 SEC TYPE ASSEMBLIES
 NEUTRAL POSITION: CEL(1.42M) SEC(2.32)

10.60 METER POLES		12.00 METER POLES		UPLIFT FACTOR
QUARTER POINT OF SPAN	CENTER OF SPAN	SPAN LENGTH	QUARTER OF SPAN POINT OF SPAN	
1.5	1.4	60.	2.7	.5
1.3	1.2	77.	2.5	1.0
1.2	1.0	90.	2.3	1.5
1.0	.8	102.	2.1	2.0
.9	.6	110.	1.9	2.4
.7	.4	117.	1.7	2.7
.6	.2	123.	1.5	3.0
.4	LEVEL .0	129.	1.3	3.4
.3	-.2	135.	1.1	3.7
.1	-.4	141.	.9	4.1
.0	-.6	147.	.7	4.4
-.2	-.8	152.	.5	4.8
-.3	-1.0	158.	.3	5.2
-.5	-1.2	163.	.1	5.5
-.6	-1.4	168.	-.1	5.9
-.8	-1.6	173.	-.3	6.3
-.9	-1.8	178.	-.5	6.6
-1.1	-2.0	183.	-.7	7.0
-1.2	-2.2	187.	-.9	7.4
-1.4	-2.4	192.	-1.1	7.8
-1.5	-2.6	196.	-1.3	8.2
-1.7	-2.8	201.	-1.5	8.5
-1.8	-3.0	205.	-1.7	8.9
-2.0	-3.2	209.	-1.9	9.3
-2.1	-3.4	214.	-2.1	9.7
-2.3	-3.6	218.	-2.3	10.1
-2.4	-3.8	222.	-2.5	10.5
-2.6	-4.0	226.	-2.7	10.9
-2.7	-4.2	230.	-2.9	11.3
-2.9	-4.4	234.	-3.1	11.7

USO:
 Zona de peatones y areas donde existe probabilidad minima que vehiculos & personas montadas a caballo cruzan bajo la linea.

ALL DISTANCES ARE IN METERS

TABLE INCLUDES A .3 METER STAKING AND CONSTRUCTION TOLERANCE
 IN ADDITION TO THE BASIC CLEARANCES
 TABLE INCLUDES A .3 METER UPLIFT FACTOR TOLERANCE

PHASE NEUTRAL

CONDUCTOR DESC.	#1/0 (6/1 ACSR) RAVEN	#2 (6/1 ACSR) SPARROW
MAX. OPERATING TEMP.	55. DEGREES C	50. DEGREES C
BASIC GROUND CLEAR.	6.1 METERS	5.5 METERS
DESIGN TENSION	6393. N (32.8%)	4003. N (34.7%)

135. METER RULING SPAN LIGHT LOADING DISTRICT

FOR USE WITH A1, B1, C1 TYPE ASSEMBLIES

NEUTRAL POSITION: CEL (1.424)

10.60 METER POLES		12.00 METER POLES	
QUARTER	POINT OF	QUARTER	POINT OF
SPAN	OF	SPAN	OF
60.	1.4	60.	2.7
77.	1.2	77.	2.5
90.	1.0	90.	2.3
102.	.8	102.	2.1
110.	.6	110.	1.9
117.	.4	117.	1.7
123.	.2	123.	1.5
129.	0.0	129.	1.3
135.	-.2	135.	1.1
141.	-.4	141.	.9
147.	-.6	147.	.7
152.	-.8	152.	.5
158.	-1.0	158.	.3
163.	-1.2	163.	.1
168.	-1.4	168.	-.1
173.	-1.6	173.	-.3
178.	-1.8	178.	-.5
183.	-2.0	183.	-.7
187.	-2.2	187.	-.9
192.	-2.4	192.	-1.1
196.	-2.6	196.	-1.3
200.	-2.8	200.	-1.5
204.	-3.0	204.	-1.7
208.	-3.2	208.	-1.9
211.	-3.4	211.	-2.1
215.	-3.6	215.	-2.3
219.	-3.8	219.	-2.5
222.	-4.0	222.	-2.7
226.	-4.2	226.	-2.9
229.	-4.4	229.	-3.1
			SPAN
			POINT OF
			QUARTER
			UPLIFT
			FACTOR
			11.2
			10.9
			10.6
			10.2
			9.9
			9.5
			9.2
			8.8
			8.5
			8.1
			7.8
			7.4
			7.0
			6.6
			6.3
			5.9
			5.5
			5.2
			4.8
			4.4
			4.1
			3.7
			3.4
			3.0
			2.7
			2.4
			2.0
			1.5
			1.0
			.5

USO:
Dentro límites de
carrteras en zonas
urbanas; cualquier
cruce de camino; y
donde hay probabili-
dad que vehículos e
personas montadas a
caballo cruzan bajo
la línea.

TABLE INCLUDES A .3 METER STAKING AND CONSTRUCTION TOLERANCE
IN ADDITION TO THE BASIC CLEARANCES
TABLE INCLUDES A .3 METER UPLIFT FACTOR TOLERANCE

ALL DISTANCES ARE IN METERS

	PHASE	NEUTRAL
CONDUCTOR DESC.	#1/0 (6/1 ACSR) RAVEN	#2 (6/1 ACSR) SPARROW
MAX. OPERATING TEMP.	55. DEGREES C	50. DEGREES C
BASIC GROUND CLEAR.	5.5 METERS	4.6 METERS
DESIGN TENSION	6393. N (32.8%)	4403. N (34.7%)

135. METER RULING SPAN

LIGHT LOADING DISTRICT

FOR USE WITH A1,B1,C1 TYPE ASSEMBLIES
 NEUTRAL POSITION: CEL (1.42M)

10.60 METER POLES			12.00 METER POLES		
QUARTER POINT OF SPAN	CENTER OF SPAN	SPAN LENGTH	CENTER OF SPAN	QUARTER POINT OF SPAN	UPLIFT FACTOR
1.9	1.6	99.	2.9	3.2	1.9
1.8	1.4	107.	2.7	3.0	2.2
1.6	1.2	114.	2.5	2.9	2.6
1.5	1.0	121.	2.3	2.7	2.9
1.3	.8	127.	2.1	2.6	3.2
1.2	.6	133.	1.9	2.4	3.6
1.0	.4	139.	1.7	2.3	3.9
.9	.2	145.	1.5	2.1	4.3
.7	LEVEL .0	150.	1.3	2.0	4.6
.6	-.2	155.	1.1	1.8	5.0
.4	-.4	160.	.9	1.7	5.3
.3	-.6	165.	.7	1.5	5.7
.1	-.8	170.	.5	1.4	6.0
.0	-1.0	174.	.3	1.2	6.4
-.2	-1.2	179.	.1	1.1	6.7
-.3	-1.4	183.	-.1	.9	7.1
-.5	-1.6	188.	-.3	.8	7.4
-.6	-1.8	192.	-.5	.6	7.8
-.8	-2.0	196.	-.7	.5	8.1
-.9	-2.2	200.	-.9	.3	8.5
-1.1	-2.4	204.	-1.1	.2	8.8
-1.2	-2.6	208.	-1.3	.0	9.2
-1.4	-2.8	211.	-1.5	-.1	9.5
-1.5	-3.0	215.	-1.7	-.3	9.9
-1.7	-3.2	219.	-1.9	-.4	10.2
-1.8	-3.4	222.	-2.1	-.6	10.6
-2.0	-3.6	226.	-2.3	-.7	10.9
-2.1	-3.8	229.	-2.5	-.9	11.2
-2.3	-4.0	233.	-2.7	-1.0	11.6
-2.4	-4.2	236.	-2.9	-1.2	11.9
-2.6	-4.4	240.	-3.1	-1.3	12.3

USO:
 Zona de peatones y areas donde existe probabilidad minima que vehiculos ó personas montadas a caballo cruzan bajo la línea.

ALL DISTANCES ARE IN METERS

TABLE INCLUDES A .3 METER STAKING AND CONSTRUCTION TOLERANCE IN ADDITION TO THE BASIC CLEARANCES
 TABLE INCLUDES A .3 METER UPLIFT FACTOR TOLERANCE

TABLA 4.5 FACTORES DE REDUCCION DE VOLTAJE

VOLTAJE ENTRE CONDUCTORES (KV)	F_v (m)
2.4	0.018
4.16	0.032
7.6	0.058
13.2	0.100
14.4	0.109
19.9	0.151
24.9	0.189
34.5	0.262

TABLA 4.6 LONGITUD MAXIMA DE VANO LIMITADA POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES PARA FIGURA 4.4

Calibre del conductor	Tipo de estructura	Vano máximo
ACSR # 2	Dos fases (B)	360.45 m
ACSR # 2	Tres fases (C)	260.9 m
ACSR # 1/0 y 4/0	Dos fases (B)	368.43 m
ACSR # 1/0 y 4/0	Tres fases (C)	266.68 m

TABLA 4.7 FUERZA MAXIMA PERMISIBLE PARA CRUCEROS DE 2.03 M DE LONGITUD

Dimensiones del crucero	Momento máximo en el plano hor.	Tensión límite (N)			
		Crucero sencillo		Crucero doble	
		Grado B	Grado C	Grado B	Grado C
2 1/2" x 2 1/2" x 1/4"	1618 N-m	1154	1730	2307	3461
3" x 3" x 1/4"	2364 N-m	1685	2528	3371	5056
4" x 4" x 1/4"	5940 N-m	4235	6353	8471	12706
5" x 5" x 5/16"	8366 N-m	5965	8947	11929	17894

B) Conductor: # 1/0 (6/1) ACSR
 Tensión: 6429 N (33%)
 Carga del viento: 4.35628 N/m

Estructuras según NRECA	Esfuerzo del ensamble	VANO DE VIENTO (m)								
		60	75	90	105	120	135	150	165	180
GRADO DE CONSTRUCCION B		ANGULO MAXIMO (°)								
A1, B1, C1 (15°)	2224 N	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A2, B2, C2 (30°)	4448 N	22	21	20	19	18	17	16	15	†
GRADO DE CONSTRUCCION C										
A1, B1, C1 (15°)	2224 N	13	12	11	10	9	8	7	6	5
A2, B2, C2 (30°)	4448 N	30	29	28	27	26	25	24	23	22

C) Conductor: # 4/0 (6/1) ACSR
 Tensión: 11881 N
 Carga de viento: 6.163 N/m

Estructuras según NRECA	Esfuerzo del ensamble	VANO DE VIENTO (m)								
		60	75	90	105	120	135	150	165	180
GRADO DE CONSTRUCCION B		ANGULO MAXIMO (°)								
A1, B1, C1 (15°)	2224 N	4	3	2	1.6	0.80	†	†	†	†
A2, B2, C2 (30°)	4448 N	11	10	9	8.7	8	7	6	5	4.7
GRADO DE CONSTRUCCION C										
A1, B1, C1 (15°)	2224 N	6	5	4.7	4	3	2	1	0.8	0
A2, B2, C2 (30°)	4448 N	15	14.8	14	13	12	11.7	10.9	10	9

* Ensamblaje inadecuado

TABLA 4.11
RETENIDAS PARA CONDUCTORES # 2 ACSR Y TRIPLEX

(Usa la relación 1:1 cuando sea posible)

Número de Hilos y Tipo de Conductor	---	2	x	ACSR 2		
Cable de Retenida	---			5/16"	-	Siemens Martin
Número y Fuerza de Rotura del Cable(s)		1		24800	N	
Fuerza de Rotura de la Retenida		Gug		24800	N	
Fuerza de Retención de la Ancla		Gua		26700	N	
Tensión de Diseño del Conductor		Tc		4437	N	
Longitud del Vano Regulador		Sh		135	m	
Carga de Viento		Wp		430	Pa	
Carga de Viento en el Conductor		Wc		3.453	N•m	
		Tamaño de Postes (m)				
		7.6		9.1	10.6	12.1 14
		Distancia Preferida (m)				
1:1 (relación)		5.64		6.99	8.34	9.69 11.4
		Distancia Mínima (m)				
Angulo (°)						
1		1.2		1.2	1.2	1.5 1.8
3		1.2		1.2	1.4	1.6 2.0
5		1.2		1.3	1.5	1.8 2.2
10		1.2		1.5	1.9	2.2 2.6
15		1.5		1.8	2.2	2.6 3.1
20		1.7		2.1	2.6	3.0 3.6
25		2.0		2.4	2.9	3.5 4.1
30		2.2		2.8	3.3	3.9 4.6
45		3.0		3.8	4.5	5.3 6.3
60		3.9		4.9	5.9	6.9 8.2
Remate (Lga)		3.0		3.7	4.4	5.1 6.0

- Distancia horizontal entre el poste y la salida de la varilla -
Estructuras Tipo - A1, A2, A3, A4, etc.

La tabla incluye una tolerancia de .15 metros

** - Requiere más retenidas

Factor Seguridad para Retenidas	Fg	0.9
Factor de Sobrecarga - NESC para tensión	Fot	1.15
Factor de Sobrecarga - NESC para viento	Fow	2

(Usa la relación 1:1 cuando sea posible)

Número de Hilos y Tipo de Conductor --->	3 x ACSR 2
Cable de Retenida ---->	5/16" - Siemens Martin
Número y Fuerza de Rotura del Cable(s)	1 24800 N
Fuerza de Rotura de la Retenida	Gug 24800 N
Fuerza de Retención de la Ancla	Gua 26700 N
Tensión de Diseño del Conductor	Tc 4437 N
Longitud del Vano Regulador	Sh 135 m
Carga de Viento	Wp 430 Pa
Carga de Viento en el Conductor	Wc 3.453 N•m

	Tamaño de Postes (m)				
	7.6	9.1	10.6	12.1	14
	Distancia Preferida (m)				
1:1 (relación)	5.64	6.99	8.34	9.69	11.4
	Distancia Mínima (m)				
Angulo (°)					
1	1.2	1.4	1.6	1.9	2.3
3	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6
5	1.4	1.7	2.1	2.4	2.9
10	1.7	2.2	2.6	3.1	3.7
15	2.1	2.6	3.2	3.7	4.5
20	2.5	3.1	3.8	4.4	5.3
25	3.0	3.7	4.4	5.2	6.2
30	3.4	4.3	5.1	6.0	7.2
45	5.2	6.5	7.8	9.2	11.0
60	**	**	**	**	**
Remate (Lga)	5.5	6.7	8.0	9.3	10.9

- Distancia horizontal entre el poste y la salida de la varilla -
Estructuras Tipo - C1, C2, C7, C8

La tabla incluye una tolerancia de .15 metros

** - Requiere más retenidas

Factor Seguridad para Retenidas	Fg	0.9
Factor de Sobrecarga - NESC para tensión	Fot	1.15
Factor de Sobrecarga - NESC para viento	Fow	2

Tabla de Retenidas
(Usa la relación 1:1 cuando sea posible)

Número de Hilos y Tipo de Conductor --->	4 x ACSF 2
Cable de Retenida ---->	5/16" - Siemens Martin
Número y Fuerza de Rotura del Cable(s)	1 24800 N
Fuerza de Rotura de la Retenida	Gug 24800 N
Fuerza de Retención de la Ancla	Gua 26700 N
Tensión de Diseño del Conductor	Tc 4437 N
Longitud del Vano Regulador	Sh 135 m
Carga de Viento	Wp 430 Pa
Carga de Viento en el Conductor	Wc 3.453 N*m

	Tamaño de Postes (m)				
	7.6	9.1	10.6	12.1	14
	Distancia Preferida (m)				
1:1 (relación)	5.64	6.99	8.34	9.69	11.4
	Distancia Mínima (m)				
Ángulo (°)					
1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.9
3	1.6	2.0	2.4	2.8	3.3
5	1.8	2.2	2.7	3.1	3.7
10	2.4	2.9	3.5	4.1	4.9
15	3.0	3.7	4.4	5.1	6.1
20	3.6	4.5	5.4	6.3	7.5
25	4.4	5.5	6.6	7.7	9.1
30	5.4	6.7	8.0	9.4	11.2
45	..	..	..	..	..
60	..	..	..	..	..

Remate (Lga)

- Distancia horizontal entre el poste y la salida de la varilla -

Estructuras Tipo - C1, C2, C7, C8

La tabla incluye una tolerancia de .15 metros

** - Requiere más retenidas

Factor Seguridad para Retenidas	Fg	0.9
Factor de Sobrecarga - NESC para tensión	Fot	1.15
Factor de Sobrecarga - NESC para viento	Fow	2

(Usa la relación 1:1 cuando sea posible)

Número de Hilos y Tipo de Conductor --->	1 x Triplex 2				
Cable de Retenida ---->	5/16" - Siemens Martin				
Número y Fuerza de Rotura del Cable(s)	1	24800 N			
Fuerza de Rotura de la Retenida	Gug	24800 N			
Fuerza de Retención de la Ancla	Gua	26700 N			
Tensión de Diseño del Conductor	Tc	4437 N			
Longitud del Vano Regulador	Sh	135 m			
Carga de Viento	Wp	430 Pa			
Carga de Viento en el Conductor	Wc	8.68 N•m			
		Tamaño de Postes (m)			
	7.6	9.1	10.6	12.1	14
		Distancia Preferida (m)			
1:1 (relación)	5.64	6.99	8.34	9.69	11.4
		Distancia Mínima (m)			
Angulo (°)					
1	1.2	1.2	1.4	1.7	2.0
3	1.2	1.3	1.5	1.8	2.1
5	1.2	1.3	1.6	1.9	2.2
10	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5
15	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7
20	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0
25	1.6	1.9	2.3	2.7	3.2
30	1.7	2.1	2.5	2.9	3.5
45	2.1	2.5	3.0	3.5	4.2
60	2.4	3.0	3.5	4.1	4.9
Remate (Lga)	1.6	1.9	2.2	2.5	3.0

- Distancia horizontal entre el poste y la salida de la varilla -
Estructuras Tipo - J1, J2, J3, etc.

La tabla incluye una tolerancia de .15 metros

** - Requiere más retenidas

Factor Seguridad para Retenidas	Fg	0.9
Factor de Sobrecarga.- NESC para tensión	Fot	1.15
Factor de Sobrecarga - NESC para viento	Fow	2

TABLA 4.12
SUMA DE VANOS ADYACENTES

ALLOWABLE SUM-OF-ADJACENT SPANS
(Revision 1.10)

Pole Ht.	WOCF = 2.50		GRADE B IRONMIGON			
	TOCF = 1.65		CLASE DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	462	334	206	0
10.6	0	0	452	323	195	0
12.0	0	0	442	313	185	
13.7	0	0	429	300	172	
15.0	0	0	418	290		
16.7	0	0	404			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			30 METERS for each			1.00

Pole Ht.	WOCF = 2.40		GRADE C IRONMIGON			
	TOCF = 1.47		CLASE DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	484	350	217	0
10.6	0	0	473	339	206	0
12.0	0	0	463	329	196	
13.7	0	0	450	316	183	
15.0	0	0	440	306		
16.7	0	0	425			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			28 METERS for each			1.00

Pole Ht.	WOCF = 2.20		GRADE C IRONMIGON			
	TOCF = 1.10		CLASE DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	532	386	241	0
10.6	0	0	521	376	230	0
12.0	0	0	512	366	220	
13.7	0	0	499	353	207	
15.0	0	0	488	342		
16.7	0	0	474			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			23 METERS for each			1.00

Circuit	No. 1	No. 2	No. 3
Phase Description :	#2 ACSR		
Phase Tension, N :	4500		
Neutral Description :	#2 ACSR		0
Neutral Tension, N :	4500		
Type of Construction :	3 FASE #2 CON #2 NEUTRO		
	3 Phase	430 Pa wind	0 mm. radial

For tensions other than those shown above, multiply the SAS reduction by the ratio of the largest phase conductor tensions.

ALLOWABLE SUM - OF - ADJACENT SPANS
(Revision 1.10)

WOCF = 2.50
TOCF = 1.65

GRADE B BORMIGON
CLASE DE POSTE

Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	384	278	171	0
10.6	0	0	376	269	162	0
12.0	0	0	368	261	154	
13.7	0	0	357	250	143	
15.0	0	0	349	242		
16.7	0	0	337			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			34 METERS for each			1.00

WOCF = 2.40
TOCF = 1.47

GRADE C BORMIGON
CLASE DE POSTE

Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	402	291	180	0
10.6	0	0	393	282	171	0
12.0	0	0	385	274	163	
13.7	0	0	375	264	152	
15.0	0	0	366	255		
16.7	0	0	355			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			32 METERS for each			1.00

WOCF = 2.20
TOCF = 1.10

GRADE C BORMIGON
CLASE DE POSTE

Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	442	321	200	0
10.6	0	0	434	313	191	0
12.0	0	0	426	304	183	
13.7	0	0	416	294	172	
15.0	0	0	407	285		
16.7	0	0	395			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			26 METERS for each			1.00

Circuit	No. 1	No. 2	No. 3
Phase Description :	#1/0 ACSR		
Phase Tension, N :	6600		
Neutral Description :	#2 ACSR		0
Neutral Tension, N :	4500		
Type of Construction :	3 FASE #1/0 CON #2 NEUTRO		
	3 Phase	430 Pa wind	0 mm. radial ice

For tensions other than those shown above, multiply the SAS reduction by the ratio of the largest phase conductor tensions.

ALLOWABLE SUM - OF - ADJACENT SPANS
(Revision 1.10)

WOCP =	2.50		GRADE B CONCRETE			
TOCF =	1.65		CLASSE DE POSTE			
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	277	200	123	0
10.6	0	0	271	194	117	0
12.0	0	0	265	188	111	
13.7	0	0	258	181	103	
15.0	0	0	252	174		
16.7	0	0	243			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			44 METERS for each			1.00

WOCP =	2.40		GRADE C CONCRETE			
TOCF =	1.47		CLASSE DE POSTE			
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	290	210	130	0
10.6	0	0	284	204	123	0
12.0	0	0	278	198	118	
13.7	0	0	271	190	110	
15.0	0	0	265	184		
16.7	0	0	256			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			41 METERS for each			1.00

WOCP =	2.20		GRADE C CONCRETE			
TOCF =	1.10		CLASSE DE POSTE			
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	319	232	144	0
10.6	0	0	313	226	138	0
12.0	0	0	307	220	132	
13.7	0	0	300	212	124	
15.0	0	0	294	206		
16.7	0	0	285			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			34 METERS for each			1.00

Circuit	No. 1	No. 2	No. 3
Phase Description :	#4/0 ACSR		
Phase Tension, N :	12300		
Neutral Description :	#1/0 ACSR		0
Neutral Tension, N :	6600		
Type of Construction :	3 PHASE #4/0 CON #1/0 NEUTRO		
	3 Phase	430 Pa wind	0 mm. radial ice

For tensions other than those shown above, multiply the SAS reduction by the ratio of the largest phase conductor tensions.

ALLOWABLE SUM-OF-ADJACENT SPANS
(Revision 1.10)

Pole Ht.	GRADE		BIRMINGHAM			
	CLASSE		DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	945	683	421	0
10.6	0	0	920	659	397	0
12.0	0	0	897	636	376	
13.7	0	0	869	609	348	
15.0	0	0	847	587		
16.7	0	0	817			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			30 METERS for each			1.00

Pole Ht.	GRADE		CHICAGO			
	CLASSE		DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	989	716	443	0
10.6	0	0	963	691	419	0
12.0	0	0	941	669	397	
13.7	0	0	913	641	370	
15.0	0	0	890	619		
16.7	0	0	860			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			28 METERS for each			1.00

Pole Ht.	GRADE		CHICAGO			
	CLASSE		DE POSTE			
	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	1088	790	493	0
10.6	0	0	1062	765	468	0
12.0	0	0	1040	743	447	
13.7	0	0	1011	715	419	
15.0	0	0	989	693		
16.7	0	0	958			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			23 METERS for each			1.00

Circuit	No. 1	No. 2	No. 3
Phase Description :	#2 ACSR		
Phase Tension, N :	4500		
Neutral Description :	#2 ACSR		0
Neutral Tension, N :	4500		
Type of Construction :	1 FASE #2 CON #2 NEUTRO		
	1 Phase	430 Pa wind	0 mm. radial

For tensions other than those shown above, multiply the SAS reduction by the ratio of the largest phase conductor tensions.

ALLOWABLE SUM-OF-ADJACENT SPANS
(Revision 1.10)

WOCF =	2.50	GRADE B CONCRETE				
TOCF =	1.65	CLASE DE POSTE				
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	750	542	334	0
10.6	0	0	730	523	315	0
12.0	0	0	712	505	298	
13.7	0	0	690	483	277	
15.0	0	0	672	466		
16.7	0	0	648			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			35 METERS for each			1.00

WOCF =	2.40	GRADE C CONCRETE				
TOCF =	1.47	CLASE DE POSTE				
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	785	568	352	0
10.6	0	0	765	549	333	0
12.0	0	0	747	531	316	
13.7	0	0	725	509	294	
15.0	0	0	707	492		
16.7	0	0	683			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			32 METERS for each			1.00

WOCF =	2.20	GRADE C CONCRETE				
TOCF =	1.10	CLASE DE POSTE				
Pole Ht.	2	3	1000	750	500	300
9.0	0	0	864	628	391	0
10.6	0	0	843	608	372	0
12.0	0	0	825	590	355	
13.7	0	0	803	568	333	
15.0	0	0	785	550		
16.7	0	0	761			
Reduce allowable SAS by degrees of line angle.			26 METERS for each			1.00

Circuit	No. 1	No. 2	No. 3
Phase Description :	#1/0 ACSR		
Phase Tension, N :	6600		
Neutral Description :	#1/0 ACSR		0
Neutral Tension, N :	6600		
Type of Construction :	1 FASE, #1/0 CON #1/0 NEUTRO		
	1 Phase	430 Pa wind	0 mm. radial ice

For tensions other than those shown above, multiply the SAS reduction by the ratio of the largest phase conductor tensions.

CONCLUSIONES DEL CAPITULO IV

El uso de tablas para el diseño de líneas de distribución nos asegura que las decisiones que se tomen tienen como base la aplicación de la ingeniería en el diseño, por que los valores que contienen las tablas tienen como fundamento el análisis mecánico sobre los elementos.

Al usar las tablas de estaqueo para diseñar líneas, se están cubriendo los requerimientos de libramientos, como de resistencia mecánica de los apoyos.

Al analizar la gráfica 4.1 para un crucero de 2.03 m de longitud, el valor de vano máximo para estructura de dos fase es de 550m. Y de 275m para una estructura de tres fases.

Algunas de las tablas involucradas en el diseño de líneas tienen como base el análisis de resistencia mecánica de los elementos de la línea. Es por eso que los valores que aparecen en dicha tabla son valores máximos permisibles.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

1. National Electrical Safety Code (NESC), ANSI C2-1993
Publicado por Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc. Agosto 3, 1992.
2. Mechanical Desing Manual for Overhead Distribution Lines.
REA Bolletin 160-2. Rural Electrification Administration
U. S. Department of Agriculture.
3. Manual de Especificaciones para Líneas de Distribución.
NRECA, El Salvador 1995.
4. Gere-Timoshenko. Mecánica de materiales.
Segunda edición.

CAPITULO V

MODELO DE DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION

En este capítulo se presenta un ejemplo de diseño de líneas de distribución, con el objetivo de observar la aplicabilidad del contenido de este manual. Desde la definición de los criterios de diseño hasta la determinación de cada punto de la línea basados en la aplicación de tablas de estaqueo, como las demás tablas que auxilian en el diseño presentadas en el capítulo anterior.

En el ejemplo de diseño de línea que se presenta, se ha tratado de incluir diversas situaciones a las que se enfrenta comúnmente el diseñador en el campo.

5.1 DEFINICION DE CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios de diseño a utilizar son los definidos en el capítulo II de este manual.

a) Criterios de Seguridad

- LIBRAMIENTOS: Las tablas 4.1 de libramiento serán consultadas para cumplir con las normas NESC. Al usar las tablas de estaqueo se están cumpliendo los libramientos mínimos establecidos por el NESC.

- CLASE DE POSTE: Se usarán postes de concreto, clase 500, de 7.6m (25) y 9.1m(30) para líneas secundarias, y 10.6m (35) para línea primaria.

- RESISTENCIA MECANICA DE LOS ELEMENTOS DE LA LINEA:

Se usarán las estructuras definidas en el "Manual de especificaciones para líneas de distribución" emitido por NRECA. Los elementos de estas estructuras están detallados en ese manual y existe coordinación en su resistencia para cubrir los requerimientos de seguridad.

b) Criterios de Calidad de Servicio

La definición de estos criterios corresponde a las compañías distribuidoras de energía.

c) Criterios Económicos

Se establecerá la ruta de línea más económica sin perjudicar

la calidad técnica de la línea. Se escogerá el calibre del conductor que menos pérdidas provoque en la línea.

5.2 EJEMPLO DE DISEÑO DE LINEAS DE DISTRIBUCION

Después de definidos los criterios de diseño para este ejemplo, es necesario identificar la clase de usuario y el tipo de carga que se tiene.

La clase de usuario es residencial en una zona rural con posibilidades de expansión. Con este dato establecemos que la línea a diseñar es monofásica con calibre #2 ACSR en el primario y #2 Triplex en el secundario.

La cantidad de usuarios actuales son: 15 en la sección 1, y 13 en la sección 2. Estos valores son útiles para determinar la capacidad de los transformadores a instalar. En nuestro ejemplo la capacidad será de 15 KVA, que es el máximo valor de capacidad que sugiere la tabla 5.1 para 15 usuarios.

5.2.1 RUTA SUGERIDA DE LA LINEA

En la figura 5.1 se presenta la ruta sugerida para el diseño de la línea. En esta figura solo se especifica el recorrido de la línea de distribución existente y los tramos donde se desea instalar la línea.

5.2.2 ESTAQUEO DE LA LINEA

Con la ayuda de hojas de estaqueo se divide la línea en tramos. En cada tramo, el ingeniero inicia el diseño de la línea con la determinación de los puntos de control; que son inicio o final de línea, puntos donde existen ángulos de línea o donde se instalará un transformador.

Descripción de los puntos de la línea

SECCION 1.

Hoja de estaqueo # 1

En este tramo todos los postes son para línea secundaria. Se determinan los puntos de control (PC), CA1 y CA4 por que son poste con ángulo de línea y fin de línea. Para determinar

los puntos intermedios entre los PC, con ayuda de la tabla de estaqueo para conductor #2 Triplex con vano regulador de 70m y altura de poste 8m, se encuentra que el vano a nivel tiene un valor de 58m. El tramo entre CA1 y CA4 es de 162m, se puede hacer una distribución de dos postes entre los dos PC y los vanos no sobrepasan el valor sugerido por la tabla.

- CA1 :Poste para línea secundaria. Por existir línea telefónica a 5.6m de altura, este poste debe ser de 9.1m de altura y así cubrir el libramiento básico según NESC.
- CA4 :PC por ser fin de línea, poste de 7.6m para línea secundaria.
- CA3 :Poste de 7.6 para línea secundaria.
- CA2 :Poste de 9.1m para línea secundaria. Se usa esta altura de poste por que existe una depresión de 1.4m a medio vano entre CA1 y CA3, y el promedio de los factores de levantamiento que aparece en la tabla de estaqueo para los vanos entre CA1 y CA2 (58m) y entre CA2 y CA3 (51m) es de 1.3m. Como el factor de levantamiento es menor que el desnivel, existirá levantamiento si la altura del poste es de 7.6m, por lo que la altura del poste debe ser mayor.

Hoja de estaqueo # 2

En este tramo todos los postes son de 10.6m de altura existentes con línea primaria y solo se instalará la línea secundaria. Primero se comprueba que los vanos existentes para la línea primaria no sea mayor que el permitido para la línea secundaria, para ello se busca en la tabla de estaqueo primario con #2 Triplex con vano regulador de 70m. el valor de vano a nivel, el cual esta entre 90 y 95m. Los valores de los vanos existentes son de 72m y 85m. No existe problema con la longitud de vanos.

- CA5 :Poste existente con fin de línea secundaria. Se coloca una retenida para rematar la línea, por la existencia de un árbol la máxima distancia entre el poste y la salida de la varilla es de 3m. Se lee el valor de mínima distancia para remate desde la tabla de retenida para un conductor #2 Triplex, que es de 2.2m. El valor de 3m es apropiado.
- CA6 :Poste existente de estructura tangente.
- CA7 :Poste existente con línea primaria existente y derivación en la línea secundaria, por lo que se debe instalar una retenida de remate.

Hoja de estaqueo #3

Tramo con postes existentes y retenidas existentes a 5m. Ningún valor de vano sobrepasa el valor permitido por la tabla de estaqueo. En este tramo se debe comprobar si la retenida existente soporta la estructura con la adición de la línea secundaria. Para ello se usa la tabla de retenidas de 4 x 2 ACSR para postes de 10.6m de altura.

- CA8 :Con el ángulo de línea de 6° que se forma en este punto se busca en la tabla de retenida el valor de distancia mínima entre el poste y la salida de la varilla (L_{ga}), el cual es de 2.9m. La retenida existente a 5m es suficiente para soportar las tensiones en este punto.
- CA9 :Existe un ángulo de línea de 22° , la distancia L_{ga} es de 5.8m, que es mayor que la distancia a la cual se encuentra la retenida existente. La estructura necesita una retenida más, la que se debe colocar a 4m.
- CA10:Existe un ángulo de línea de 12° . El valor de L_{ga} es de 3.7m, la retenida existente es suficiente para soportar las tensiones de ese punto.

Hoja de estaqueo #4

En este tramo se define el fin de línea secundaria de esta sección.

- CA11:Poste secundario de 7.6m de altura. Es necesario la colocación de este poste para poder servirle energía al usuario 12.
- CA12:Poste y retenida existente con ángulo de línea de 5° .
- CA14:Poste de 7.6m, fin de línea secundaria. Sobre este punto pasa una línea privada de 7.5m de altura. Con la altura de poste de 7.6m se cubren los libramientos básicos.
- CA13:Poste de 7.6m. Como el terreno es a nivel, la colocación de este poste se determina con la ayuda de la tabla de estaqueo.

SECCION 2

Hoja de estaqueo #5

- CA15:Poste existente que sirve de fuente para esta sección. La derivación primaria tiene un ángulo de 54° , es necesario colocar una retenida de remate para la derivación primaria.
- CA17:Poste primario de 10.6m de altura, es un punto de control por la línea cambia de dirección, existe un ángulo de línea de 57° .

CA16: Es necesario colocar este poste por que la distancia entre CA15 y CA17 es 162m y el vano a nivel según la tabla de estaqueo para primario con conductor #2 ACSR es de 150m.

Hoja de estaqueo #6

CA19: Se define un punto de control por que ahí existe cambio en la dirección de línea, se da un ángulo de línea de 36° . Se coloca dos retenidas, una en la bisectriz de la línea primaria a una distancia de 4m y otra que remata la línea secundaria a 3m.

CA18: Poste de 10.6m de altura. Por la hondonada que existe entre CA17 y CA18, el vano es de 256m. Como la tabla de estaqueo no proporciona valores de vano para este desnivel, nos auxiliaremos de las otras tablas. Primero comprobamos en la gráfica 4.3 que para un vano de 256m la separación mínima vertical debe ser casi de 4m, y en las estructuras A1 la separación es de 1.62m, por lo que es necesario usar una estructura A9, con esta estructura se cubren los libramientos básicos. El vano entre CA18 y CA19 es de 170m por que existe una depresión de 1m. La estructura CA18 esta sometida a un vano de viento grande, por lo que es necesario comparar la suma de vanos adyacentes ($256+170=426$) con el valor presentado en la tabla que es de 419m como el valor es mayor que el de la tabla es necesario colocar retenidas laterales.

Hoja de estaqueo #7

En este tramo existen dos puntos de control CA19 (definido en la hoja de estaqueo #6) y CA23 que es fin de línea secundaria. La distancia entre CA19 y CA23 es de 190m, es necesario colocar tres postes entre los dos puntos de control por que el vano a nivel según la tabla de estaqueo del conductor #2 Triplex es 57m.

CA23: Poste de 7.6m de altura. este punto es fin de línea secundaria de esta sección. Se instala una retenida de remate a 4m.

CA20: Poste primario de 10.6m de altura.

CA21: Poste primario de 10.6m de altura, en este punto se remata la línea primaria y se debe instalar una retenida.

CA22: Poste secundario de 7.6m de altura.

Tabla 5.1 Selección de Capacidad del transformador

CANTIDAD DE USUARIOS	KWH / mes / usuario				
	50	75	100	125	150
5	5	5	5	10	10
10	5	10	10	10	10
15	5	10	10	15	15
20	10	15	15	15	25
30	10	15	25	25	25
40	15	25	25	25	37.5
50	15	25	37.5	37.5	50
75	25	37.5	50	50	75
100	25	37.5	50	75	75

Referencia REA Bulletin 45-2, Demand Tables.

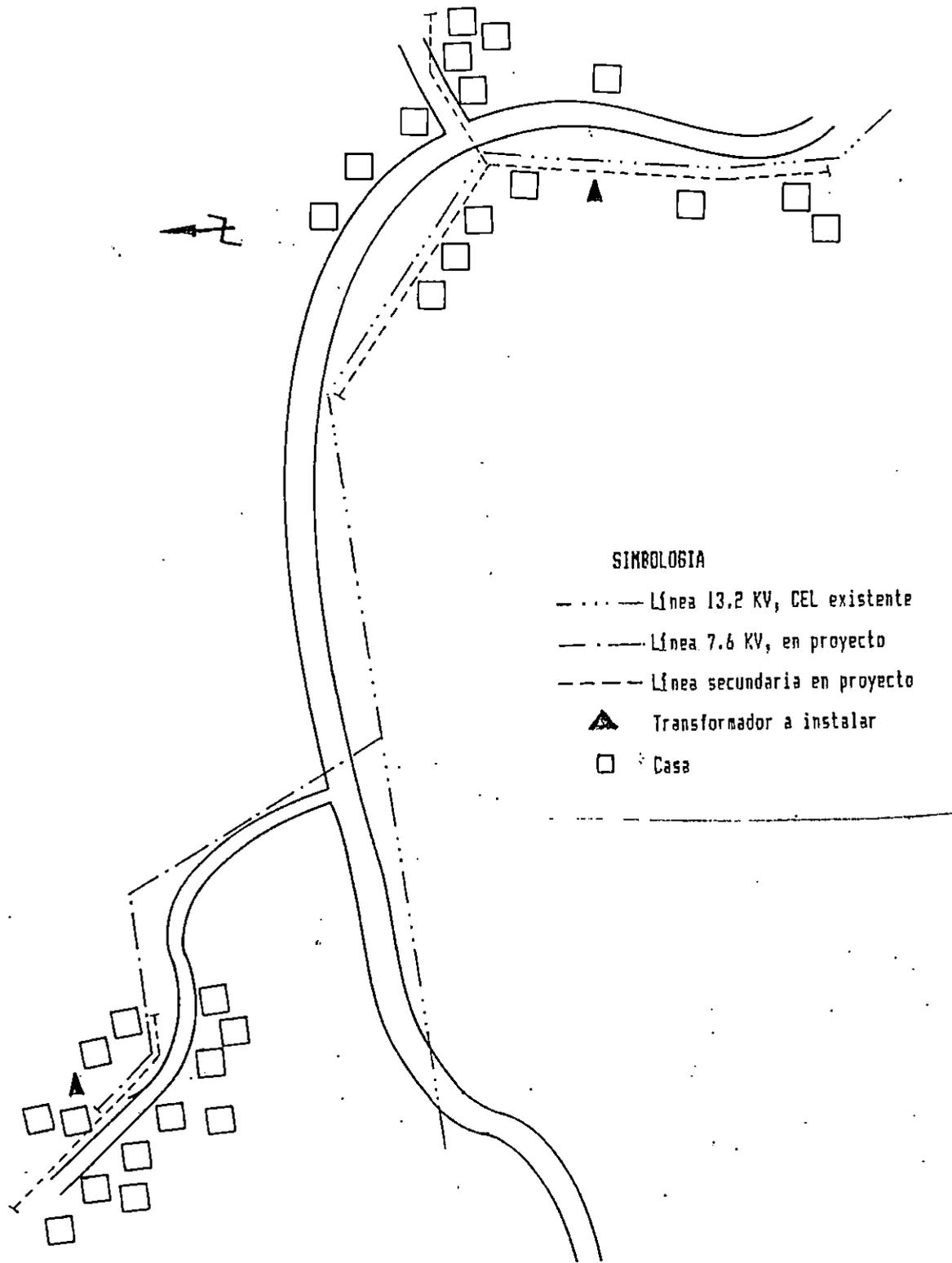


Fig. 5.1 RUTA SUGERIDA DE LA LINEA

HOJAS DE ESTAQUEO DEL EJEMPLO DE DISEÑO DE
LINEAS DE DISTRIBUCION.

SIMBOLOGIA

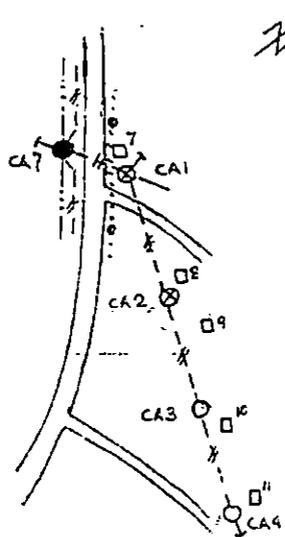
- Poste de 10.6m (35) existente de CEL
- Poste de 10.6m (35) a instalar
- ⊗ Poste de 9.1m (30) a instalar
- Poste de 7.6m (25) a instalar
- ⊙ Poste de ANTEL
- ⊖ Poste de 9.1m (30) privado existente
- Línea CEL 13.2/7.6 KV existente
- Línea privada 7.6 KV
-Línea de ANTEL
- Línea primaria 7.6 KV a instalar
- //-- Línea secundaria con triplex a instalar
- Retenida
- Usuario
- ▲ Transformador
- ~~~~~~~~~ Hondonada
- * Arbol

NRECA HOJA DE ESTAQUEO

PROYECTO: _____

JURISDICCION: _____

CIRCUITO	LINEA	POSTES	PRIMARIA	SECUNDARIA	ACOMETIDA	CONDUCT TIERRA	RETENIDAS	ANCLAJE	UNIDAD	DEFO	OBSERVACIONES								
MAPA N°	Punto	Tamaño	Vano	Vano	Cal.	E	F	MISC.	VIA										
HOJA N°	N°	Clase	Angulo	Anter.	Unidad	Anter.	Cant	Unidad	Vano	Cant	Unidad	Tipo	M-2	Cant	unidad	Mts.	Cant	Unidad	Unidad



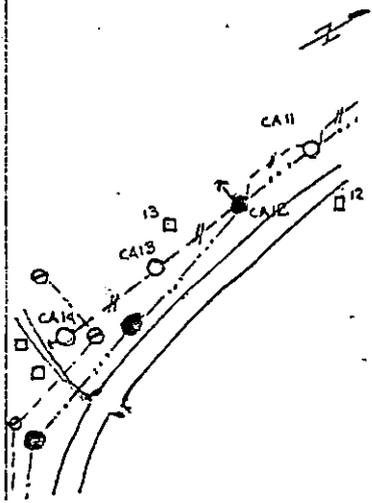
CA1	9.1a	39°D		34 m	1	J7		TPX2		1	EI-2	5		1	F1-1				-Se cruza línea Telefonica que Tiene 5.6m de Alt.
CA2	9.1a			58 m	1	J1		TPX2											- Se encuentra a un desnivel de 1 Am.
CA3	7.6a			51 m	1	J1		TPX2											
CA4	7.10a			53 m	1	J7		TPX2		1	EI-2	5		1	F1-1				

NRECA HOJA DE ESTAQUEO

PROYECTO: _____

JURISDICCION: _____

CIRCUITO.....LINEA.....	POSTES	PRIMARIA	SECUNDARIA	ACOMETIDA	CONDUCT TIERRA	RETENIDAS	ANCLAJE	UNIDAD	DEF-D	OBSERVACIONES				
MAPA N°.....	Punto	Tamaño	Vano	Vano	Cal.	E	F	MISC.	VIA					
HOJA N° 4 de 7.....	N°	Clase	Angulo	Anter.	Unidad Anter.	Cant	Unidad Vano	Cant	Unidad	Mts.	Cant	Unidad	Unidad	RM-20
	CA11	7.6			50m	1	J1		TPx2					
	CA12	10.0	5° I	Existente	50m	1	J2		TPx2					- Retenidas existente
	CA13	7.6			50m	1	J1		TPx2					
	CA14	7.6			43m	1	J9		TPx2	1	E1-2	5	1	F1-1
														- Se atraviesa línea privada con 7.5m de altura.

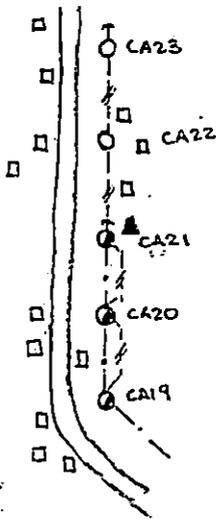


NRECA HOJA DE ESTAQUEO

PROYECTO: _____

JURISDICCION: _____

CIRCUITO	LINEA	POSTES		PRIMARIA	SECUNDARIA	ACOMETIDA	CONDUCT TIERRA	RETENIDAS	ANCLAJE	UNIDAD	DEFCHO	OBSERVACIONES						
MAPA N°		Punto	Tamaño	Vano	Vano		Cal.	E	F	MISC.	VIA							
HOJA N°	de	N°	Clase	Angulo	Anter. Unidad	Anter. Cant	Unidad Vano	Cant	Unidad	Tipo	M-2	Cant	Unidad	Mts.	Cant	Unidad	Unidad	RM-20
		CA20	10.6		50m A1	50m	1	J1		ACSR 2 TPX 2								
		CA21	10.6		50m A1	50m	1	J1		ACSR 2 TPX 2	M210	1	E1-2	6	1	F1-1	6105	- se instala un Trayo de 15KV
		CA22	7.6			48m	1	J1		TPX 2								
		CA23	7.6			42m	1	J9		TPX 2		1	E1-2	4	1	F1-1		

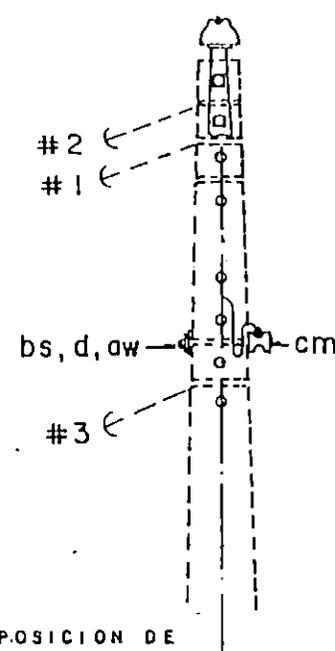
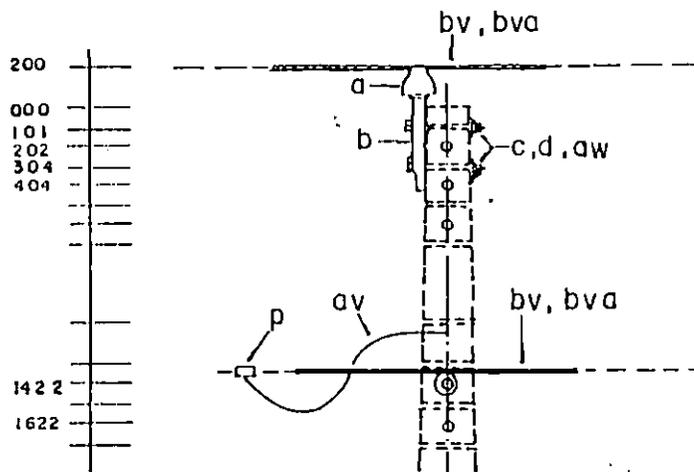
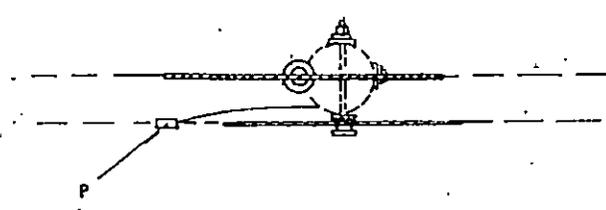


CONCLUSIONES DEL CAPITULO V

Las tablas y ecuaciones del capitulo anterior son aplicables a cualquier situación que se pueda presentar en el campo en un determinado proyecto de electrificación.

ANEXOS

ANEXO A
ESPECIFICACIONES DE ESTRUCTURAS PARA LÍNEAS DE DISTRIBUCION
(NRECA 1995)



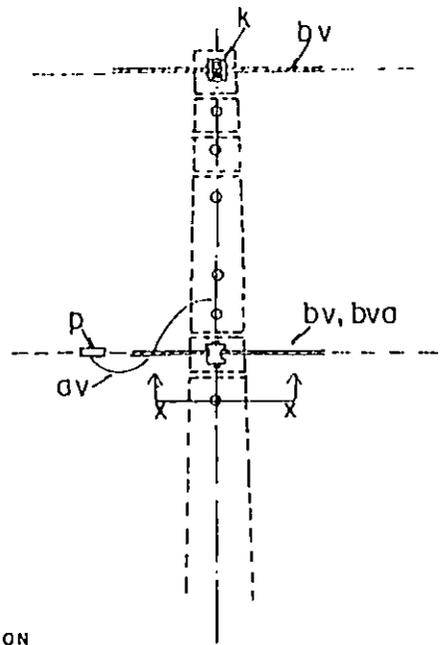
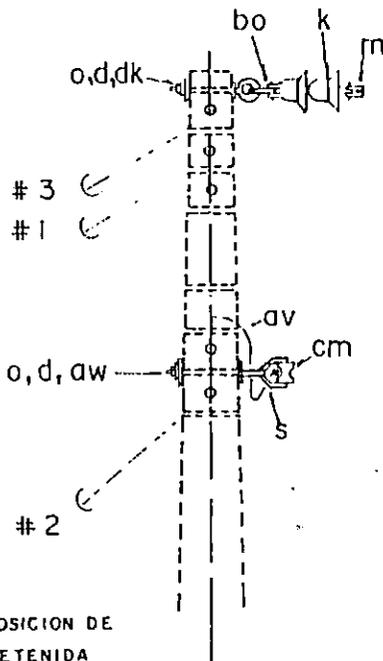
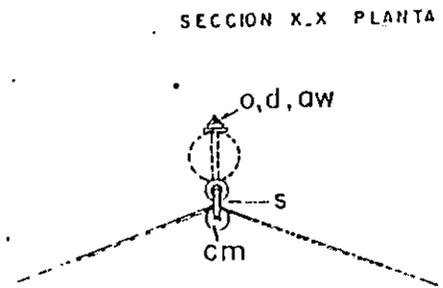
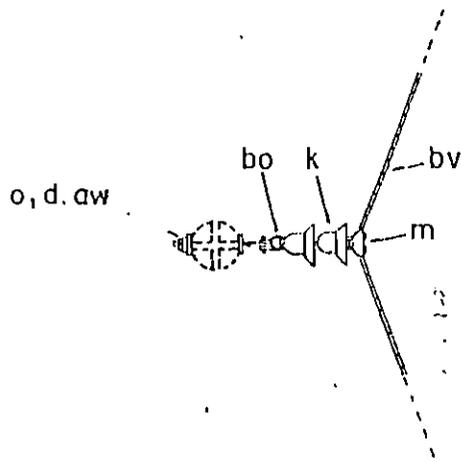
POSICION DE
RETENIDAS
(SI REQUIERE)

NOTA:
AI-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

CODIGO	ITEM	AI	AI M		CODIGO	ITEM	AI	AI M	
3422-41-13	a	1	1		5371-7X-01	bv	1	1	JGO.VARILLAS PREF.SENCILLO FASE
4561-01-20	b	1	1		5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF. SENCILLO NEUTRO
0638-05-10	c	2	2		6790-11-10	bva	2	1	AMARRADERA ALUMINIO
					0639-05-10	bs	1	1	PERNO AISLADOR CARRETE 5/8" X 10"
7101-99-41	d	3	3		3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR CARRETE 1 3/4"
7105-55-41	aw	3	3		1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO TIERRA
					1177-4X-XX	rp		2	REMATE PREFORMADO

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° max. Carga Transversal: 500 Lbs. (2,224 N) máximo por conductor.	1	1.01	14/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO SENCILLO	
	2	2.0	20/11/94		1 FASE 13.2 / 7.6 Kv.	
					Diseño:	
					Dibujó: A. I. V.	
					Revisó:	
Nº	REV.	FECHA	POR	Aprobó: M. M. <i>M.M.</i>		

AI, AIM



POSICION DE
RETENIDA
(SEGUN REQUIERE.)

NOTA:
A3-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

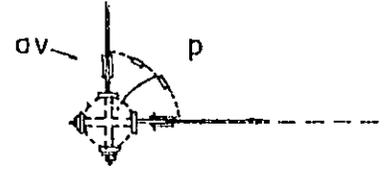
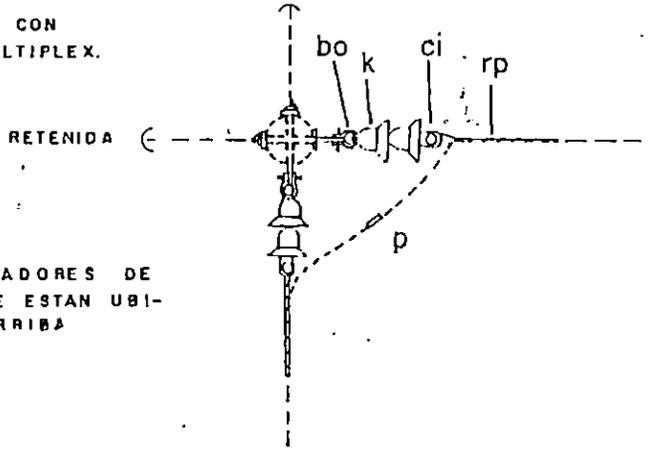
CODIGO	ITEM	A3	A3 M		CODIGO	ITEM	A3	A3 M	
3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 3"	5371-7X-02	bv	1	1	JGO.VARILLAS PREF.DOUBLE, FASE
7101-99-41	d	4	4	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	5371-7X-01	bv	1	1	JGO.VARILLAS PREF.SENCILLA, NEUTRO
0636-15-10	o	2	2	PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"	6790-11-10	bvo	1	1	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO
1174-16-89	m	1	1	GRAPA SUSPENSION ANGULAR FASE	1230-12-01	s	1	1	ESTRIBO COLGANTE PARA CARRETE
3428-10-13	k	2	2	AISLADOR SUSPENSION 6"	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA
1230-28-00	bo	1	1	GRILLETE DE ANCLAJE .9/16"	1177-4X-XX	rp	2	2	REMATE PREFORMADO
7105-55-41	aw	2	2	ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"					

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 30° a 60° max. Carga Transversal: 4,000 lbs (17,792 N) máximo por conductor.	1	101	14/4/93	NRECA
	2	2.0	20/11/94	
	N°	REV.	FECHA	POR

CONSTRUCCION VERTICAL 30° a 60°	
1 FASE 13.2 / 7.6 Kv.	
Diseño:	
Dibujo: A. I. V.	
Revisó:	
Aprobo: M. M. <i>M.M.</i>	
A3, A3M	

NOTA:
A4-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

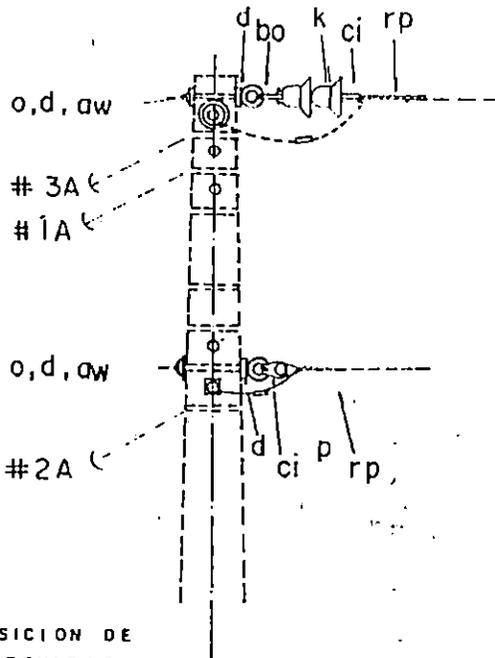
RETENIDA



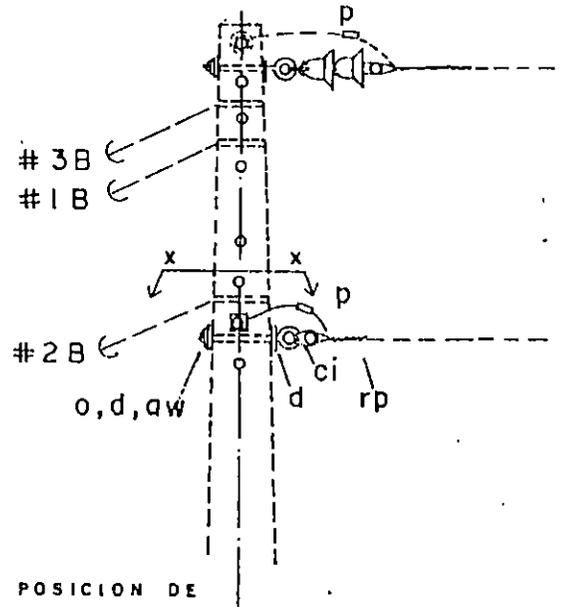
SECCION X-X
PLANTA

NOTA:
LOS AISLADORES DE
LA FUENTE ESTAN UBI-
CADOS ARRIBA

000	---
101	---
202	---
304	---
501	---
1522	---
1622	---
1722	---



POSICION DE
RETENIDAS
(SEGUN REQUIERA)



POSICION DE
RETENIDAS
(SEGUN REQUIERA)

CODIGO	ITEM	A4			CODIGO	ITEM	A4		
7101.99.41	d	8		ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	1230.15.09	ci	4		HORQUILLA(CLEVIS) DE REMATE
7105-55.41	ow	4		ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X.XX	rp	2		REMATE PREFORMADO FASE
3428.10.13	k	4		AISLADOR SUSPENSION 6"	1177-4X.XX	rp	2		REMATE PREFORMADO NEUTRO
0636.15.10	o	4		PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"					
1701.XX.XX	p	1		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERR	1701-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-NEUTRO
1701.XX.XX	p	1		CONECTOR COMPRESION FASE-FASE	1230-28-00	bo	2		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"

LIMITES DE DISEÑO:

Angulo: 60° a 120 max.

Tensión: 4000 Lbs.

(17,792 N) máximo por conductor.

1	101	14/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	
No	REV.	FECHA	POR

CONSTRUCCION VERTICAL 60° a 120°

1 FASE 13.2 / 7.6

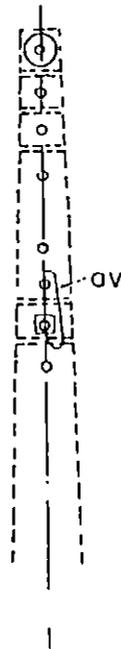
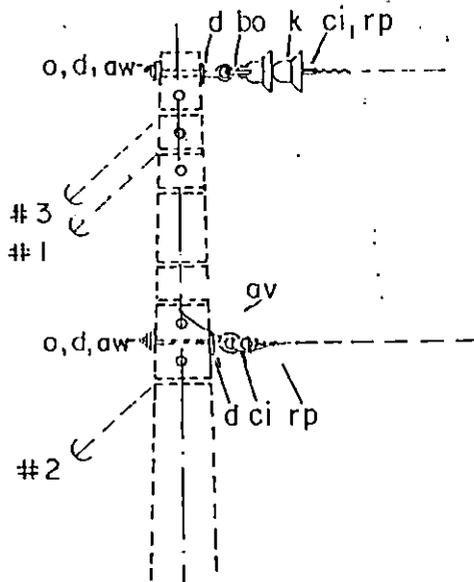
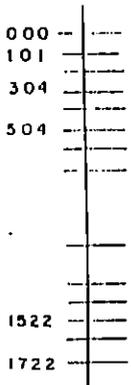
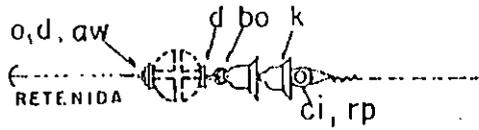
Diseño:

Dibujó: A.I.V.

Revisó:

Aprobó: M.M.

A4,



POSICION DE
RETENIDA
(SEGUN REQUIERA)

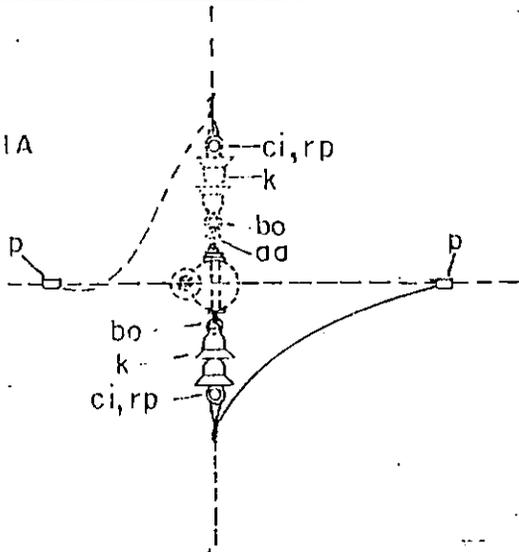
CODIGO	ITEM	A5			CODIGO	ITEM	A5		
7101-99-41	d	4		ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	1		REMATE PREFORMADO FASE
7105-55-41	ow	2		ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	1		REMATE PREFORMADO NEUTRO
3128-10-13	k	2		AISLADOR SUSPENSION 6"	1230-15-09	ci	2		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE
0636-15-10	o	2		PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"	1230-28-00	bo	1		GRILLETE DE ANCLAJE
1701-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-IERRO					

LIMITES DE DISEÑO:
Tensión: 4,000 Lbs.
(17,792 N) mximo por
conductor.

Nº	REV.	FECHA	POR
1		101	14/4/93
2		2.0	20/11/94

REMATE PRIMARIO SENCILLO
1 FASE 13.2 / 7.6 Kv.
Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Revisó:
Aprobó: M. M. *M. M.*

A5-1A



NOTA:

A5-1: PUEDE COMBINARSE CON:

A1, A1-1, A2, A2-1.

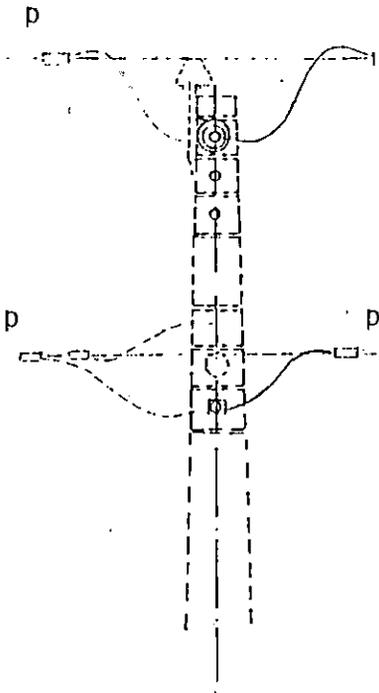
DERIVACION DE LINEA EXISTENTE.

A5-2: PUEDE COMBINARSE CON:

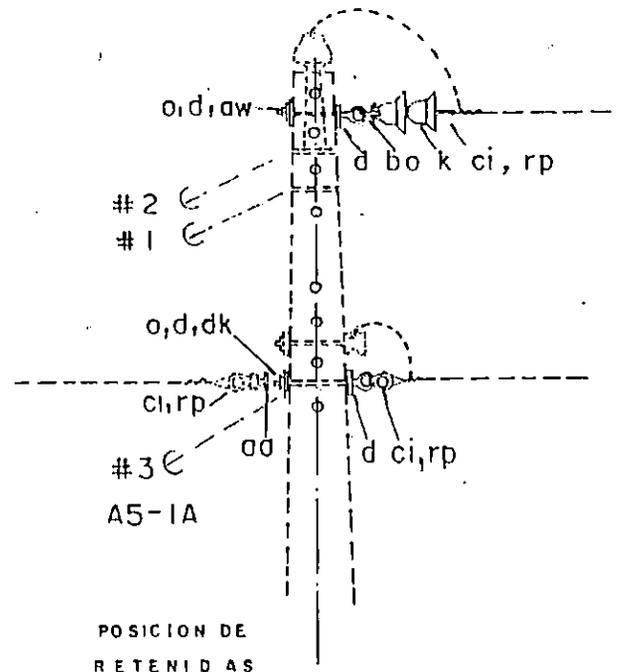
A3, A4, A5, A5-1.

DERIVACION EN PERNO EXISTENTE.

200
000
101
202
304
404
604



1422
1622



POSICION DE
RETENIDAS
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	A5-1	A5-2		CODIGO	ITEM	A5-1	A5-2	
0636-15-10	o	2		PERNO ARGOLLA 5/8" x 10"	1230-2800	bo	1	1	GRILLETE ANCLAJE 9/16"
7101-99-41	d	4		ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	3428-10-13	k	2	2	AISLADOR SUSPENSION 6"
7105-55-41	aw	2		ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	1230-15-09	cl	2	2	HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE
701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION, FASE-FASE	1177-4X-XX	rp	1	1	REMATE PREFORMADO, FASE
1701-XX-XX	p	3	3	CONECTOR COMPRESION, NEUTRO-NEUTRO	1177-4X-XX	rp	1	1	REMATE PREFORMADO, NEUTRO
1290-10-63	aa		2	TUERCA ARGOLLA CORRIENTE					

LIMITES DE DISEÑO:

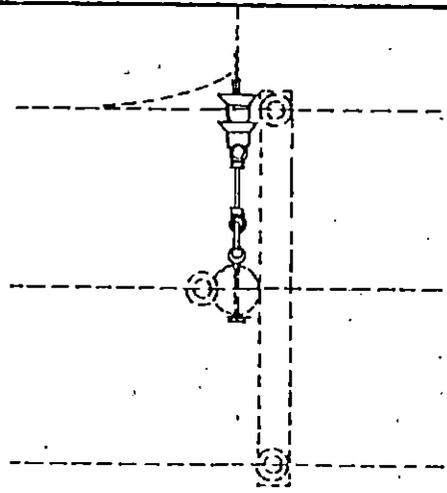
Carga Transversal: 4,000 lbs.
(17,792 N) máximo por conductor.

1	101	14/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	
Nº	REV.	FECHA	POR

DERIVACION PRIMARIA 1 FASE EN LINEA
EXISTENTE 13.2 / 7.6 Kv.

Diseño:
Dibujó: A. I. V.
Revisó:
Aprobó: M. M. *M. M.*

A5-1, A5-2

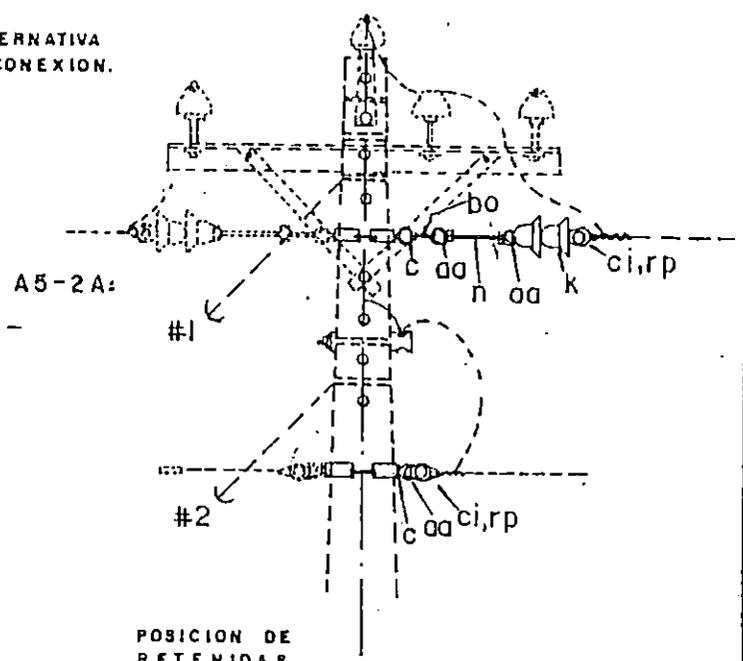
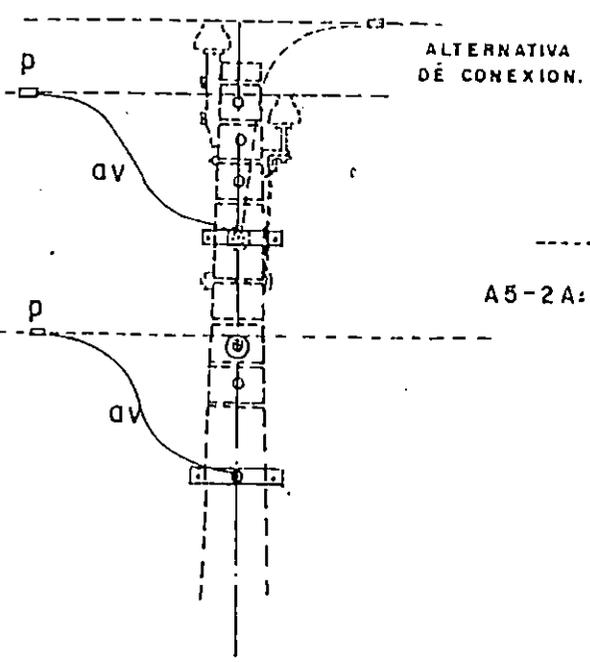


NOTA:
A5-3 : PARA USARSE CON ESTRUCTURAS EN CRUCERO:

B1, B2, B7, B8, C1, C2, C7, C8.

NOTA:
AÑADIR M5-5 PARA
CONECTAR A FASE B.

- 200
- 000
- 101
- 304
- 504
- 604
- 885
- 1113
- 1422
- 1622
- 2107

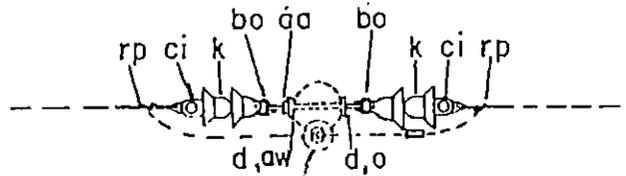
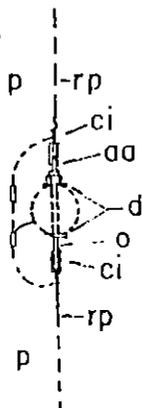


POSICION DE
RETENIDAS
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	QTY			CODIGO	ITEM	QTY		
3101-04-05	dm	1		ABRAZADERA 5" A 7"	0636-15-10	n	1		PERNO TODO-ROSCA 5/8" X 14"
3101-06-05	dm	1		ABRAZADERA 7" A 9"	1177-4X-XX	rp	1		REMATE PREFORMADO, FASE.
1230-28-00	bo	1		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"	1177-4X-XX	rp	1		REMATE PREFORMADO, NEUTRO.
0631-05-02	c	2		PERNO CARROCERIA	1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION FASE-FASE.
1230-15-09	cl	2		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE	1701-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-NEUTRO
3428-10-13	k	2		AISLADOR SUSPENSION 6"	1701-XX-XX	rp	1		CONECTOR DE COMPRESION
4290-10-63	aa	4		TUERCA ARGOLLA CORRIENTE, 5/8"					

LIMITES DE DISEÑO: Carga Transversal: 2,000lbs. (8,896 N) máxima por conductor.	1	101	14/4/93	NRECA	DERIVACION PRIMARIA 1 FASE EN LINEA
	2	2.0	20/11/94		EXISTENTE 13.2 / 7.6 Kv.
					Diseño:
					Dibujo: A. I. V.
					Revisó:
					Aprobo: M. M. <i>[Signature]</i>
	Nº REV.	FECHA	POR		A5-3

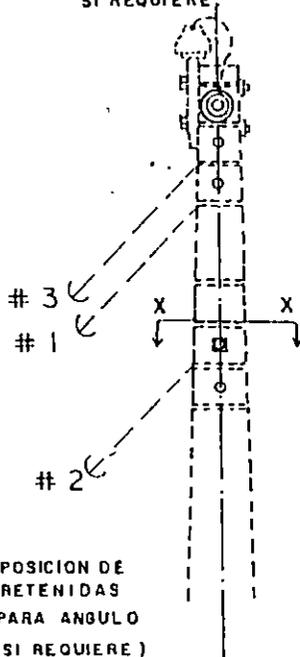
SECCION X-X
A6: REMATE NEUTRO.



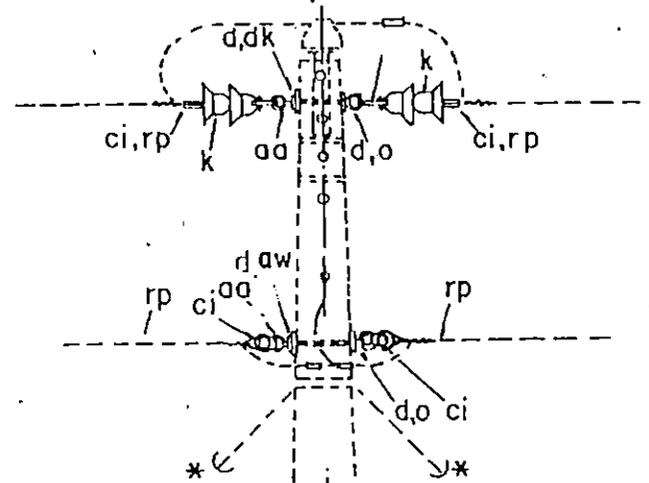
AÑADIR M5-2 PARA CERRAR PUENTE ABIERTO

- 200
- 000
- 101
- 202
- 304
- 504
- 704

AÑADIR M5-2 SI REQUIERE



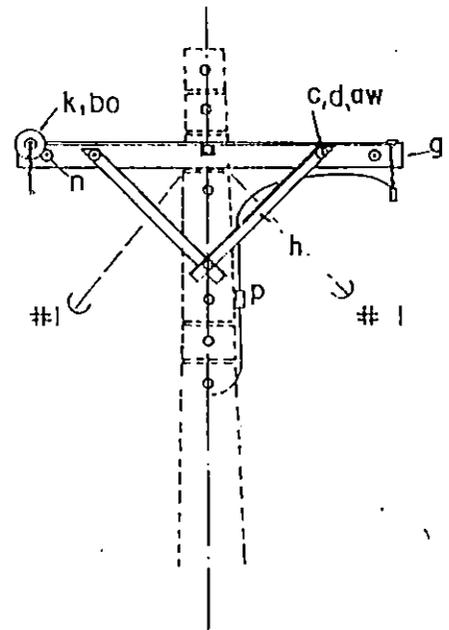
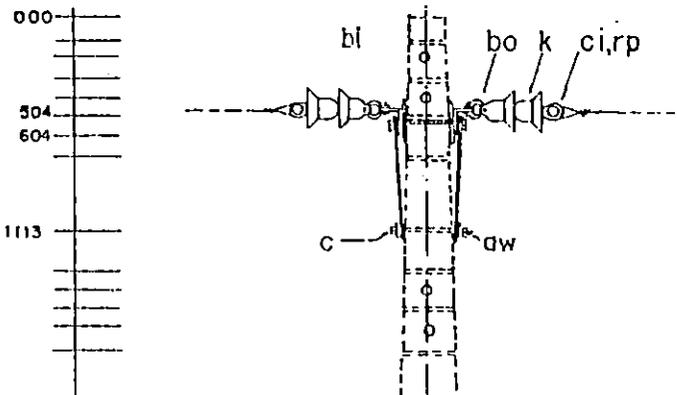
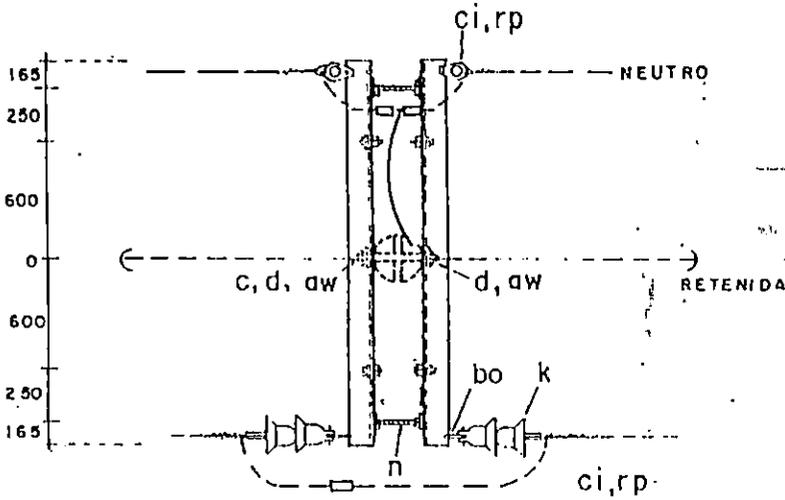
POSICION DE RETENIDAS PARA ANGULO (SI REQUIERE)



* POSICION DE RETENIDAS (2) SI HAY LEVANTAMIENTO FUERTE (NO SON NECESARIAS SI HAY RETENIDAS PARA ANGULOS)

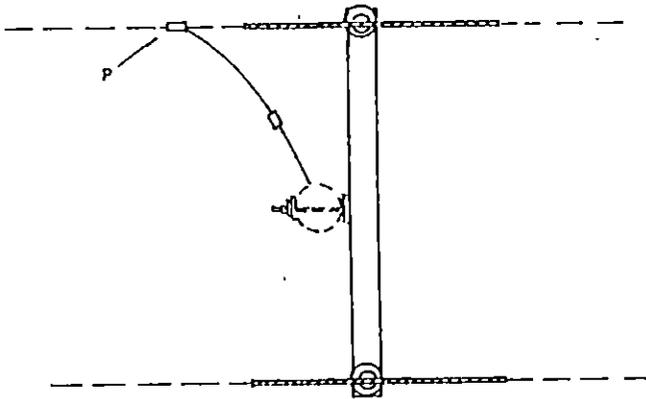
CODIGO	ITEM	A6			CODIGO	ITEM	A6		
01-99-41	d	4		ARANDELA CURVA AGUJERO 11/18"	1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREFORMADO FASE
7105-55-41	aw	2		ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREFORMADO NEUTRO.
0636-15-10	o	2		PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"	1230-15-09	ci	4		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE
128-10-13	k	4		AISLADOR SUSPENSION 6"	1230-28-00	bo	2		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"
4290-10-63	aa	2		TUERCA ARGOLLA CORRIENTE					
1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA					
01-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-NEUTRO	0750-45-00	do			ESTRIBOS P/AISLADOR DE GARRE

LMITES DE DISEÑO: ngulo: 0° a 30° max. Carga Transversal: 1000 Lbs. (4,448 N) mximo por conductor.	1	101	14/4/93	NRECA	REMATE PRIMARIO DOBLE
	2	2.0	20/11/94		1 FASE 13.2 / 7.6 Kv.
					Diseño:
					Dibujo: A. I. V.
					Revisó:
					Aprobó: M. M. <i>[Signature]</i>
	Nº	REV.	FECHA	POR	A6

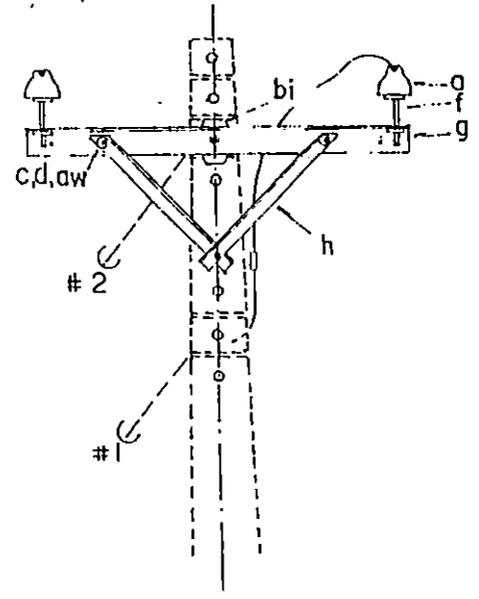
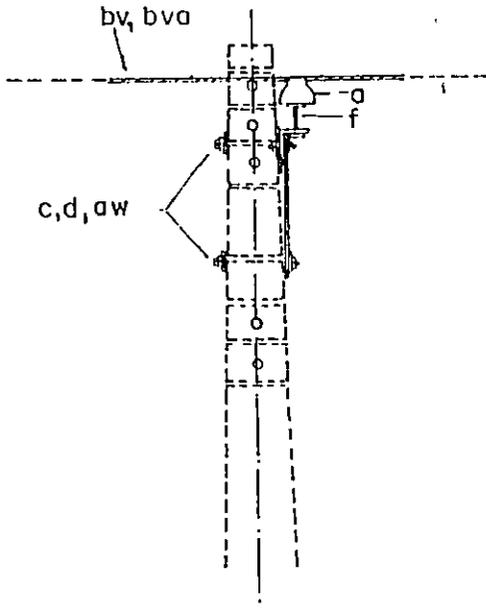


CODIGO	ITEM	AB			CODIGO	ITEM	AB		
3428-10-13	k	4			1230-15-09	ci	4		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE.
1230-28-00	bo	2			1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREFORMADO NEUTRO.
0638-05-10	c	2			1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREFORMADO PRIMARIO.
0638-05-10	c	4			6261-05-25	g	2		CRUCERO N° 3" X 3" X 1/4" X 2.03 M.
7106-65-41	aw	10			0753-32-36	h	4		DIAGONAL N° 1 1/2" X 1 1/2" X 1/4" X 0.91M
7103-65-41	d	4			2520-12-09	bi	2		ZAPATA PARA POSTE.
0683-05-12	n	2			1701-XX-XX	p	2		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERR
					1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION FASE

LIMITES DE DISEÑO:	1	1.01	14/4/93	NRECA	CONSTRUCCION EN CRUCERO	
	2	2.0	20/11/94		DOBLE REMATE . I FASE Y NEUTRO.	
Tensión: 4,000 Lbs (17,792 N) máximo por conductor.					Diseño:	
					Dibujó: A. I. V.	
	No	REV.	FECHA	POR	Revisó	
					Aprobó: M.M. <i>[Signature]</i>	

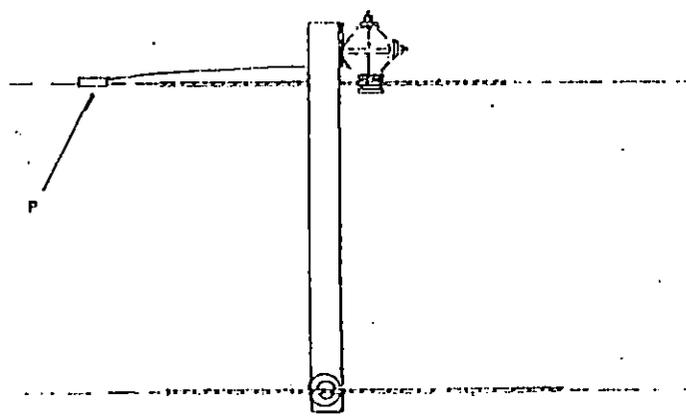


000
804
604
1113
1622

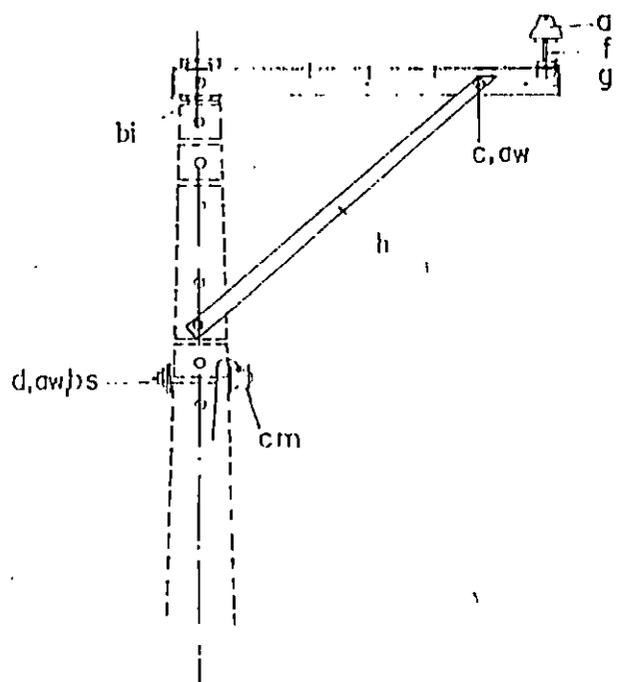
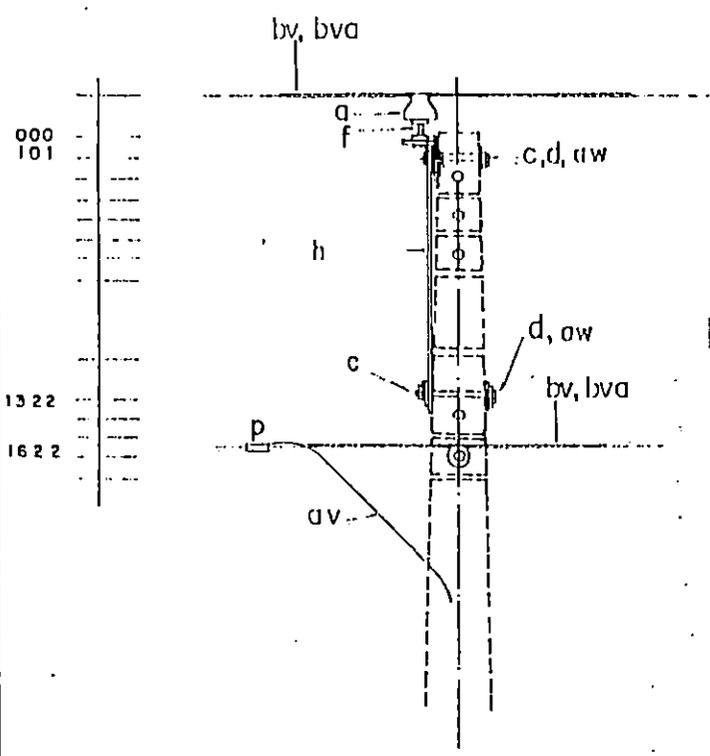
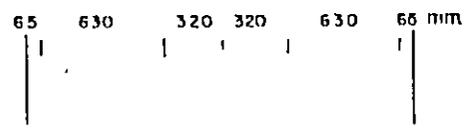


CODIGO	ITEM	A9			CODIGO	ITEM	A9		
3422-41-13	a	2			6261-05-25	g	1		CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03M.
0638-05-10	c	2			0733-32-36	h	2		DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 0.81M.
0638-05-10	c	2			2520-12-09	bi	1		ZAPATA PARA POSTE.
7101-98-41	d	2			5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLA FASE.
0641-32-51	f	2			5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLA NEUTR.
7105-55-41	aw	4			6790-11-10	bva	2		AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO
1701-XX-XX	P	2							

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° máximo. Carga Transversal: 500Lbs. (2,224 N) máximo por conductor.	1	1.01	14/4/93	NRECA	CONSTRUCCION EN CRUCERO I FASE Y NEUTRO.
	2	2.0	20/11/94		
					Diseño: Dibujo: A. I. V. Reviso: Aprobó: M. M. <i>[Signature]</i>
	Nº	REV.	FECHA	POR	A9

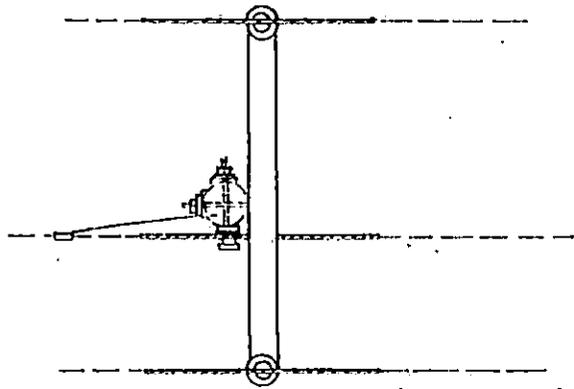


NOTA:
A10M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.



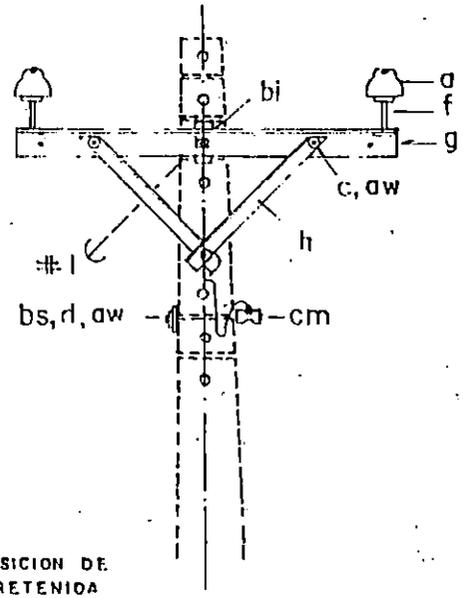
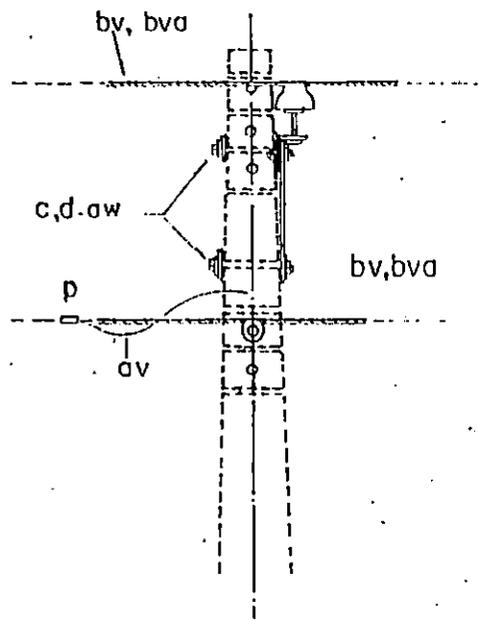
CODIGO	ITEM	A10	ADN		CODIGO	ITEM	A10	ADN	
3422-41-13	a	1	1	AISLADOR TIPO PIN.	6261-02-30	g	1	1	CRUCERO 3" x 3" x 1/4" x 203 M.
0638-05-10	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10".	0753-32-70	h	1	1	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 178 M.
0638-05-01	c	1	1	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2".	2520-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
7101-99-41	d	3	3	ARANDELA CURVA 11/16"	5371-7X-02	bv	1	1	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA, FASE.
4941-32-51	f	1	1	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	5371-7X-01	bv	1	1	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA, NEUT.
7105-355-41	aw	3	3	ARANDELA DE PRESION 11/16"	6790-11-10	bva	1	1	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR DE COMPRESION.	0639-05-10	bs	1	1	PERNO P/ AISLADOR DE CARRETE
					3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"
					1177-4X-XX	rp		2	REMATE PREF. NEUTRO.

LIMITE DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° máximo.	1	101	14/4/93	NREGA	SOPORTE PRIMARIO SENCILLO EN CRUCERO 1 FASE. 13.2 / 7.6 Kv.
	2	2.0	20/11/94		
	Nº	REV.	FECHA	POR	Diseño: Dibujo: A. I. V. Revisó: Aprobo: M. M. <i>Myk</i>
					A10, A10M



NOTA:
BI-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLE X.

000	----
202	----
504	----
604	----
1113	----
1422	----
1622	----

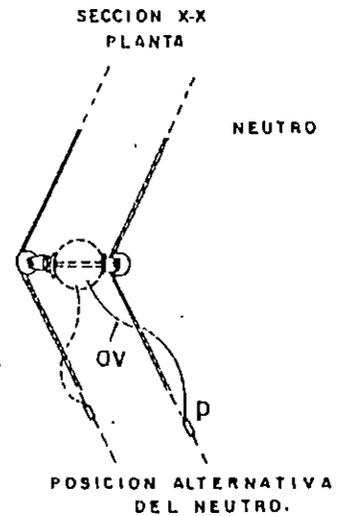
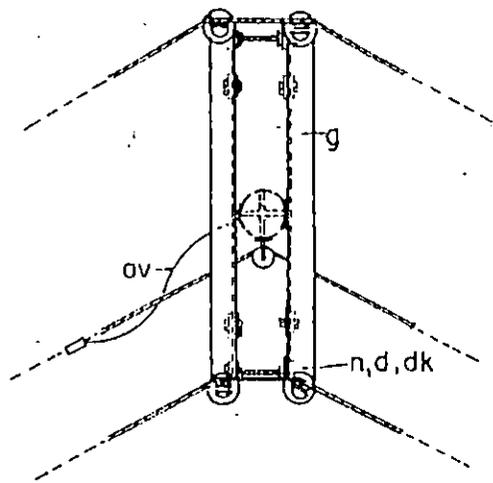


POSICION DE
RETENIDA
(SI REQUIERE)

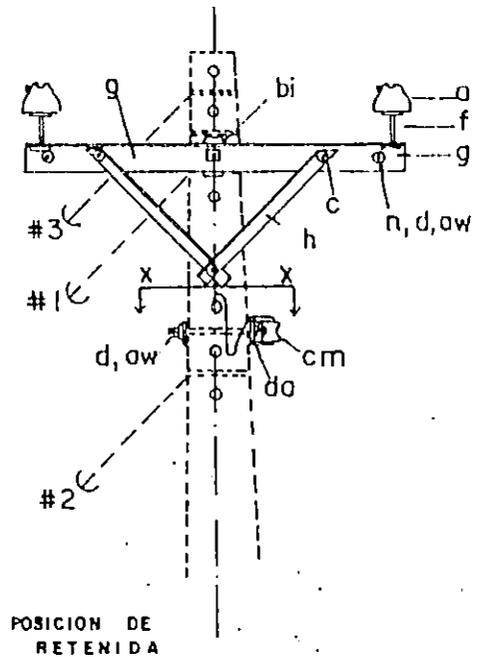
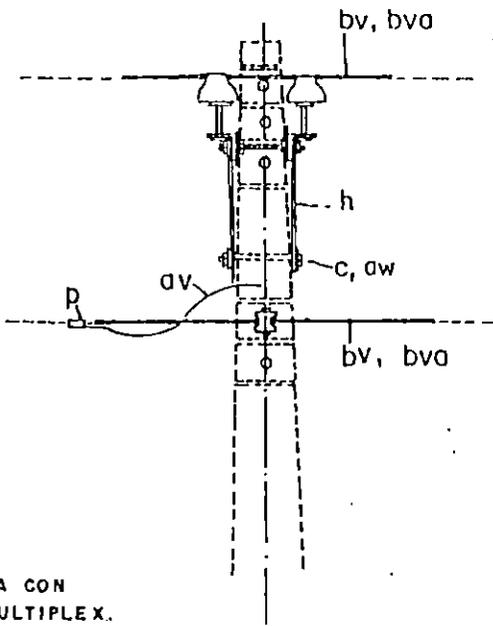
CODIGO	ITEM	BI	BI-M		CODIGO	ITEM	BI	BI-M	
422-41-13	a	2	2	AISLADOR TIPO PIN.	6261-02-23	g	1	1	CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03 M.
0638-05-10	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10".	0733-32-26	h	2	2	DIAGONAL 1/2" x 1/2" x 1/4" x 0.91 M.
0638-05-01	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 1/2".	2520-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
101-99-41	d	3	3	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	5371-7X-01	bv	2	2	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA FASE.
1105-53-41	aw	4	4	ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	5371-7X-01	bv	1		JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA NEUTRO.
4941-32-51	i	2	2	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	6790-11-10	bva	3	2	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA.	0639-05-10	bs	1	1	PERNO AISLADOR CARRETE 5/8" x 10".
					3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"
					1177-4X-XX	rm		2	REMATES PREFORMADOS NEUTRO.

LIMITES DE DISEÑO:	1/2	101	16/4/93	NRECA
Angulo: 0° a 5° máx.		2.0	20/11/94	
Carga Transversal: 500 Lbs.				
(2,224 N) máximo per conductor.	Nº	REV.	FECHA	POR

SOPORTE PRIMARIO SENCILLO EN CRUCERO
2 FASES 13.2 / 7.6 Kv.
Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Revisó:
Aprobó: M.M. <i>[Signature]</i>
BI, BI-M



000
202
504
604
1113
1422
1622



NOTA:
B2-M, SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

CODIGO	ITEM	B2	B2M		CODIGO	ITEM	B2	B2M	
3422-41-13	g	4	4	AISLADOR TIPO PIN.	0633-05-12	n	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12"
0638-05-10	c	3	3	PERNO MAQUINA 5/8" x 12"	6371-7X-02	bv	2	2	JGO. VARILLAS PREF. DOBLE, FASE.
0638-05-01	c	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	6371-7X-01	bv	1		JGO OVARILLAS PREF. SENCILLO, NEUTRO.
7101-99-41	d	1	1	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	6790-11-10	bva	3	4	AMARRADERA PRIMARIA DE ALUMINIO.
7103-65-41	d	4	4	ARANDELA PLANA REDONDA AG. 11/16"	0780-45-00	do	1	1	ESTRIBO AISLADOR CARRETE.
7105-55-41	aw	11	11	ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"					
6261-02-25	g	2	2	CRUCERO 2 1/2' x 2 1/2' x 1/4" x 2.03 M.	3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 3"
0753-32-37	h	4	4	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 0.91 M.	2520-12-09	bl	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERR.					
4541-32-51		4	4	ESPIGA P/ AISLADOR TIPO PIN.	1177-4X-XX	rp		2	REMATES PREFORMADO NEUTRO.

LIMITES DE DISEÑO:

Angulo B2: 5° a 15° máximo.
B2-1: 15° a 30° máximo.
Carga Transv: 1,000 lbs. (4448 N)
máximo por conductor.

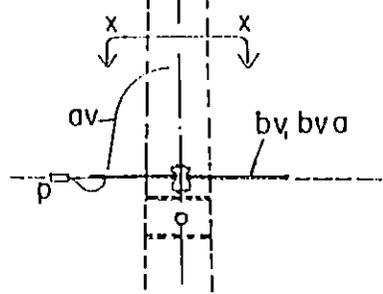
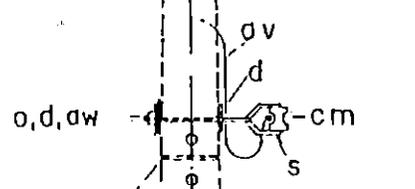
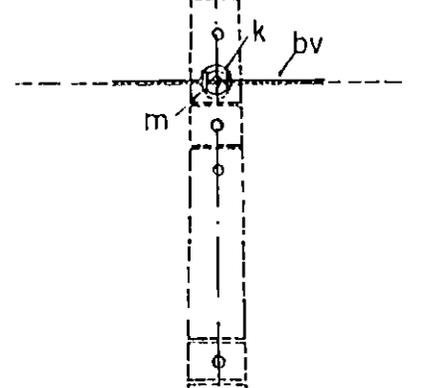
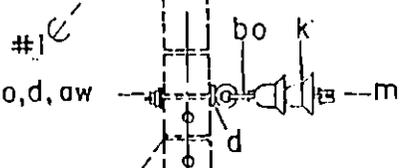
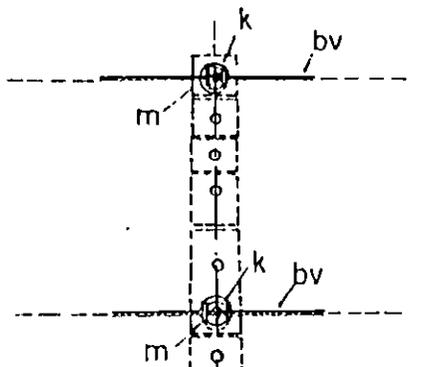
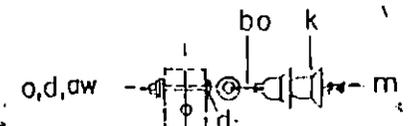
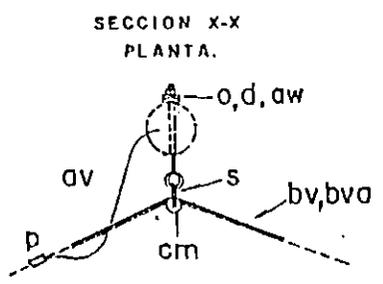
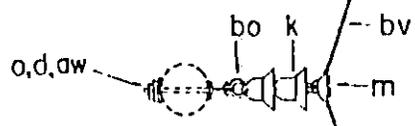
1	101	16/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	"1
Nº	REV.	FECHA	POR

SOPORTE PRIMARIO DOBLE EN CRUCERO

2 FASES 13.2 / 7.6 Kv.

Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Revisión:
Aprobado: M. M. *Dyle*

B2, B2-M



NOTA:
B3-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

POSICION DE
RETENIDA
(SI REQUIERE)

000
101
304
1322
1522
119
4319

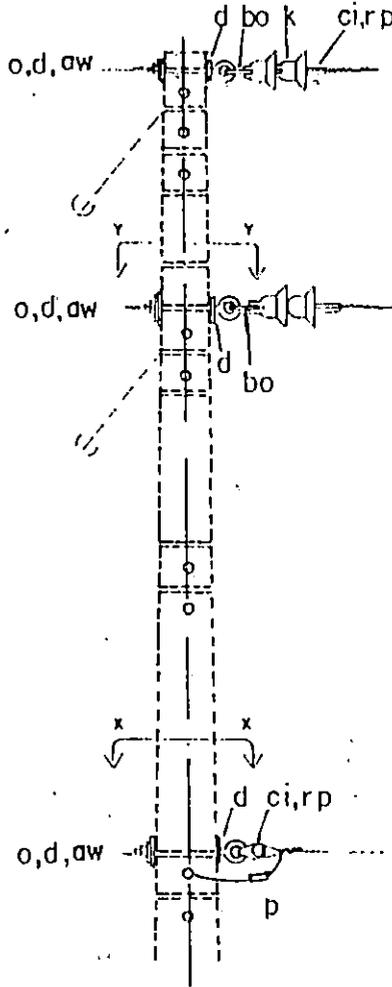
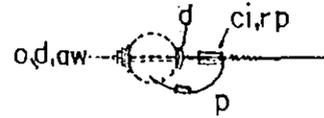
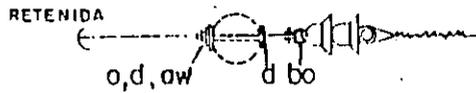
CODIGO	ITEM	B3	B3-M		CODIGO	ITEM	B3	B3-M	
26-10-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 3"	5371-7X-02	bv	2	2	JGO.VARILLAS PREF.DOUBLE,FASE.
7101-99-41	d	6	6	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLO,NEUTRO
26-10-13	k	4	4	AISLADOR SUSPENSION 6"	6790-11-10	bva	1		AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
36-15-10	o	3	3	PERNO ARGOLLA 5/8" x 10"	1230-12-01	s	1	1	ESTRIBO COLGANTE PARA CARRETE.
1174-16-89	m	2	2	GRAPA SUSPENSION ANGULAR,FASE.	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRES. NEUTRO-TIERR.
30-28-00	bo	2	2	GRILLETE DE ANCLAJE.					
105-55-41	aw	3	3	ARANDELA DE PRESION AGUJ. 11/16"	1177-4X-XX	rp		2	REMATES PREFORMADOS NEUTRO.

LMITES DE DISEÑO: Angulo: 30° a 60° máximo. Carga Transversal: 4,000lbs. 7,792 N) máximo por conductor.	1	1.01	16/4/93	NRECA	CONSTRUCCION VERTICAL 30° a 60° 2 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.
	2	2.0	20/11/94		
	N°	REV.	FECHA	POR	Diseño: Dibujo: A. I. V. Reviso: Aprobó: M. M.

B3, B3-M

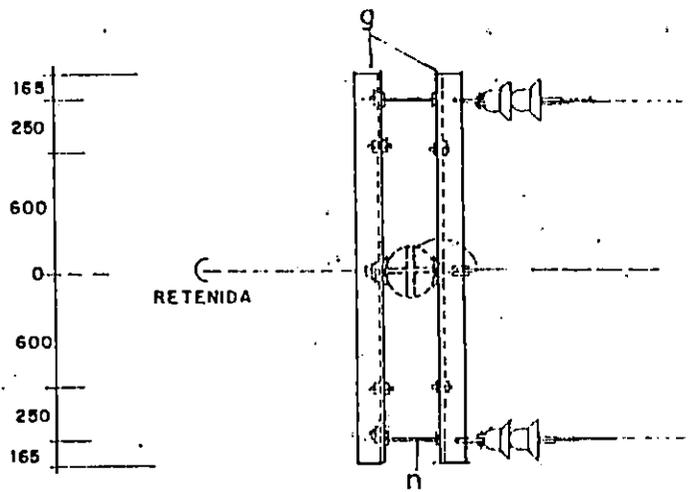
SECCION YY. PLANTA.

SECCION XX. PLANTA.



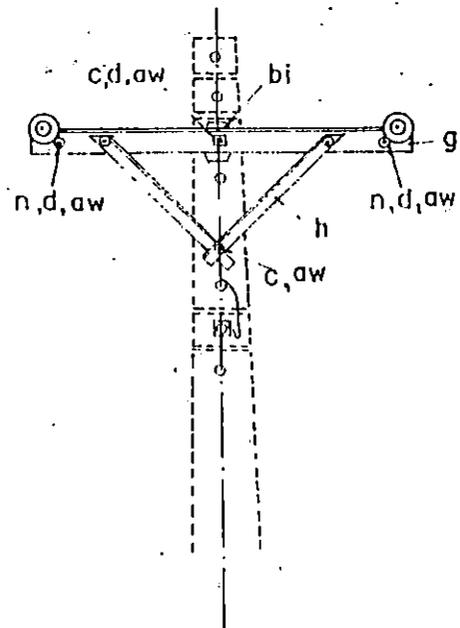
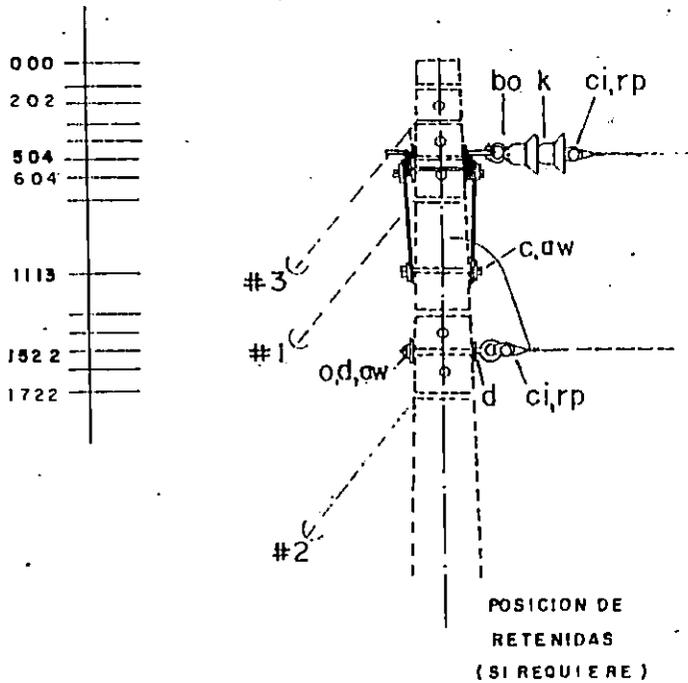
CODIGO	ITEM	QTY			CODIGO	ITEM	QTY		
7101-99-41	d	6		ARANDELA CURVA					
3428-10-13	k	4		AISLADOR SUSPENSION 6"	1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREF. FASE.
1230-15-89	ci	3		HORQUILLA DE REMATE	1177-4X-XX	rp	1		REMATE PREF. NEUTRO.
1230-26-00	bo	2		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"					
0636-15-10	o	3		PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"	1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION.
					7105-55-41	aw	3		ARANDELA DE PRESION.

LIMITES DE DISEÑO: Tensión: 4,000 lbs. (17,793 N) máximo por conductor.	1	101	16/4/93	NRECA	CONSTRUCCION VERTICAL 2 FASES.	
	2	2.0	20/11/94		REMATE (SENCILLO)	
					Diseño:	B5
					Dibujo: A. I. V.	
					Revisó:	
	Nº	REV.	FECHA	POR	Aprobó: M. M.	



NOTA:

- *B7-2: CONDUCTOR Nº2 ACSR.
- *B7-3: CONDUCTOR Nº1/0 ACSR.
- *B7-4: CONDUCTOR Nº4/0 ACSR.



CODIGO	ITEM	B7-2	B7-3	B7-A		CODIGO	ITEM	B7-2	B7-3	B7-A	
0638-08-10	c	2	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" X 10"	0753-32-36	h	4	4	4	DIAGONAL 1/2" X 1/2" X 1/4" X 0.91 M.
0638-08-01	c	4	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" X 1/2"	0633-05-12	n	2	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" X 12"
7101-99-41	d	2	2	2	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	0636-15-10	o	1	1	1	PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"
7103-68-41	d	4	4	4	ARANDELA PLANA BEDONDA AGUJ. 11/16"	2520-12-09	bi	1	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
7105-55-41	aw	11	11	11	ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"	1230-28-00	bo	2	2	2	GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"
3428-10-13	k	4	4	4	AISLADOR SUSPENSION Ø 6"	1177-4X-XX	rp	2	2	2	REMATE PREFORMADO, FASE.
6261-02-30	g	2	3	4	CRUCERO 3 X 8" X 1/4" X 2.08 M.	1230-15-09	ci	3	3	3	MORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE.
						1177-4X-XX	rp	1	1	1	REMATE PREFORMADO, NEUTRO.
						1701-XX-XX	p	1	1	1	CONECTOR (COMPRESION, NEUTRO-TIERRA)

LIMITES DE DISEÑO:

1	1.01	16/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	

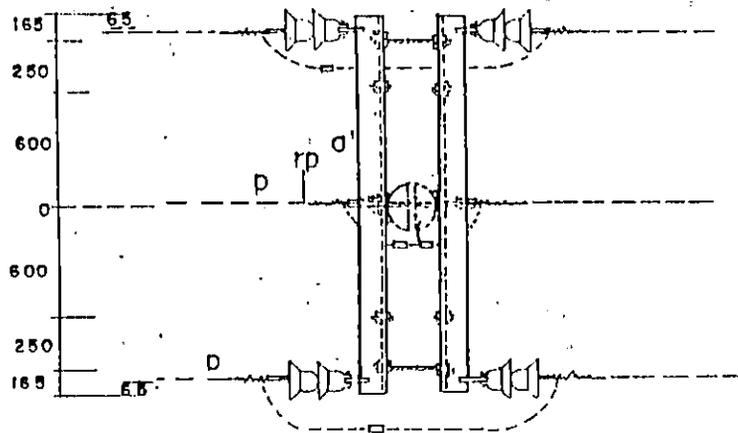
Tensión: 4,000 Lbs.(17,792N)
máxima por conductor.

Nº	REV.	FECHA	POR
----	------	-------	-----

REMATE SENCILLO EN CRUCERO
2 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.

Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Revisó:
Aprobó: M. M. *[Signature]*

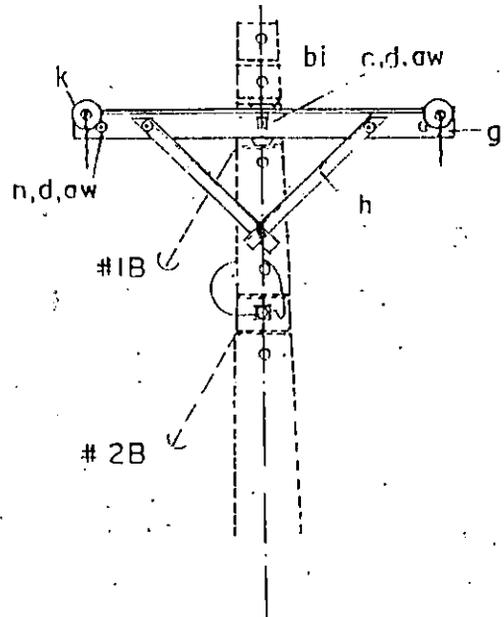
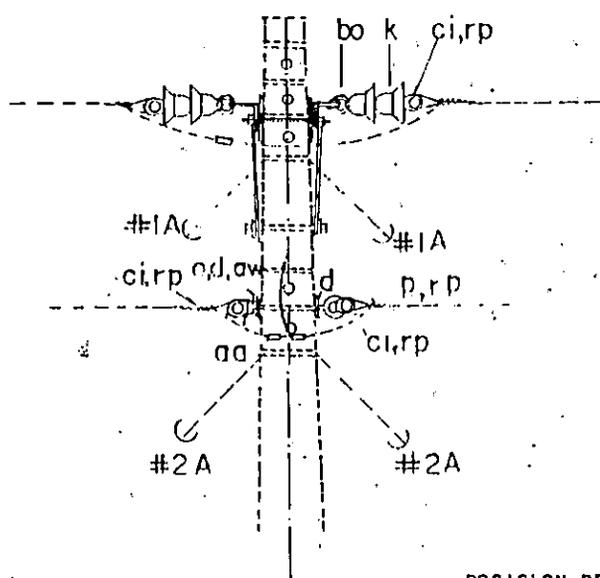
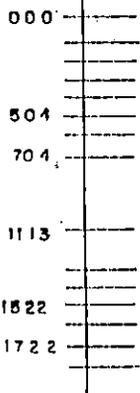
B7-2, B7-3, B7-4



NOTA:

- * BB-2: CONDUCTOR N°2 ACSR.
- * BB-4: CONDUCTOR N° 1/0 ACSR.
- * BB-4: CONDUCTOR N° 4/0 ACSR.
- POR UNIDADES MULTIPLE USAR 3 CONECTORES MAS CADA ESTRUCTURA.

AÑADIR PUENTES SI REQUIERE.



POSICION DE RETENIDA (SI REQUIERE)

- A: ANCLAJE
- B: ANGULO

CODIGO	ITEM	BB-2	BB-4		CODIGO	ITEM	BB-2	BB-4	
0638-05-10	C	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" X 1 0"	0633-05-12	n	2	2	PERNO TUDO ROSCA 5/8" X 12"
1638-05-01	C	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" X 1 1/2"	0636-05-10	o	1	1	PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"
7101-89-41	d	2	2	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	2520-12-09	bi	2	2	ZAPATA PARA POSTE.
7103-65-41	d	4	4	ARANDELA PLANAREDONDA AGUJ. 11/16"	1230-28-00	bo	4	4	GRILLETE DE ANCLAJE. 9/16"
105-55-41	ow	11	11	ARANDELA PRESION AGUJERO 11/16"	1230-15-09	ci	6	6	HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE,
3428-10-13	k	8	8	AISLADOR SUSPENSION 6"	1177-4X-XX	rp	4	4	REMATE PREFORMADO, FASE.
					1177-4X-XX	rp	2	2	REMATE PREFORMADO, NEUTRO.
261-02-30	q	2	4	CRUCERO 3" X 3" X 1/4" X 2.03 M	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION, NEUTRO-TIERRA
0753-32-36	h	4	4	DIAGONAL 1 1/2" X 1/2" X 1/4" X 0.91 M	1701-XX-XX	p	2	2	CONECTOR COMPRESION, NEUTRO-NEUT.
4290-10-63	dd	1	1	TUERCA ARGOLLA 5/8"	1701-XX-XX	p	2	2	CONECTOR COMPRESION, FASE-FASE.

LIMITES DE DISEÑO:

1 1.01 16/4/93 NRECA
2 2.0 20/11/94

DOBLEREMATE EN CRUCERO

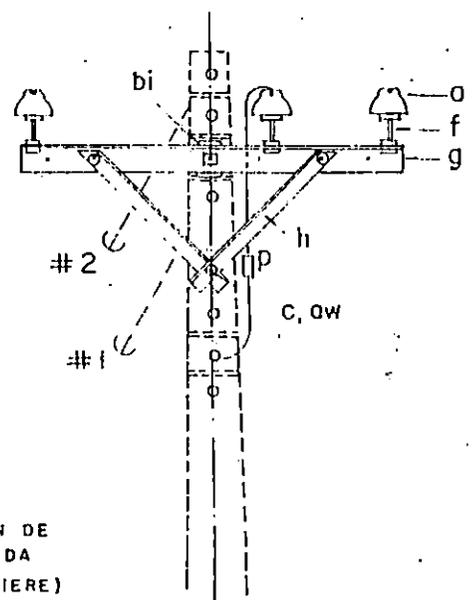
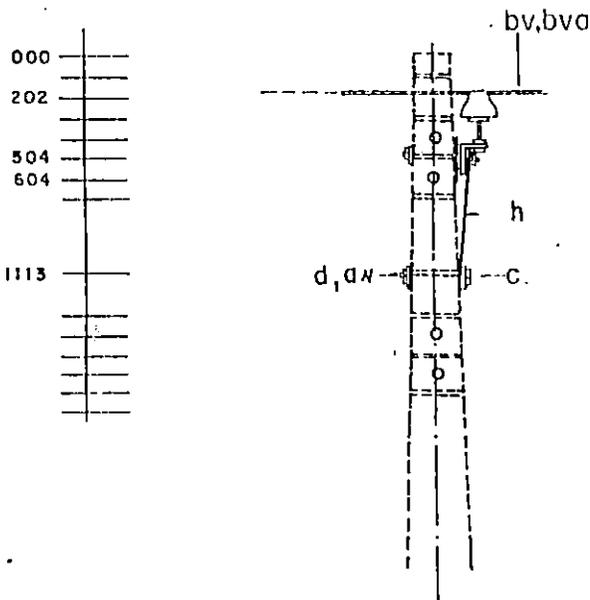
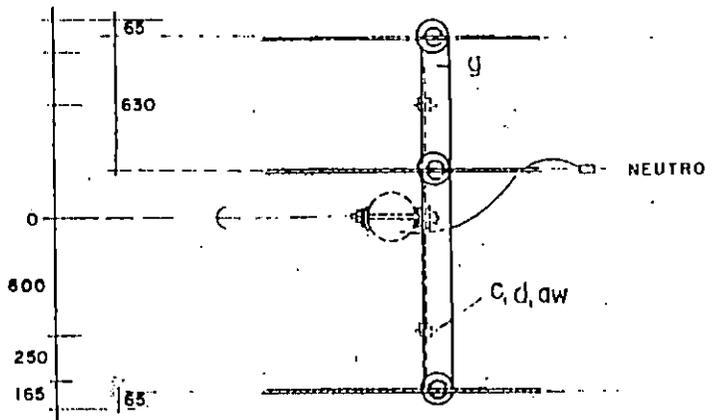
2 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.

ensión: 4,000 Lbs.(17,792N)
máxima por conductor.

Nº REV. FECHA FOR

Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Revisó:
Aprobó: M. M.

BB-2, BB-4,



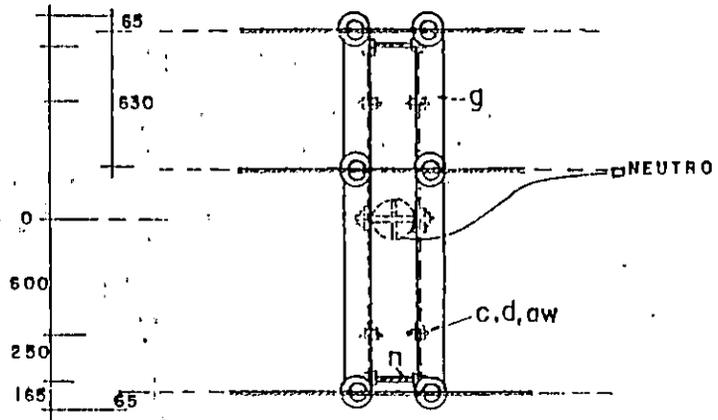
POSICION DE
RETENIDA
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	Q ^o			CODIGO	ITEM	Q ^o		
3422-41-13	a	3			5371-7X-02	bv	2		JGO.VARILLAS PREE SENC. FASE.
0638-08-10	c	2			5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF. SENC. NEUTRO.
7101-99-41	d	2			6790-11-10	bvo	3		AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO
7108-55-41	aw	4			6281-05-25	g	1		CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 203M.
4841-32-81	f	3			6241-98-18	gz	1		ZAPATA PARA POSTE.
0753-32-38	h	2			0638-05-01	c	2		PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"
					1701-XX-XX	p	2		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA

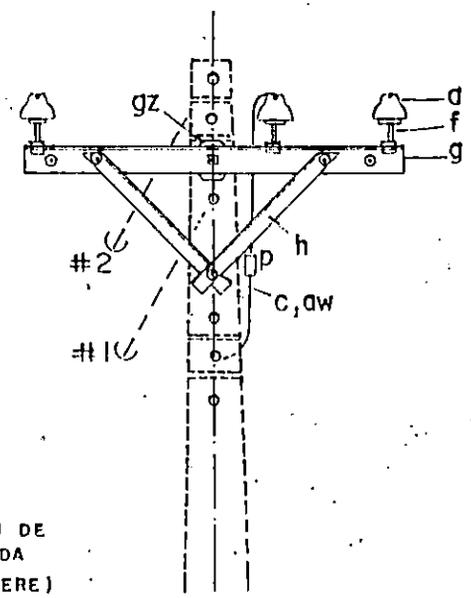
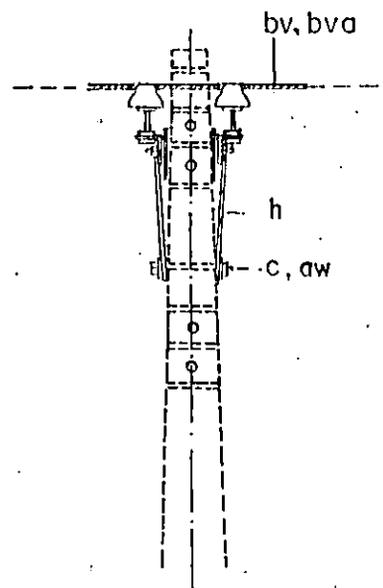
LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° máximo Carga Transversal: 500 Lbs. (2,228 N) máximo por conductor.	1	101	16/4/93	NRECA
	2	2.0	20/11/94	
	Nº	REV.	FECHA	POR

CONSTRUCCION DE CRUCERO 2 FASES. Y NEUTRO
Diseño: Dibujo: A. I. V.
Revisó: Aprobó: M. M.

B9



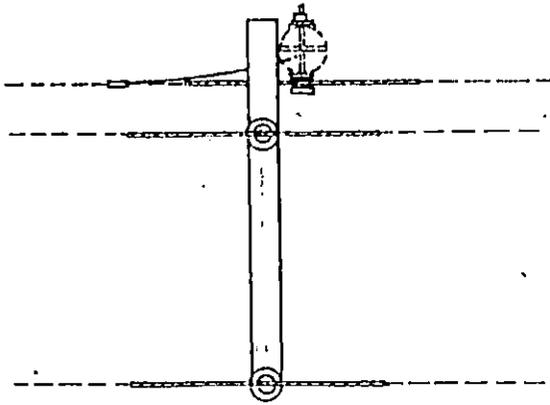
000	_____
202	_____
504	_____
504	_____
1113	_____



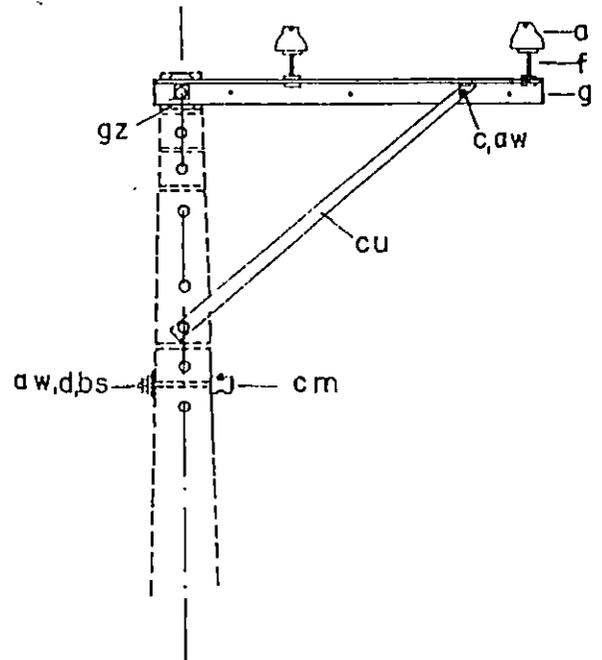
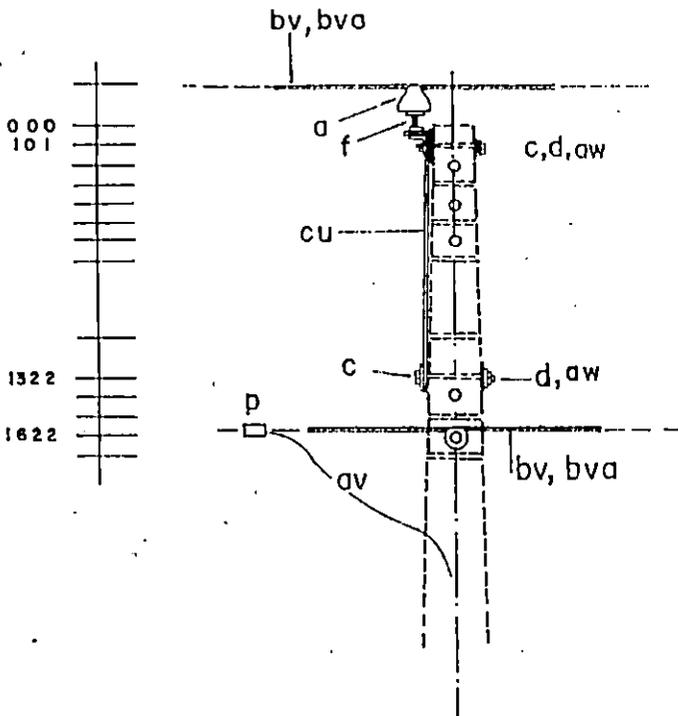
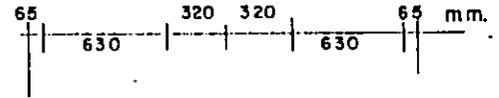
POSICION DE
RETENIDA
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	Q ^{da}			CODIGO	ITEM	Q ^{da}		
3422-41-13	a	6		AISLADOR DE PIN.	0638-05-01	c	4		PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"
0638-05-10	c	2		PERNO MAQUINA 5/8" x 10"	8261-05-25	g	2		CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03 M.
					0758-32-36	h	4		DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/2" x 0.91 M.
7103-65-41	d	4		ARANDELA PLANA 11/16"	5371-7X-02	bv	2		JGO.VARILLA PREF.DOUBLE,FASE.
7105-55-41	aw	10		ARANDELA DE PRESION 11/16"	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.DOUBLE,NEUTRO
4541-32-51	f	6		ESPIGA AISLADOR TIPO PIN,	6790-11-10	bva	6		AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO,
0633-05-12	n	2		PERNO TODO ROSCA. 5/8" x 12"	2520-12-09	bj	1		ZAPATA PARA POSTES.
1701-XX-XX	p	2		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERR.					

LIMITES DE DISEÑO:				1	1.01	16/4/95	NRECA	CONSTRUCCION EN CRUCERO	
Angulo: 0° a 20° máxmo.				2	2.0	20/11/94		DOBLE LINEA (2 FASES) Y NEUTRO .	
Carga Transversal: 1,000lbs (4,448 N) maximo por conductor.								Diseño:	
				Nº	REV.	FECHA	POR	Dibujo: A. I. V.	
								Revisó:	
								Aprobó: M. M. <i>[Signature]</i>	
								B9 - 1	

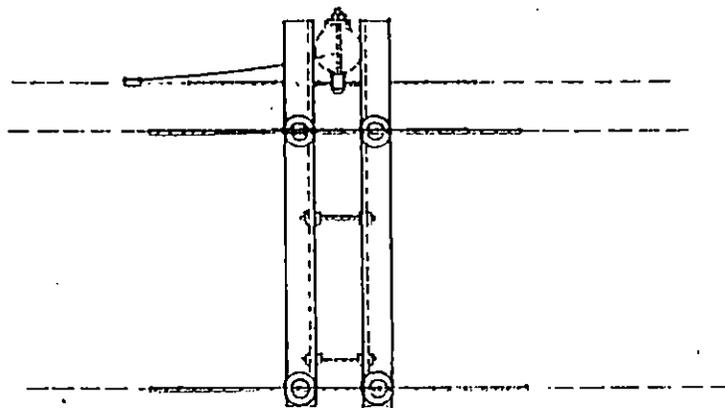


NOTA I
 BIO-M SE USARA CON
 SECUNDARIO MULTIPLEX.

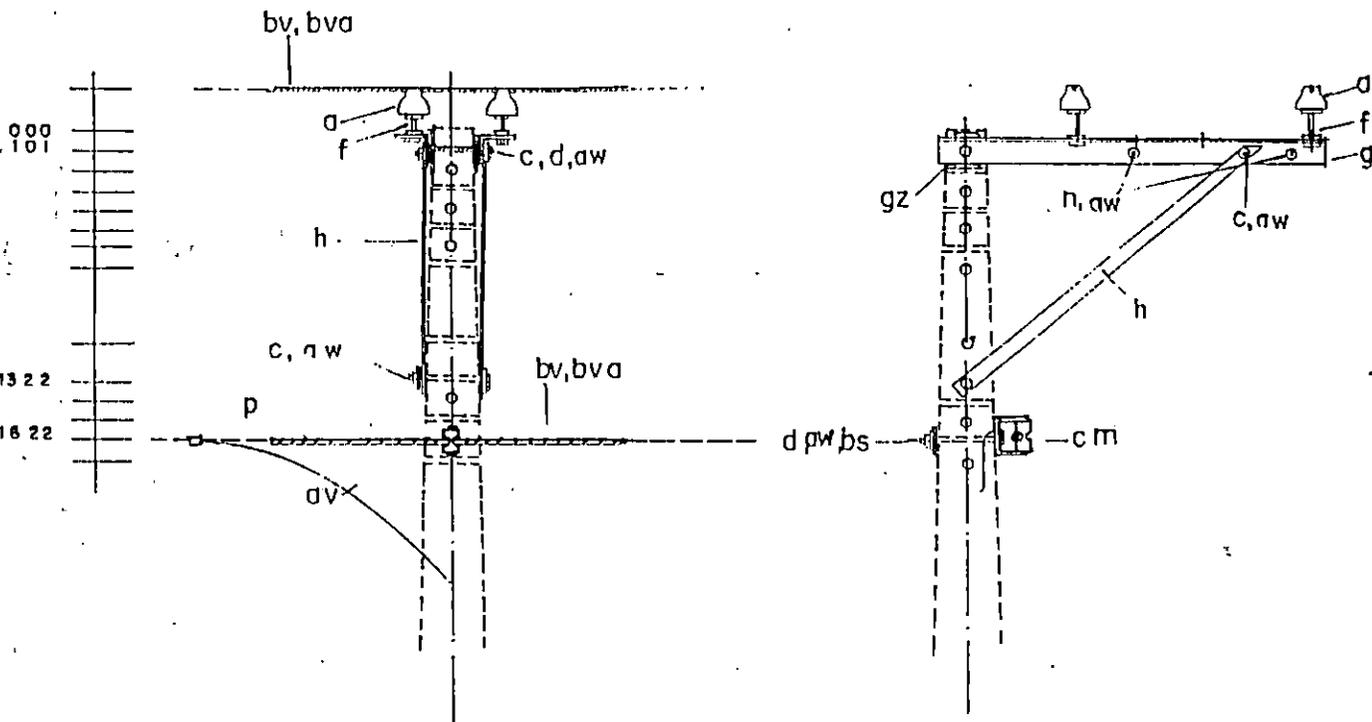
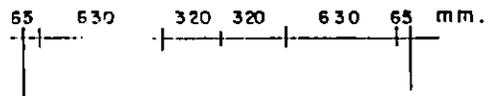


CODIGO	ITEM	BIO	BIO-M		CODIGO	ITEM	BIO	BIO-M	
3422-41-13	a	2	2	AISLADO TIPO PIN.	6261-05-25	g	1	1	CRUCERO 3" x 3" x 1/4" x 2.03 M.
0638-05-10	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10".	0753-32-70	h	1	1	DIAGONAL 1/2" x 1/2" x 1/4" x 1.78 M.
0638-05-01	c	1	1	PERNO MAQUINA 5/8" x 1/2".	2520-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTES.
7101-99-41	d	3	3	ARANDELA CURVA 11/16".	5371-7X-02	bv	2	2	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA, FASE.
4541-32-51	f	2	2	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	5371-7X-01	bv	1		JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA, NEUTRO
7105-55-41	aw	3	3	ARANDELA DE PRESION 11/16".	6790-11-10	bvo	3	2	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR DE COMPRESION	0639-05-10	bs	1	1	PERNO P/AISLADOR DE CARRETE
1177-4X-XX	rp		2	REMATE PREFORMADO.	3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4".

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° máx.imo.	1	101	16/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO SENCILLO EN CRUCERO 2 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.
	2	2.0	20/11/94		
					Diseño:
					Dibujo: A. I. V.
					Revisó:
					Aprobo: M. M. <i>[Signature]</i>
	Nº	REV.	FECHA	POR	BIO, BIO-M

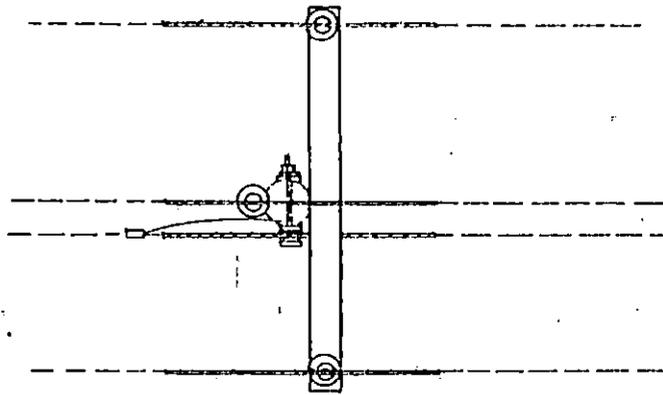


NOTA:
BIO-1M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.



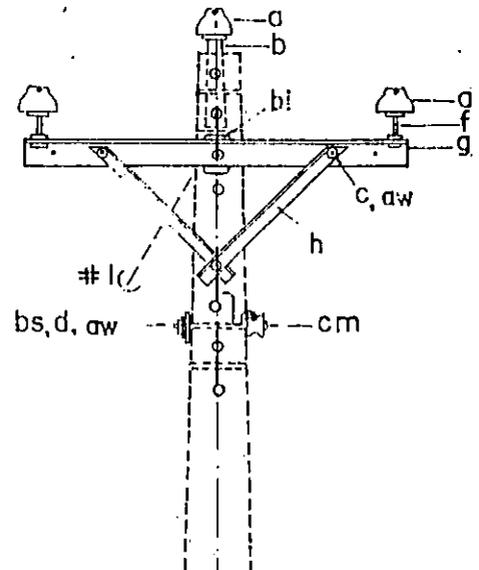
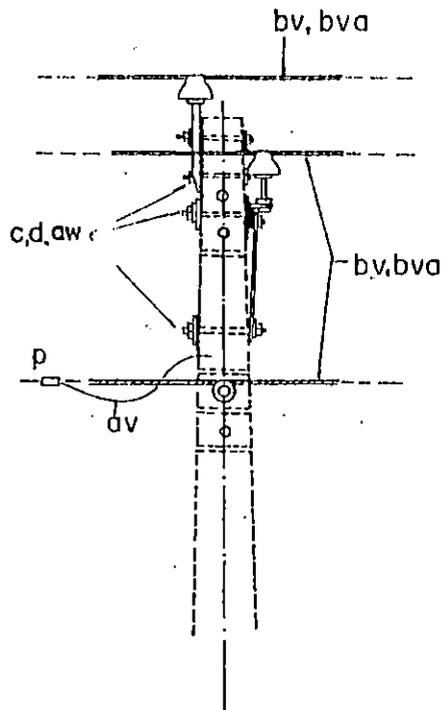
CODIGO	ITEM	BIO-1	BIO-1M		CODIGO	ITEM	BIO-1	BIO-1M	
3422-41-13	a	4	4	AISLADOR TIPO PIN.	6261-05-25	g	2	2	CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03M.
0636-05-10	c	3	3	PERNO MAQUINA 5/8" x 10".	2520-12-09	bi	2	2	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 1.78M
0636-05-01	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2".	0753-32-70	h	1	1	ZAPATA PARA POSTES.
7101-99-41	d	1	1	ARANDELA CURVA 11/16"	5371-7X-02	bv	2	2	JGO. VARILLAS PREF. DOBLE, FASE.
4541-32-51	f	4	4	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	5371-7X-01	bv	1		JGO. VARILLAS PREF. SENCILLA, NEUT.
0750-43-00	dd	1	1	ESTRIBO PARA AISLADOR DE CARRETE	6790-11-10	bva	5	4	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7105-55-41	aw	9	9	ARANDELA DE PRESION 11/16"					
7701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR DE COMPRESION.	3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"
0633-05-12	n	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12".	7103-65-41	d	4	4	ARANDELA PLANA 11/16".
1177-4X-XX	rp		2	REMATE PREFORMADO.					

LIMITES DE DISEÑO:				1	101	16/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO DOBLE EN CRUCERO	
Angulo: 5° a 15° máximo.				2	2.0	20/11/94		2 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.	
								Diseño:	
								Dibujo: A. I.V.	
								Revisó:	
								Aprobó: M.M. <i>[Signature]</i>	
								BIO-1, BIO-1M.	



NOTA:
CI-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

- 000
- 101
- 202
- 304
- 504
- 704
- 1113
- 1422
- 1522



POSICION DE
RETENIDA
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	C	CI-M		CODIGO	ITEM	C	CI-M	
3422-41-13	a	3	3	AISLADOR TIPO PIN.	2520-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
4561-01-20	b	1	1	CABEZOTE 20"	5371-7X-01	bv	3	3	JGO.VARILLAS PREF.SENCILLO, FASE.
0638-05-10	c	4	4	PERNO MAQUINA 5/8"x10"	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLO,NEUTRO
0638-05-01	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	6790-11-10	bva	4	3	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7101-99-41	d	5	5	ARANDELA CURVA AG. 11/16"	0638-05-10	bs	1	1	PERNO AISLADOR CARRETE 5/8"x10"
7105-55-41	aw	6	6	ARANDELA DE PRESION AG. 11/16"	3426-20-11	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"
4541-32-81	f	2	2	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTROTIERRA
6261-02-25	g	1	1	CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03M					
0753-32-36	h	2	2	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 0.91 M	11774X-XX	fp		2	REMATE PREFORMADO, NEUTRO

LIMITES DE DISEÑO:

Angulo: 0° a 5° máx. mo.
Carga Transversal: 500 Lbs.
(2,224 N) máx. mo por
conductor.

1	1.01	16/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	
Nº	REV.	FECHA	POR

SOPORTE PRIMARIO SENCILLO EN CRUCERO

3 FASES 13.2 / 7.6 Kv.

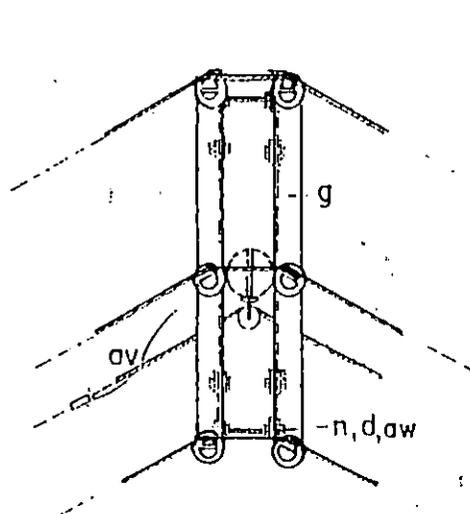
Diseño:

Dibujo: A. I. V.

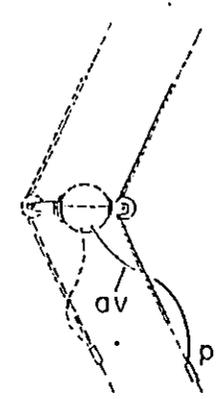
Reviso:

Aproba: M. M.

CI, CI-M

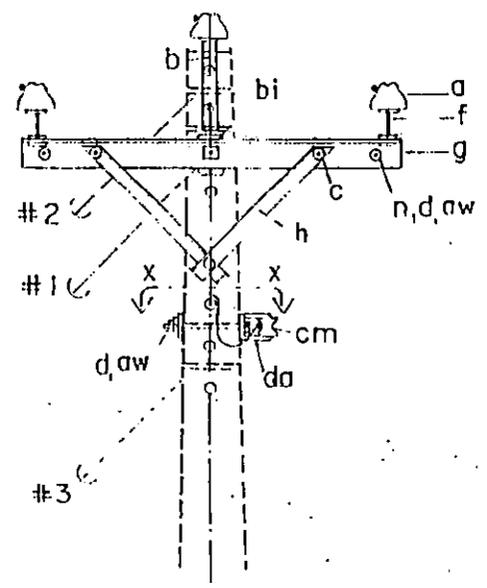
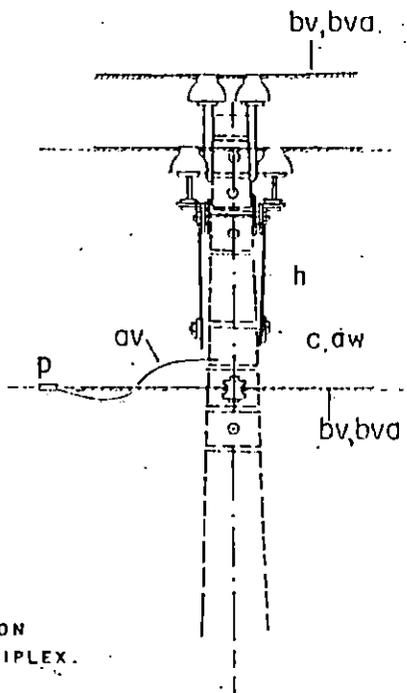


SECCION X X PLANTA.



POSICION ALTERNATIVA DEL NEUTRO.

000
101
202
304
504
604
1113
1422
1622



POSICION DE RETENIDA

NOTA:
C2-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

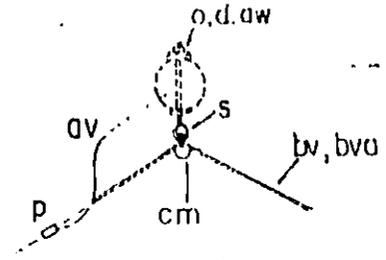
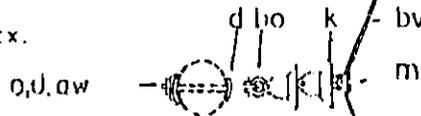
CODIGO	ITEM	C ²	C ^{2M}		CODIGO	ITEM	C ²	C ^{2M}	
3422-41-13	a	6	6	AISLADOR TIPO PIN.	0633-05-12	n	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12".
4561-01-20	b	2	2	CABEZOTE 20"	5371-7X-02	bv	3	3	JGO.VARILLAS PREF.DOUBLE,FASE.
0638-05-10	c	5	5	PERNO MAQUINA 5/8" x 12".	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLA,NEUTRO
0638-05-01	c	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2".	6790-11-10	bva	7	6	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7101-99-41	d	1	1	ARANDELA CURVA 11/16"	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIER
7103-65-41	d	4	4	ARANDELA PLANA 11/16"	2520-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
7105-55-41	aw	13	13	ARANDELA DE PRESION 11/16"	0780-45-00	da	1	1	ESTRIBO AISLADOR DE CARRETE.
3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 3"	1177-4X-XX	rp		2	REMATES PREFORMADOS,NEUTRO
6261-02-25	g	2	2	CRUCERO 2 1/2" x 2 1/2" x 1/4" x 2.03 M.	4541-32-51	f	4	4	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.
0753-32-36	h	4	4	DIAGONALES 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 0.91 M.					

LIMITES DE DISEÑO:	1	101	16/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO DOBLE EN CRUCERO				
Angulo: C2- 5°-30° maximo.	2	2.0	20/11/94		3 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.				
Carga Transversal: 1,000 Lbs. (4,448N) máximo por conductor.					Diseño: A. I. V.				
	Nº	REV.	FECHA	POR	Revisó: M. M. <i>Flyh</i>				
					Aprobó: M. M. <i>Flyh</i>				
					C2, C2-M.				

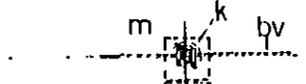
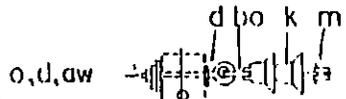
NOTA

C3-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

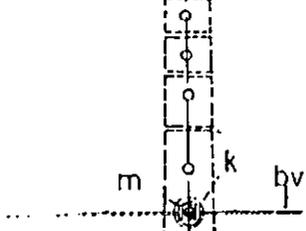
SECCION XX PLANTA.



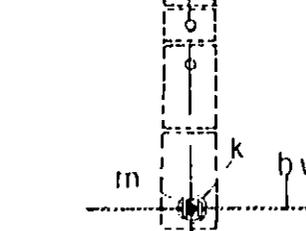
000
101
304



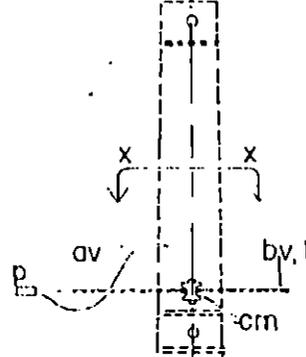
1322
1527



2543
2743



4119
4319

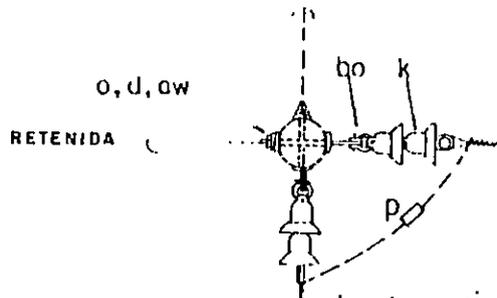


POSICION DE RETENIDAS
(SEGUN REQUIERAN)

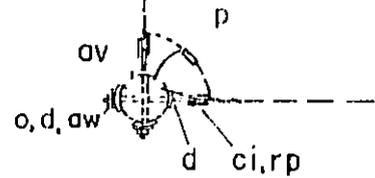
CODIGO	ITEM	Q	C3-M		CODIGO	ITEM	Q	C3-M	
3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 3"	5371-7X-02	bv	3	3	JGO.VARILLAS PREF.DOBLE, FASE.
7101-99-41	d	8	8	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLAS PREF.SENCILLO,NEUTRO
3428-10-13	k	6	6	AISLADOR SUSPENSION 6"	1230-12-01	s	1	1	ESTRIBO COLGANTE PARA CARRETE
0636-15-10	o	4	4	PERNO ARGOLLA 5/8" X 10"	6790-11-10	bva	1		AXARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
1174-16-89	m	3	3	GRAPA SUSPENSION ANGULAR FASE	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA
1230-28-00	bo	3	3	GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"					
7105-55-11	aw	4	4	ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	2		REMATE PREFORMADO NEUTRO

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 30° a 60° máximo Carga Transversal: 4,000 Lbs. (17,792 N) máximo por conductor.	1	101	16/4/93	NRECA	CONSTRUCCION VERTICAL 30° a 60° 3 FASES 13.2 / 7.6 Kv.
	2	2.0	20/11/94		
	Nº	REV.	FECHA	POR	Diseño: Dibujo: A. I. V. Revisó: Aprobó: M. M.

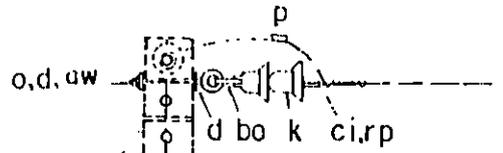
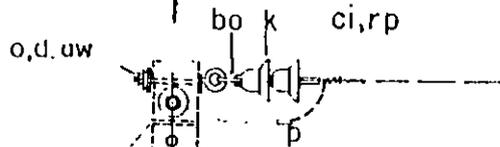
C3, C3-M



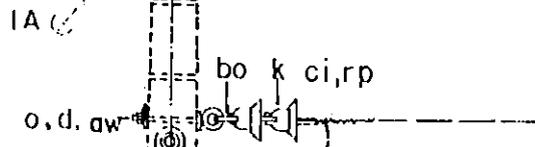
SECCION X-X, PLANTA.



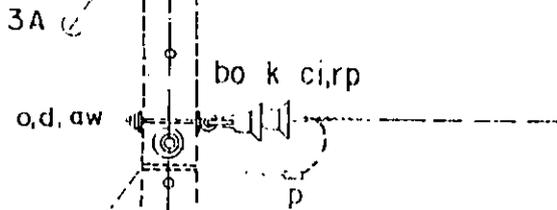
000
101
202
304



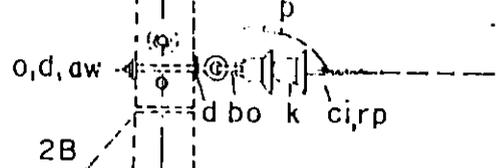
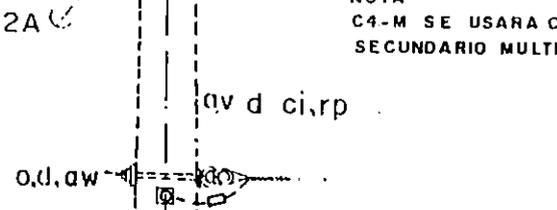
1322
1422
1522



2543
2643
2743



4119
4219
4319



NOTA
C4-M SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.

POSICION DE RETENIDAS
(SEGUN SE REQUIERA)

4A

4B

CODIGO	ITEM	C ^a			CODIGO	ITEM	C ^a		
7101-99-41	d	16		ARANDELA CURVA DE AGUJERO 11/16"	1701-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION FASE-FASE.
3428-10-13	k	12		AISLADOR SUSPENSION 6"	1701-XX-XX	p	3		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-NEUT
2636-15-10	o	8		PERNO ARGOLLA 5/8"x10"	1177-4X-XX	rp	6		REMATE PREFORMADO, FASE.
1230-15-09	ci	8		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE	1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA
230-28-00	bo	6		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"					
1101-53-41	aw	8		ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	2		REMATES PREFORMADOS NEUTRO.

LIMITES DE DISEÑO Angulo: 60° a 120° máximo Carga Transversal: 4,000 lbs (17,792 N) máximo por conductor.	1	101	16/4/93	NRECA	CONSTRUCCION VERTICAL 60° a 120° 3 FASES 13.2 / 7.6 Kv.
	2	2.0	20/11/94		
	Nº	REV	FECHA	POR	Diseño: Dibujo: A. I. V. Revisó: Aprubó: M. M.

C4

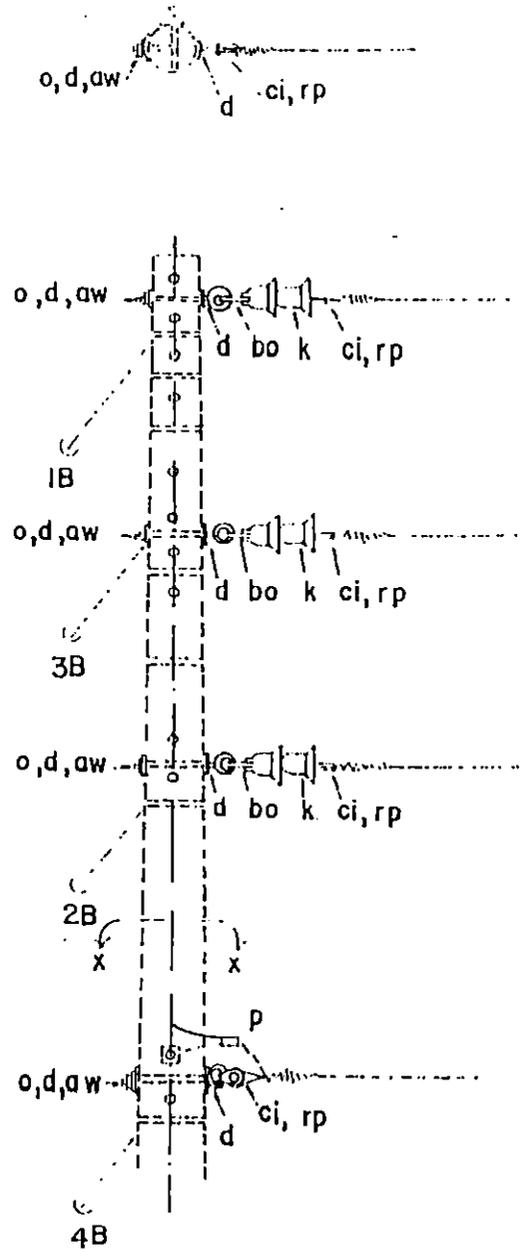
SECCION X-X PLANTA

000
101
202
304

1322
1422
1522

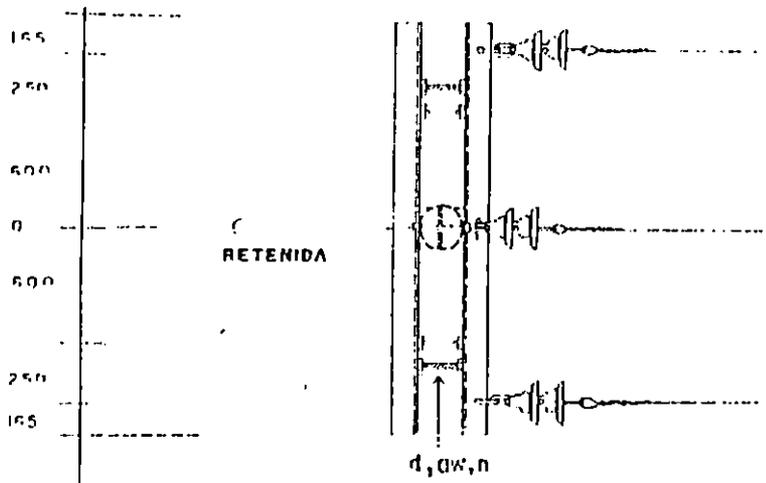
2543
2643
2743

4119
4219
4319

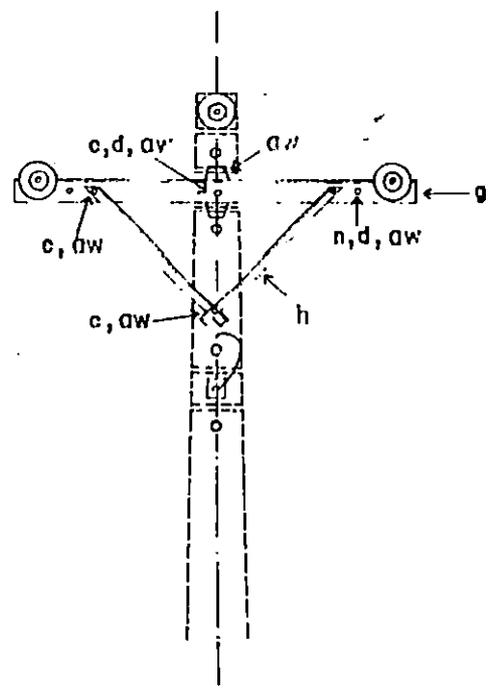
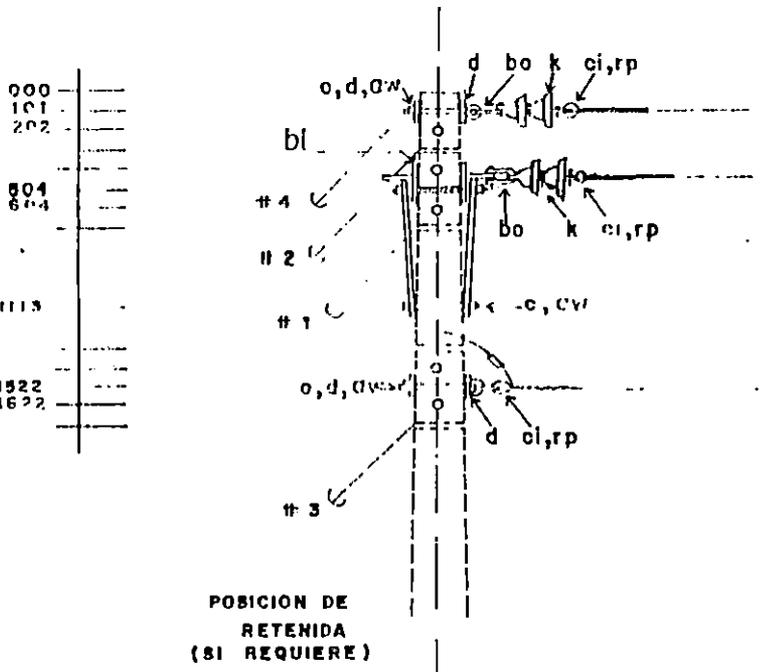


POSICION DE RETENIDAS
(SEGUN SE REQUIERA)

CODIGO	ITEM	C5			CODIGO	ITEM	C5			
7101-99-41	d	8		ARANDELA CURVA DE AGUJERO 11/16"						
3428-10-13	k	6		AISLADOR SUSPENSION 6"						
0636-15-10	o	4		PERNO ARGOLLA 5/8 x 10"	1177-4X-XX	rp	3		REMATE PREFORMADO, FASE.	
1230-15-09	ci	4		HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE	1701-XX-XX	p	1		CONECTOR COMPRESION NEUT.-TIERRA	
1230-28-00	bo	3		GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"						
7105-55-41	qw	4		ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	1		REMATES PREFORMADOS NEUTRO	
LIMITES DE DISEÑO				1	1.01	16/4/93	NRECA	CONSTRUCCION VERTICAL REMATE		
Angulo: 60° a 120° maximo				2	2.0	20/11/94	NRECA	3 FASES 13.2 / 7.6 Kv.		
Carga Transversal 4,000 Lbs.								C5		
(17,792 N) maximo por conductor										
								Diseño:		
								Dibujo:		
								Reviso:		
								Aprobó: M.M.		

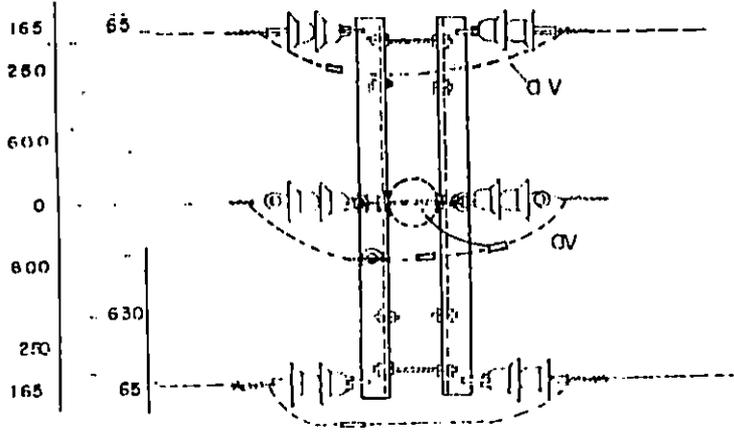


NOTAS:
 * C7-2 : CONDUCTOR Nº 2 ACSR
 * C7-3 : CONDUCTOR Nº 1/0 ACSR
 * C7-4 : CONDUCTOR Nº 4/0 ACSR



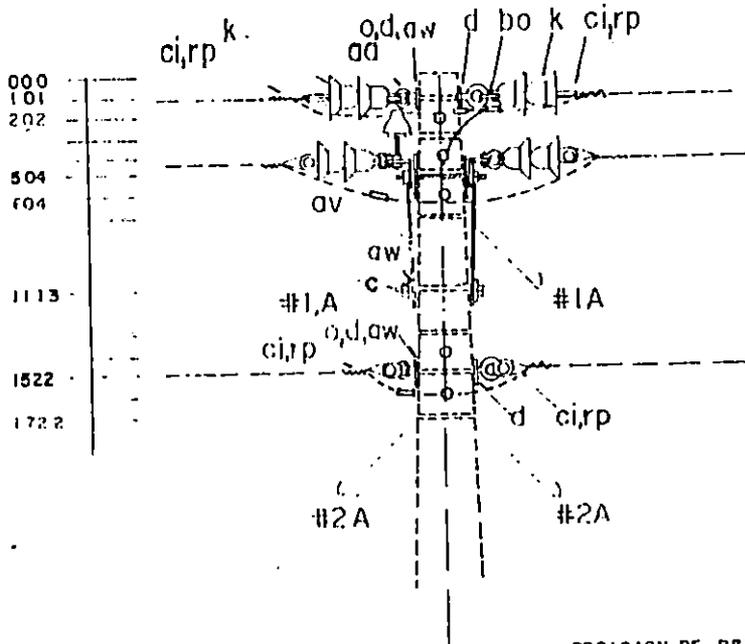
CODIGO	ITEM	Q ²	Q ³	Q ⁴		CODIGO	ITEM	Q ²	Q ³	Q ⁴	
0636-05-10	C	2	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10"	0636-05-10	O	2	2	2	PERNO ANOILLA 5/8" x 10"
0636-06-01	C	4	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	2520-12-09	bl	1	1	1	ZAPATA PARA POSTE
7101-99-41	d	4	4	4	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	1230-28-00	bo	3	3	3	GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"
7103-63-41	d	4	4	4	ARANDELA PLANA REDONDA AGUJ. 11/16"	1230-15-09	ci	4	4	4	HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE
7105-55-41	aw	12	12	12	ARANDELA DE PRESION AGUJERO 11/16"	1177-4X-XX	rp	3	3	3	REMATE PREFORMADO FASE
3428-10-13	k	6	6	6	AISLADOR SUSPENSION 6" DIAMETRO	1177-4X-XX	rp	1	1	1	REMATE PREFORMADO NEUTRO
6281-02-80	g	2	3	4	CRUCERO Ho 3x3" x 1/4" x 2.03m	1701-XX-XX	p	1	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA
0731-42-36	h	4	4	4	DIAGONAL Ho 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 0.91m						
0633-06-12	n	2	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12"						

LIMITES DE DISEÑO: TENSION: 4,000 LBS. (17,792 N) MAX. POR CONDUCTOR	1	101	16/4/93	NRECA	REMATE SENCILLO EN CRUCERO
	2	2.0	20/11/94		3 FASES 13.2 / 7.6 KV
					DISEÑO :
					DIBUJO : Y. M. A. F.
					REVISO :
					APROBO : <i>Tyl</i>
	Nº	REV.	FECHA	POR	C7-2, C7-3, C7-4

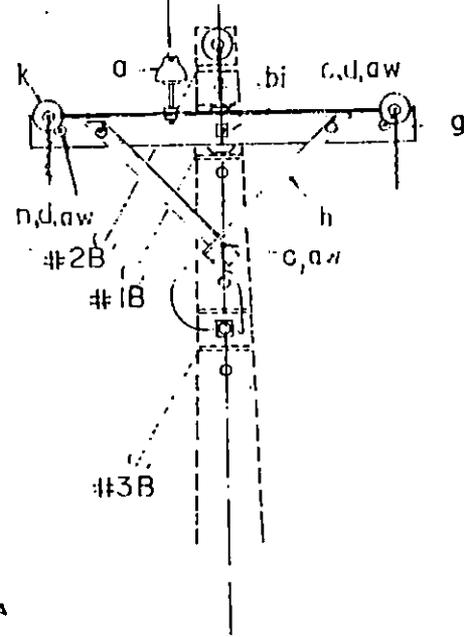


NOTA:

- * C.R-2: CONDUCTOR Nº 2 ACSR
- * C.R-4: CONDUCTOR Nº 1/0 ACSR.
- * C.R-4: CONDUCTOR Nº 4/0 ACSR.



AÑADIR M5-8 Y PUENTES SI REQUIERE.

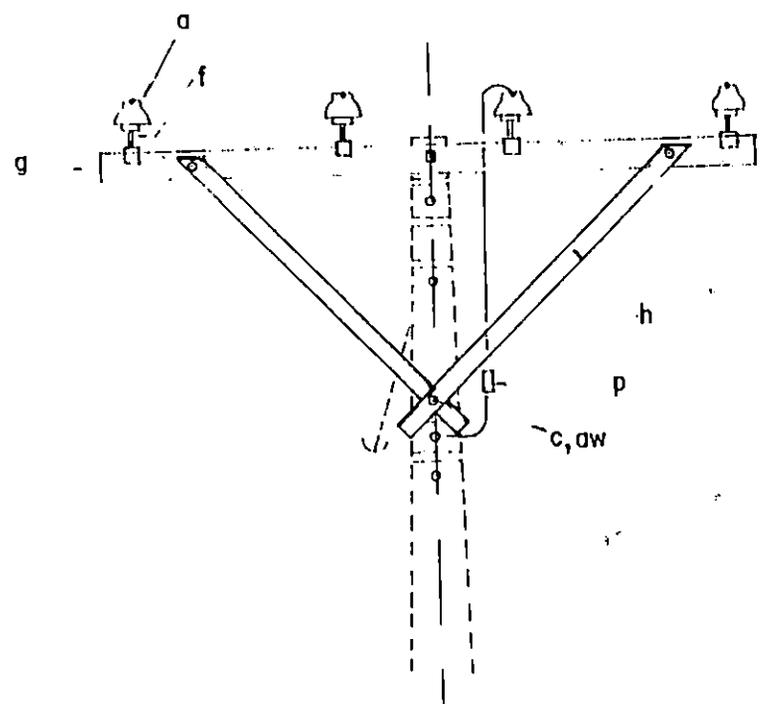
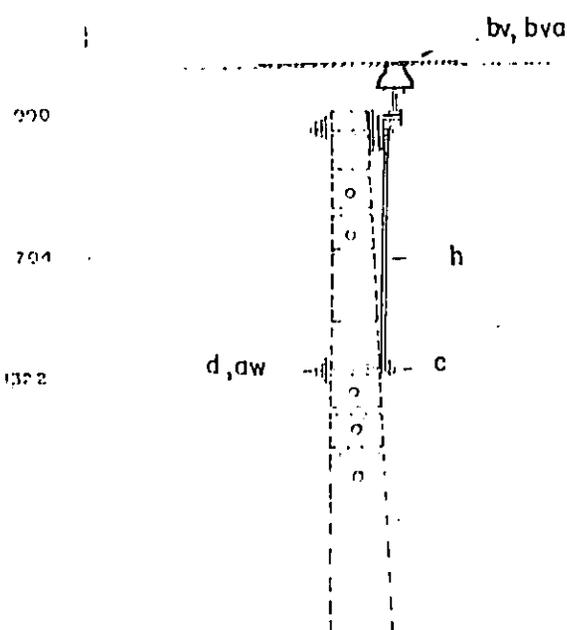
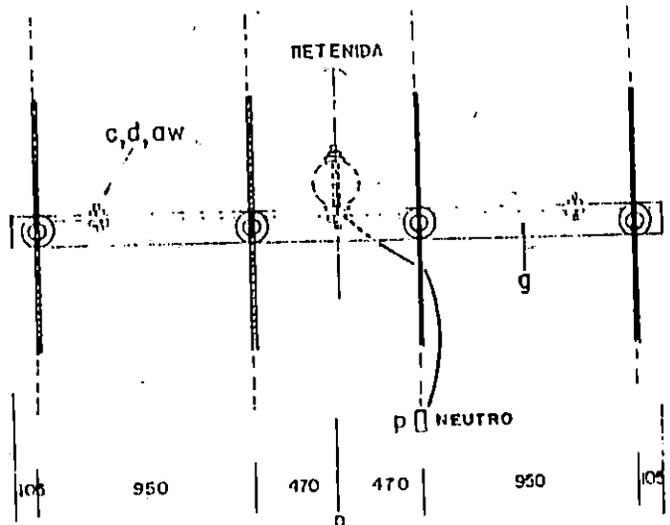


POSICION DE RETENIDA (SI REQUIERE)

- A: ANCLAJE
- B: ANGULO

CODIGO	ITEM	Q	C.B.A		CODIGO	ITEM	Q	C.B.A	
0638-05-10	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 12"	0633-05-12	n	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12"
0638-05-01	c	4	4	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	0636-05-10	o	2	2	PERNO ARGOLLA 5/8" x 10"
7101-99-41	d	4	4	ARANDELA CURVA AGUJERO 11/16"	2520-12-09	bi	2	2	ZAPATA PARA POSTE.
7103-65-41	d	4	4	ARANDELA PLANA REDONDA AG. 11/16"	1230-28-00	bu	6	6	GRILLETE DE ANCLAJE 9/16"
7105-55-41	ov	12	12	ARANDELA PRESION AG. 11/16"	1230-15-09	ci	8	8	HORQUILLA (CLEVIS) DE REMATE.
3428-10-13	k	12	12	AISLADOR SUSPENSION 6"	1177-4X-XX	rp	6	6	REMATE PREFORMADO, FASE.
4920-10-22	oa	2	2	TUERCA ARGOLLA 5/8"	1177-4X-XX	rp	2	2	REMATE PREFORMADO, NEUTRO.
6261-02-30	g	2	4	CRUCERO 3" x 3" x 1/4" x 2.03 M.	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION, NEUTRO-TIER.
0753-32-36	h	4	4	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/4" x 0.91 M	1701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION, NEUTRO-NEUTRO.
3422-41-13	a	1	1	AISLADOR TIPO PIN.	1701-XX-XX	p	3	3	CONECTOR COMPRESION, FASE-FASE.
4541-32-51	f	1	1	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN					

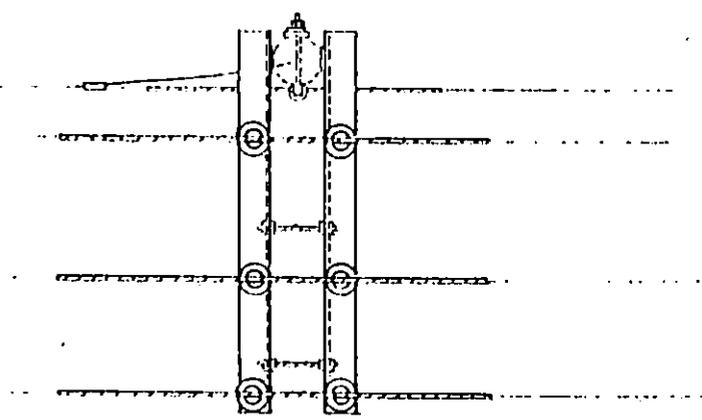
LIMITES DE DISEÑO:	1	1.01	16/4/93	NRECA	DOBLE REMATE EN CRUCERO	
	2	2.0	20/11/94		3 FASES. 13.2 / 7.6 Kv.	
Tensión: 4,000 Lbs (17,792 N) máxima por conductor.					Diseño:	
					Dibujo: A. I. V.	
					Revisó:	
					Aprobó: M. M.	C8-2, C8-4



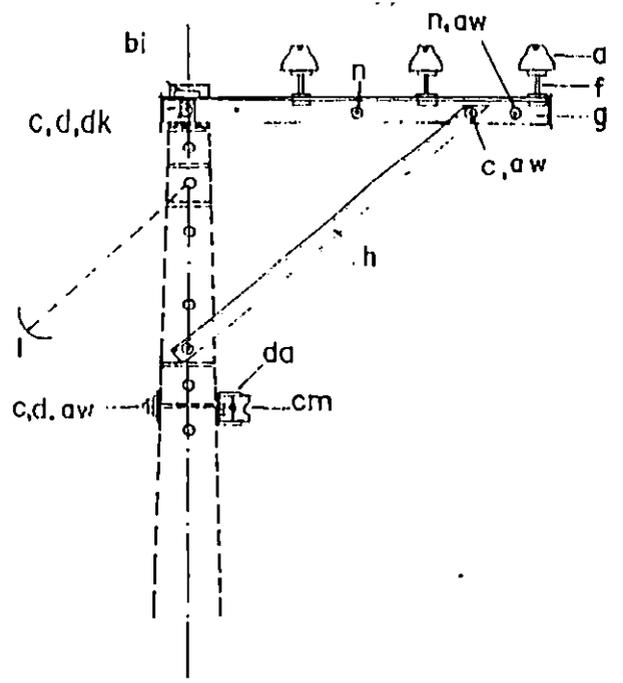
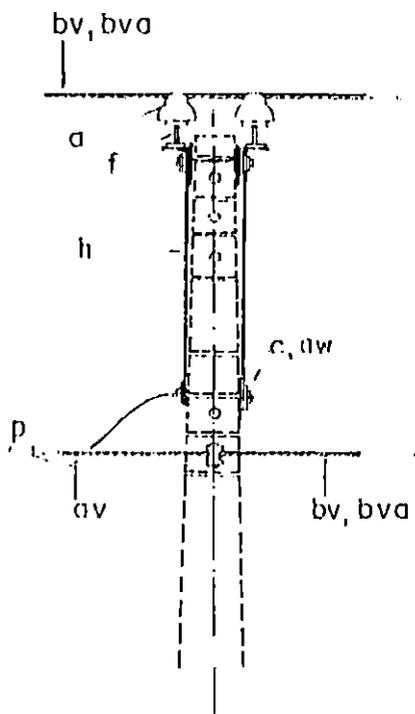
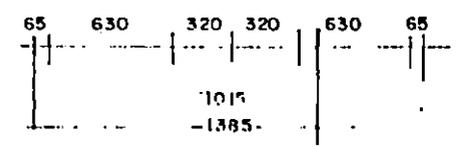
POSICION DE RETENIDA (SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	C9		CODIGO	ITEM	C9	
3422-41-13	a	4	AISLADOR DE PIN	4541-32-51	f	4	ESPIGA PARA AISLADOR TIPO PIN.
0638-05-19	c	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10"	6261-05-30	g	1	CRUCERO 3" x 3" x 3.05 M.
0638-05-01	c	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	0753-32-70	h	2	DIAGONAL 1/2" x 1/2" x 1/4" x 1.78 M.
7101-99-41	d	2	ARANDELA CURVA 11/16"	7105-55-41	aw	4	ARANDELA DE PRESION 11x16"
5371-7X-02	bv	3	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLO, FASE	2520-12-09	bl	1	ZAPATA PARA POSTE.
5371-7X-01	bv	1	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLO, NEUTRO	6790-11-10	bva	4	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
				1701-XX-XX	p	2	CONECTOR COMPRESION N/T.

LIMITE DE DISEÑO				CONSTRUCCION DE CRUCERO		3FASES Y NEUTRO
ANGULO: 0° A 5° MAXIMO	Nº	DEV.	FECHA	POR	Diseño: M. Manon	C 9
CARGA TRANSVERSAL 500 Lbs.	1	1.01	14/5/93	NRECA	Dibujo: M. de Navarrete	
(2,224 II) MAXIMA POR CONDUCTOR	2	2.0	20/11/94	NRECA	Revisó: W.L. Bolaños	
					Aprobó: Jd J	

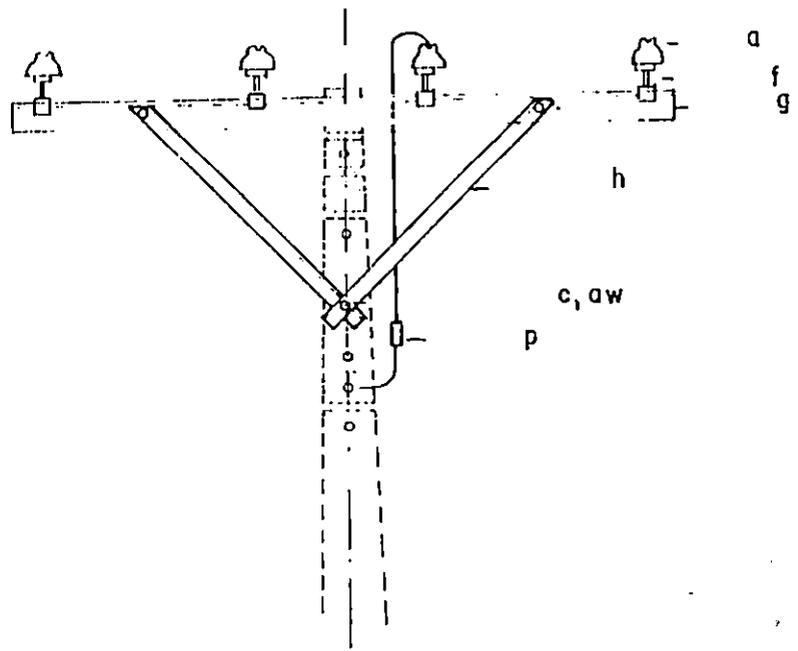
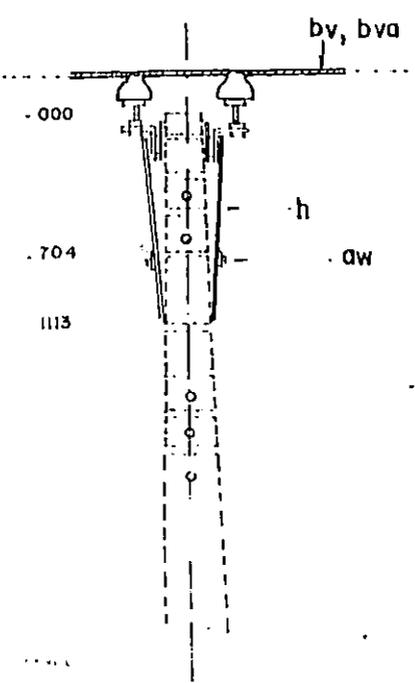
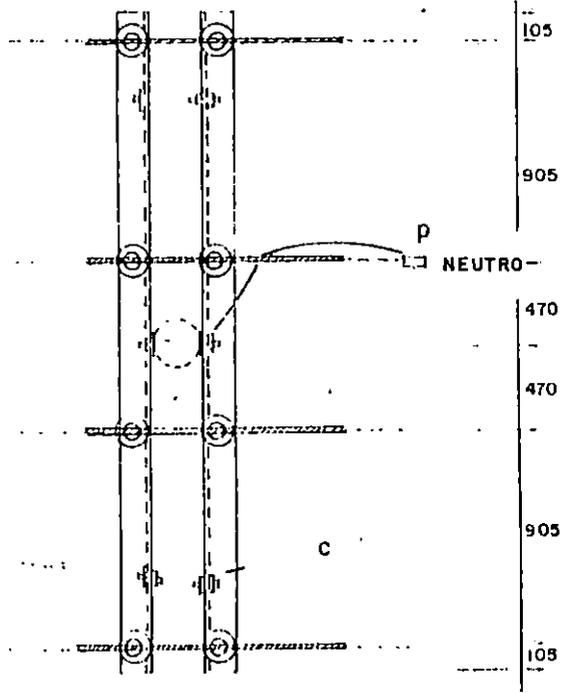


NOTA:
C10-IM SE USARA CON
SECUNDARIO MULTIPLEX.



CODIGO	ITEM	C10-Y	C10-X		CODIGO	ITEM	C10-Y	C10-X	
141-11-73	d	6	6	AISLADOR TIPO PIN.	6281-02-30	g	2	2	CRUCERO 3" x 3" x 1/4" x 2.03M.
0638-05-10	c	3	3	PERNO MAQUINA 5/8" x 12"	0753-32-70	h	2	2	DIAGONAL 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" x 1.78M.
067-05-01	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	2420-12-09	bi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
110-99-41	d	1	1	ARANDELA CURVA 11/16"	6371-7X-02	bv	3	3	JGO. VARILLAS PREF. DOBLE, FASE.
4541-32-51	f	6	6	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	6371-7X-01	bv	1	1	JGO. VARILLAS PREF. SENCILLO, NEUTRO
121-04-01	av			ALAMBRE POLARIZACION POSTE.	6790-11-10	bva	7	6	MARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
110-55-41	aw	9	9	ARANDELA DE PRESION 11/16"	0750-43-00	da	1	1	ESTRIBO PARA AISLADOR DE CARRETE
7701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMPRESION NEUTRO-TIERRA	3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"
17-4X-XX	rp		2	REMATE PREFORMADO NEUTRO.	0633-03-12	n	2	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12"
101-55-41	d	4	4	ARANDELA PLANA 11/16"					

INSTRUMENTOS DE DISEÑO:	1	101	14/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO DOBLE EN CRUCERO				
ángulo: 5° a 15° máximo	2	2.0	20/11/94		3 FASES 13.2 / 7.6 Kv.				
					Diseño:				
					Dibujos: A. I. V.				
					Revisó:				
					Aprobó: M. M. <i>[Signature]</i>				
Nº	REV.	FECHA	POR	C10-I, C10-IM					

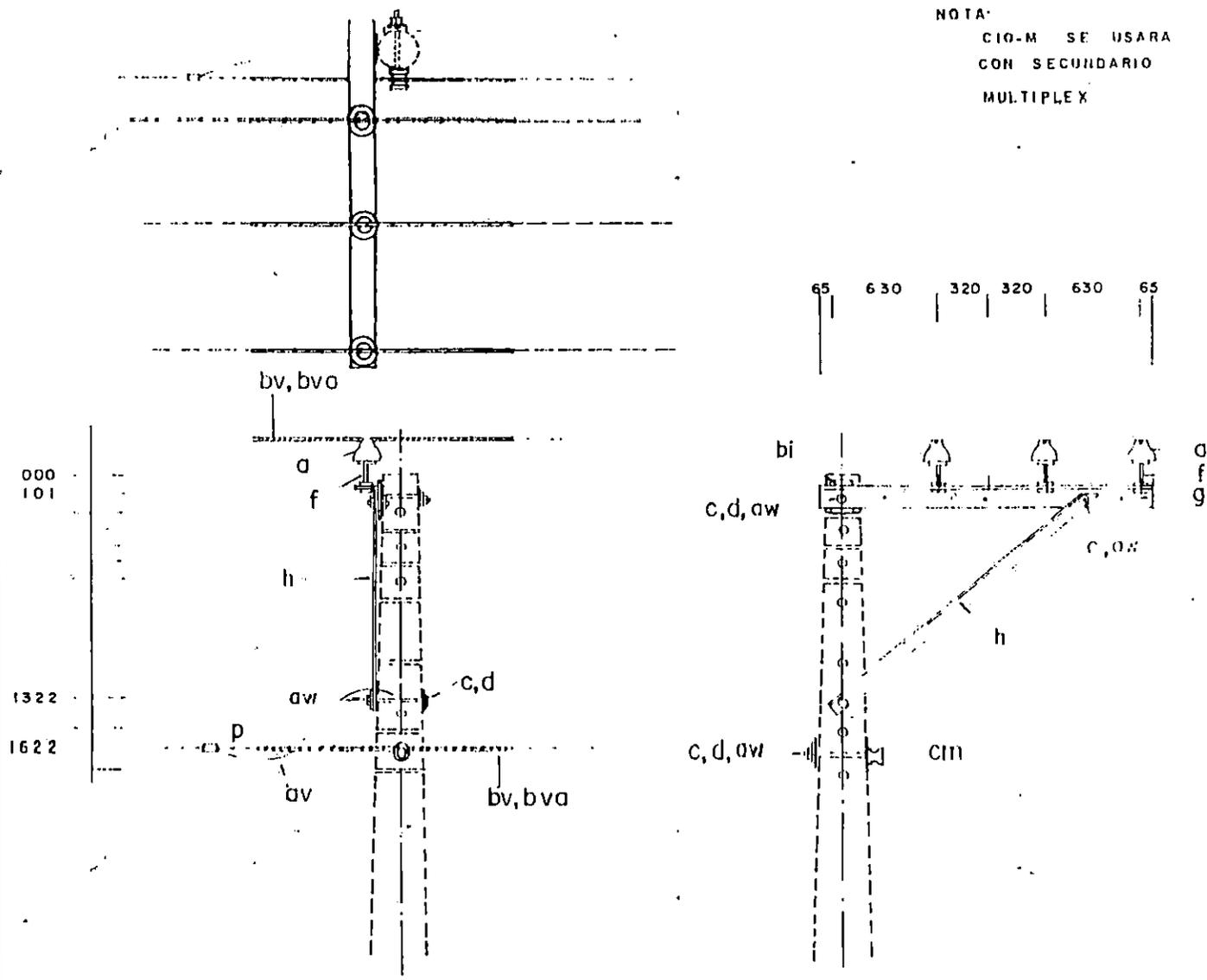


POSICION DE RETENIDA
(SI REQUIERE)

CODIGO	ITEM	C9-1		CODIGO	ITEM	C9-1	
0638-05-10	c	2	PERNO MAQUINA 5/8" x 10"	4541-32-51	f	8	ESPIGA PARA AISLADOR TIPO PIN.
0638-05-01	c	4	PERNO MAQUINA 5/8" x 1 1/2"	6261-05-30	g	2	CRUCERO 3" x 3" x 3.05M.
5371-7X-02	n	2	PERNO TODO ROSCA 5/8" x 12"	0753-32-70	h	4	DIAGONAL 1/2" x 1/2" x 1/4" x 1.78M.
5371-7X-02	bv	3	JGO. VARILLAS PREF. DOBLE FASE	1701-XX-XX	p	2	CONECTOR COMPRESION N-T
5371-7X-01	bv	1	JGO. VARILLAS PREF. DOBLE NEUTRO	2520-12-09	bl	1	ZAPATA PARA POSTE
3422-4I-13	a	8	AISLADOR DE PIN				
7105-55-41	aw	14	ARANDELA DE PRESION 11/16"				
6790-11-10	bva	6	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO				

LIMITES DE DISEÑO: Angulo 0° a 20° máximo Carga Transversal 1000 Lbs (4,448N) máxima por conductor	Nº	REV.	FECHA	POR	CONSTRUCCION DE CRUCERO DOBLE. TRES FASES Y NEUTRO	
		1	1.01	14/5/93	NRECA	Diseño: M. Manon	C 9-1
	2	2.0	20/11/94	NRECA	Dibujo: M. de Navarrete	
					Revisó W.L. Bolaños	
					Aprobó: J. J. J.	

NOTA:
C10-M SE USARA
CON SECUNDARIO
MULTIPLEX

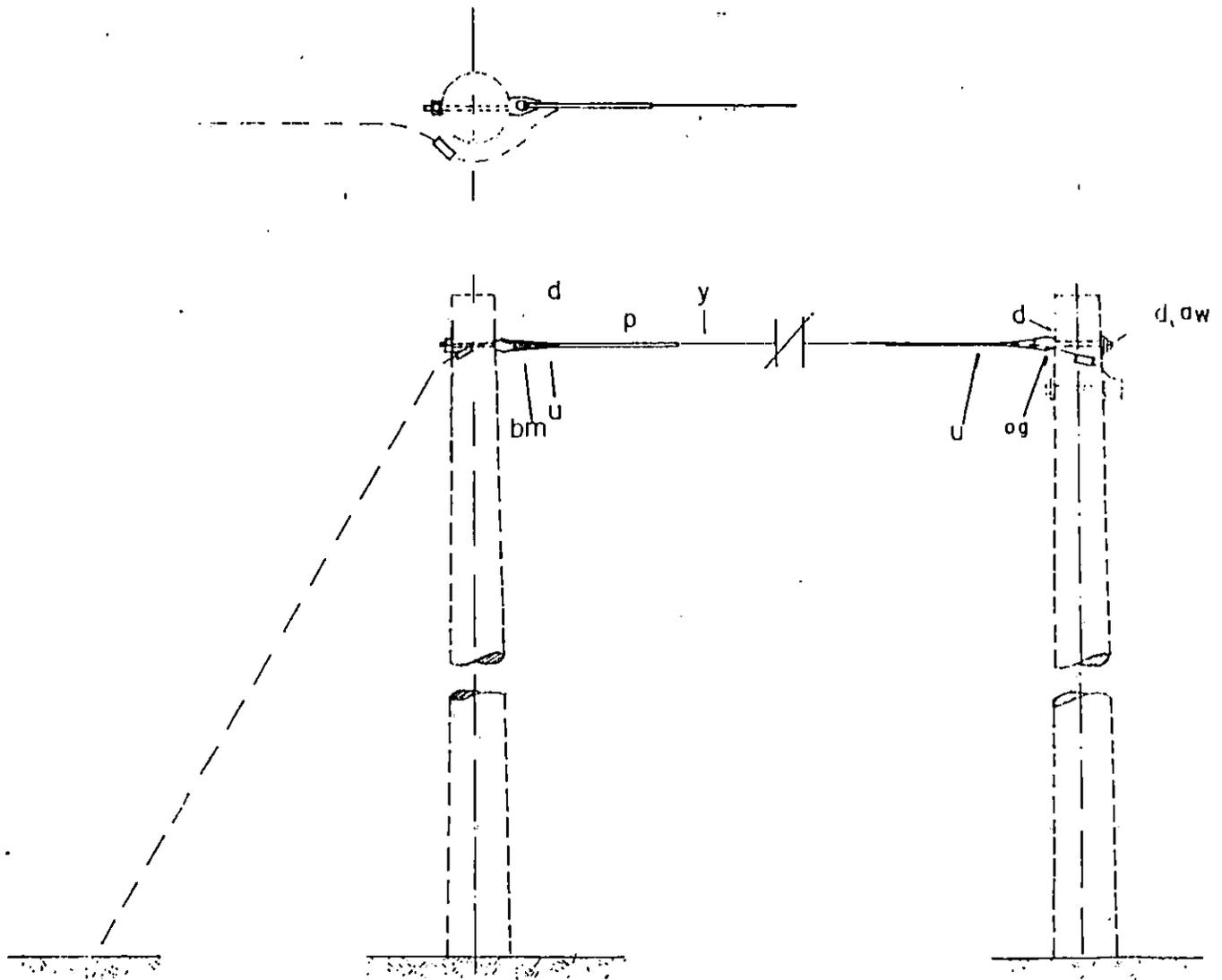


CODIGO	ITEM	C10	C10-M		CODIGO	ITEM	C10	C10-M	
3422-41-73	d	3	3	AISLADOR TIPO PIN.	6261-02-30	g	1	1	CRUCERO 3"x 3"x 1/4" x 2.03 M
0638-05-10	c	2	2	PERNO MAQUINA 5/8" X 10"	0753-32-70	h	1	1	DIAGONAL 1 1/2"x 1 1/2" x 1/4" x 1.78 M
0638-05-01	c	1	1	PERNO MAQUINA 5/8" X 1 1/2"	2420-12-09	hi	1	1	ZAPATA PARA POSTE.
7101-99-41	d	3	3	ARANDELA CURVA 11/16"	5371-7X-02	bv	3	3	JGO.VARILLA PREF.SENCILLA, FASE.
4541-32-51	f	3	3	ESPIGA AISLADOR TIPO PIN.	5371-7X-01	bv	1		JGO.VARILLA PREF.SENC. NEUTRO.
7105-55-41	aw	3	3	ARANDELA DE PRESION 11/16"	6790-11-10	bvo	4	3	AMARRADERA PRIMARIA ALUMINIO.
7701-XX-XX	p	1	1	CONECTOR COMP. NEUTRO-TIERRA.	0750-43-00	do	1	1	PERNO PARA AISLADOR DE CARRETE
1177-4X-XX	rp		2	REMATE PREFORMADO NEUTRO.	3426-40-19	cm	1	1	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"

LIMITES DE DISEÑO: Angulo: 0° a 5° máximo.	1	1.01	16/4/93	NRECA	SOPORTE PRIMARIO SENCILLO EN CRUCERO	
	2	2.0	20/11/94		3 FASES 132 / 7.6 Kv.	
	Nº	REV.	FECHA	POR	Diseño: _____ Dibujó: A. I. V. Revisó: _____ Aprobó: M. M. <i>Engle</i>	
					C10, C10-M	

NOTA:

E 2-2 VA CON
EI-2.



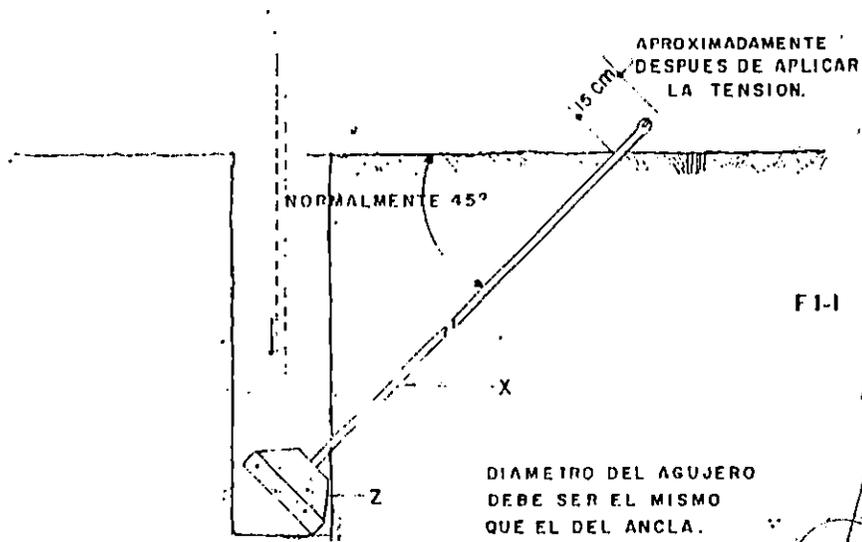
Sin Escala.

CODIGO	ITEM	E2-2			CODIGO	ITEM	E2-2		
1177-23-83	u	2		MORDAZA PREFORMADA,	7101-99-41	d	3		ARANDELA CURVA 11/16"
					7105-55-41	dw	2		ARANDELA DE PRESION.
7381-23-83	y			CABLE DE RETENIDA 5/16"	1701-XX-XX	p	2		CONECTOR COMPRESION.
					6780-32-11	bm	1		TUERCA GUARDACABO
					0636-55-12	og	1		PERNO GUARDACABO
					RETENIDA AEREA.				
					Diseño:				
					Dibujo: A. I. V.				
					Reviso:				
					Aprobo: M. M. <i>Zyd</i>				
					E 2-2				

1 101 16/4/93 NRECA
2 2.0 20/11/94
Nº REV. FECHA POR

Diseño:
Dibujo: A. I. V.
Reviso:
Aprobo: M. M. *Zyd*

E 2-2

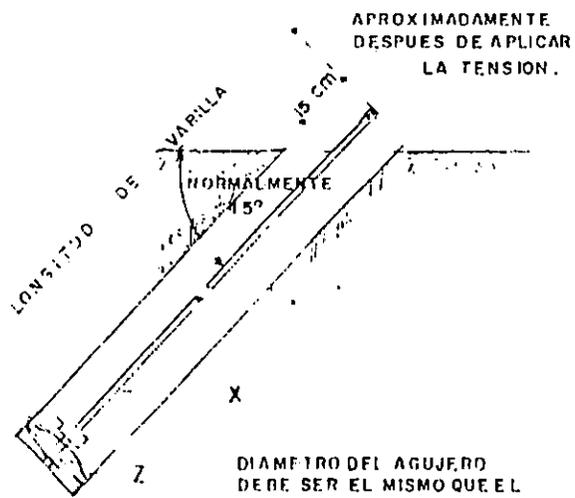


F1-1

DIAMETRO DEL AGUJERO DEBE SER EL MISMO QUE EL DEL ANCLA.



CANAL PARA ALOJAR VARILLA.

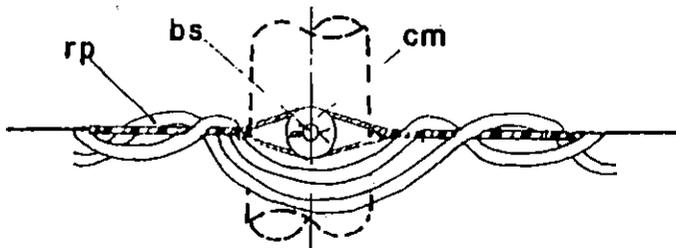


F1-2

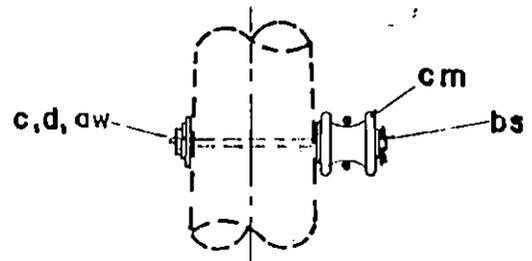
DIAMETRO DEL AGUJERO DEBE SER EL MISMO QUE EL DEL ANCLA SIN EXPANDER.

Sin Escala.

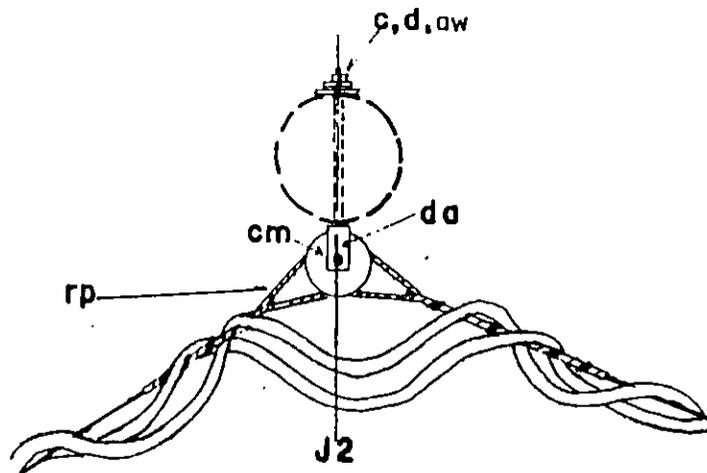
CODIGO	ITEM	Q ¹	Q ²				F1-1	F1-2				
36185-01	X	1		VARILLA DE ANCLAJE, UN OJO. 5/8" x 7'			6,000	1.1				
	X	1		VARILLA DE ANCLAJE, DOS OJOS. 3/4" x 8'				10,000	1.00			
109X-XX 05	Z	1	1	ANCLA								
				MANDELA PLANA 4" x 4" x 1.2"								
					1	1.01	19/4/93	NRECA			USO E INSTALACION DE ANCLAS.	
					2	2.0	20/11/94					
					Nº	REV.	FECHA	POR		Diseño:		
										Dibujo: A.I.V.		
										Revisó:		
										Aprobó: M. M. <i>Jyk</i>		
										F1-1 F1-2		



J1 remate de Ø a 5°



J1

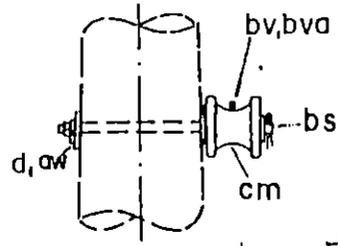
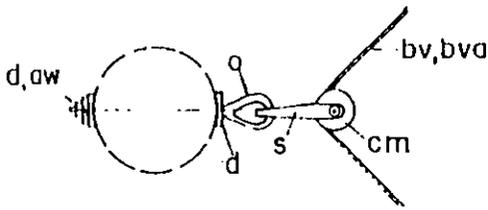
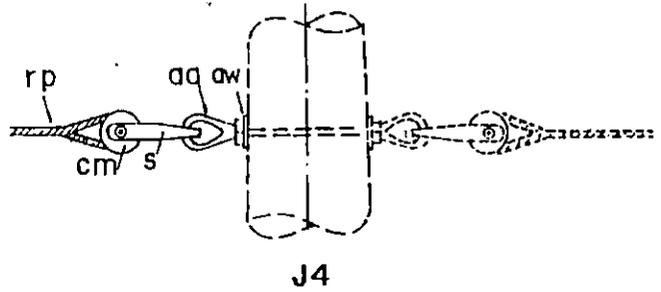
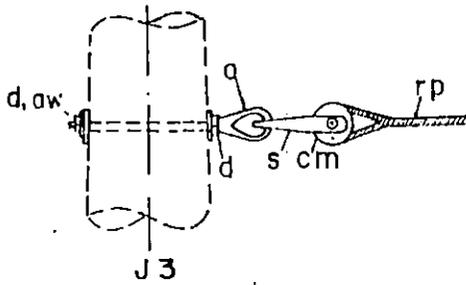


J2

Sin Escala.

CODIGO	ITEM		J1	J2														
0639-05-10	bs	PERNO AISLADOR CARRETE 5/8" X 10"	1															
0638-05-10	c	PERNO MAQUINA 5/8" X 10"		1														
3425-20-11	cm	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"	1															
3426-20-11	cm	AISLADOR DE CARRETE 3"		1														
7101-99-41	d	ARANDELA CURVA AGUJ. 11/16"	1	1														
7105-55-41	ow	ARANDELA DE PRESION AGUJ. 11/16"		1														
0750-43-00	da	ESTRIBO PARA AISLADOR DE CARRETE		1														
1177-4X-XX	rp	REMATE PREFORMADO	2	2														

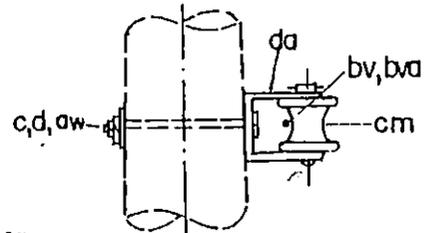
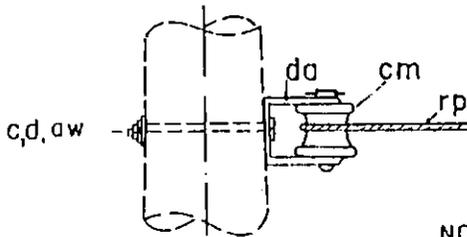
	1	1.01	19/4/93	NRECA	ENSAMBLER DE SECUNDARIOS. -			
	2	2.0	20/11/94					
					Diseño:			
					Dibujo: A. I. V.			
					Revisó:			
					Aprobó: M. M.			
Nº	REV.	FECHA	POR				J1 J2	



J7
30° a 60°

J8 tangenti de 0 a 5°
0° a 5°

Sin Escala.



J9

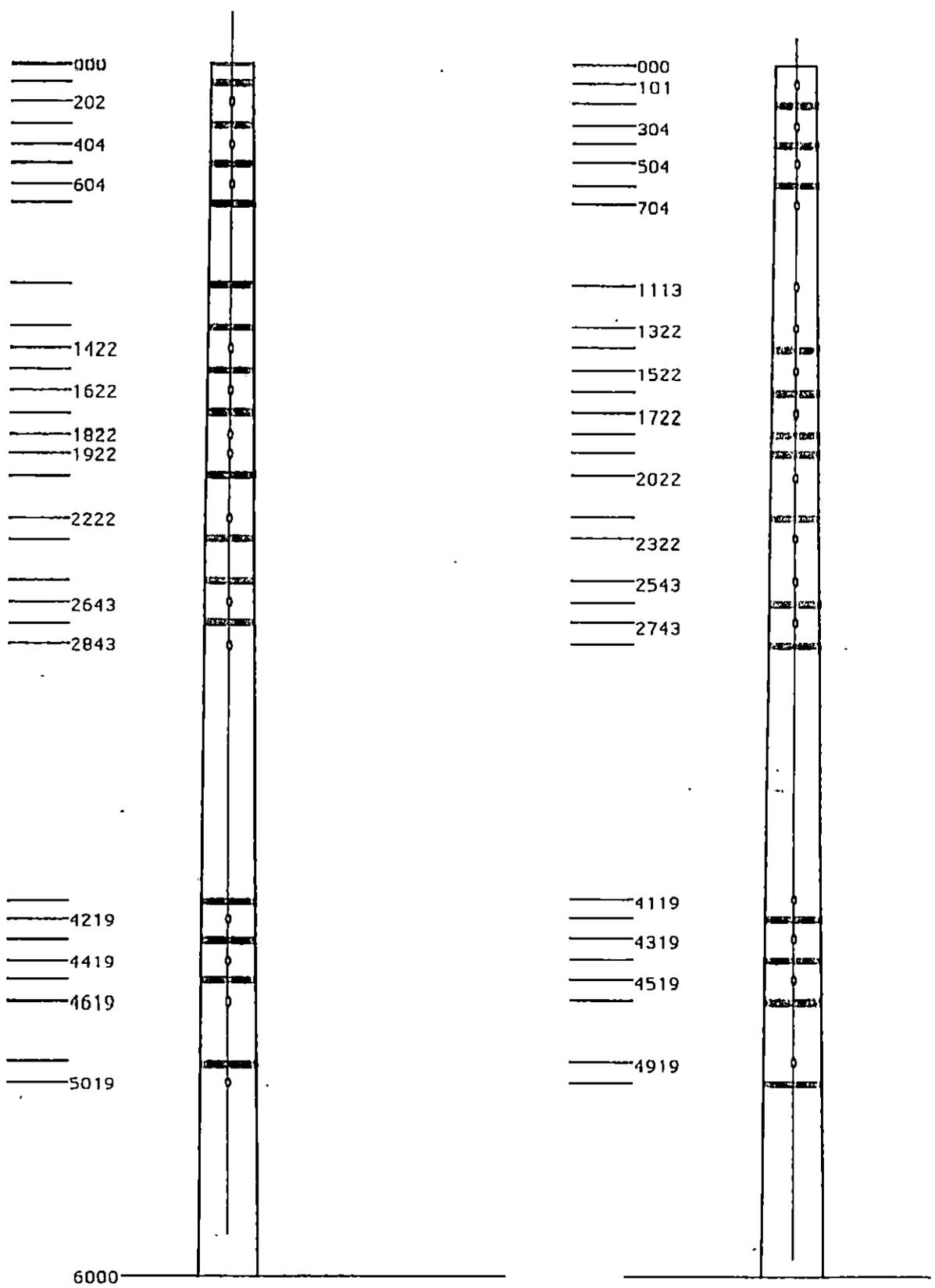
NOTA: Con cable Triplex
utilizar remate
preformado.

J10
5° a 30°

CODIGO	ITEM		J3	J4		J7	J8	J9	J10				
4290-10-63	oa	TUERCA ARGOLLA CORRIENTE.		1									
5371-7X-01	bv	JUEGO VARILLAS PREFORMADO.				1	1		1				
6790-11-10	bva	AMARRADERA DE ALUMINIO.				1	1		1				
0639-05-10	bs	PERNO AISLADOR CARRETE 5/8" x 10"						1					
0638-05-10	c	PERNO MAQUINA 5/8" x 10"							1	1			
3426-20-11	cm	AISLADOR DE CARRETE 1 3/4"	1	1			1	1					
3426-20-11	cm	AISLADOR DE CARRETE 3"				1				1			
7101-99-41	d	ARANDELA CURVA 11/16"	2			2	1	1	1				
7105-55-41	aw	ARANDELA DE PRESION 11/16"	1	1		1		1	1				
0780-45-00	da	ESTRIBO PARA AISLADOR DE CARRETE.							1	1			
1230-12-01	s	ESTRIBO COLGANTE AISLADOR CARRETE.	1	1		1							
1177-4X-XX	rp	REMATE PREFORMADO.	1	1						1			
0636-05-10	o	PERNO ARGOLLA 5/8" x 10"	1			1							

1	101	19/4/93	NRECA
2	2.0	20/11/94	
Nº	REV.	FECHA	POR

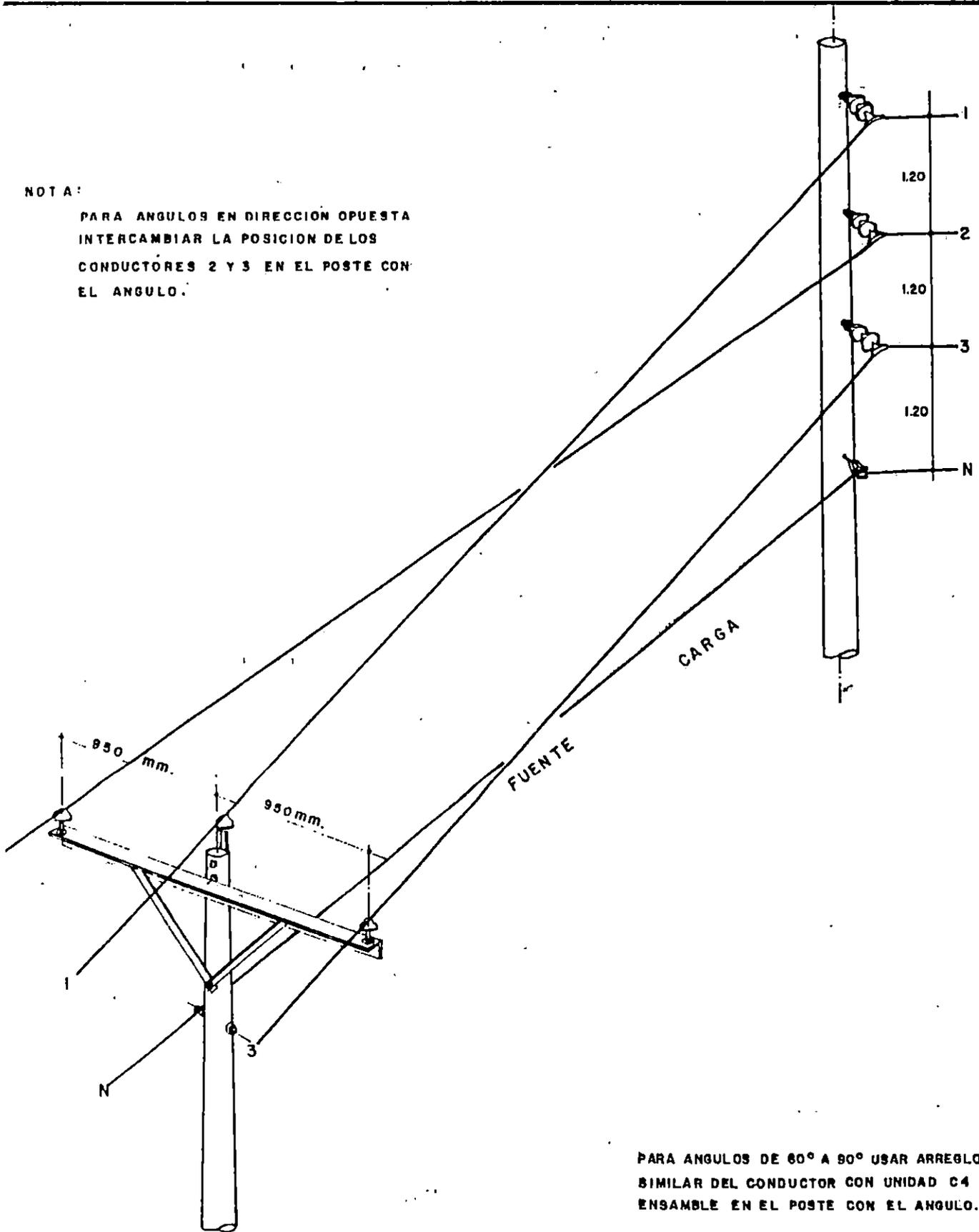
ENSAMBLER DE SECUNDARIO.	
Diseño:	
Dibujo: A. I. V.	
Revisó:	
Aprobó: M. M.	J3 a J10



				DISTRIBUCION DE AGUJEROS EN POSTES DE CONCRETO CEL - NRECA	
Nº	REV.	FECHA	POR		
1	1.01	14/5/93	NRECA		
2	2.0	20/11/94	NRECA	Diseño: D. Metz	
				Dibujo: M. Manon	
				Revisó: M. Manon	
				Aprobó: <i>[Signature]</i>	
				M20-C	

NOTA:

PARA ANGULOS EN DIRECCION OPUESTA
INTERCAMBIAR LA POSICION DE LOS
CONDUCTORES 2 Y 3 EN EL POSTE CON
EL ANGULO.



PARA ANGULOS DE 60° A 90° USAR ARREGLO
SIMILAR DEL CONDUCTOR CON UNIDAD C4 DE
ENSAMBLE EN EL POSTE CON EL ANGULO.

IMITES DE DISEÑO: Angulo: de 30° a 60°		14/5/93	NRECA	GUIA PARA CONSTRUCCION VERTICAL LINEA EN CRU- CETA A LINEA EN CONSTRUCCION VERTICAL.
				Diseño: Dibujo: A. I. V. Revisó: Aprobó: M. M. <i>Th</i>
	Nº	REV.	FECHA	POR
				M 21

ANEXO B
TABLAS DE CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES, FACTORES
DE SOBRECARGA Y ESFUERZO DE CABLE PARA RETENIDA.

CABLES DE ALUMINIO TIPO ACSR
(ALUMINUM CONDUCTOR STEEL REINFORCED)
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES, MECANICAS Y ELECTRICAS

Código Clave	Calibre AWG o MCM ²	No. de hilos / diám. (No./mm)		Área (mm ²)		Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)			Grav. (lb/1000')	Resistencia (kg/mm ²)		Ámp. Carga (Amp.)	Espesor de Aisl. (mm)
		Aluminio	Aero	Aluminio	Total		Total	Aluminio	Aero		20°C	75°C		
Turkey	6	6/1.679	1/1.679	13.29	15.48	5.037	53.7	36.4	17.3	540	2.1130	2.6840	110	8
Swan	4	6/2.118	1/2.118	21.16	24.71	6.355	85.3	57.9	27.4	844	1.3290	1.7160	145	6
Swanair	4	7/1.961	1/2.614	21.16	26.52	6.528	99.7	58.0	41.7	1070	1.3120	1.7390	145	6
Sparrow	2	6/2.672	1/2.672	33.61	39.23	8.016	135.7	92.1	43.6	1293	0.8330	1.1090	195	4
Sparate	2	7/2.474	1/3.299	33.61	42.19	8.247	158.7	92.2	66.5	1651	0.8270	1.1190	195	4
Rhbin	1	6/3.000	1/3.000	42.39	49.48	9.000	171.0	116.0	55.0	1610	0.6630	0.8890	220	3
Raven	1/0	6/3.371	1/3.371	53.48	62.39	10.112	215.9	146.5	69.4	1987	0.5290	0.7150	255	2
Quail	2/0	6/3.782	1/3.782	67.42	78.65	11.346	272.5	185.0	87.5	2004	0.4170	0.5810	295	1
Pigeon	3/0	6/4.247	1/4.247	85.03	99.23	12.751	343.5	233.2	110.3	3000	0.3310	0.4690	340	1/0
Penguin	4/0	6/4.770	1/4.770	107.23	125.10	14.300	433.2	294.2	139.0	3787	0.2620	0.3840	390	2/0
Waxwing	266.8	18/3.091	1/3.091	135.16	142.64	15.469	431.6	373.5	58.1	3121	0.2120	0.2600	480	3/0
Partridge	266.8	26/2.573	7/2.002	135.16	157.16	16.307	548.2	375.0	171.2	5126	0.2100	0.2570	490	3/0
Ostrich	300.0	26/2.770	7/2.121	162.00	176.77	17.272	814.8	421.2	193.4	5781	0.1870	0.2280	530	180.7
Merlin	336.4	18/3.472	1/3.472	170.45	179.94	17.374	543.2	470.3	72.9	3937	0.1680	0.2060	560	4/0
Linnet	336.4	26/2.888	7/2.245	170.45	198.19	18.289	689.0	471.7	217.3	6400	0.1670	0.2030	570	4/0
Oriole	336.4	30/2.690	7/2.690	170.45	210.26	18.821	784.3	473.2	311.1	7847	0.1650	0.2020	575	4/0
Clickattee	397.5	18/3.774	1/3.774	201.42	212.58	18.872	642.9	555.1	87.8	4509	0.1420	0.1740	620	250.0
Brant	397.5	24/3.269	7/2.179	201.42	227.42	19.609	761.9	558.1	203.8	6622	0.1410	0.1730	630	250.0
Ibis	397.5	26/3.139	7/2.441	201.42	234.19	19.888	814.0	558.0	256.0	7394	0.1410	0.1730	640	250.0
Lark	397.5	30/2.924	7/2.924	201.42	248.39	20.472	927.1	559.5	367.6	9208	0.1400	0.1720	640	250.0
Pelican	477.0	18/4.135	1/4.135	241.68	255.10	20.676	770.9	666.7	104.2	5352	0.1180	0.1450	700	300.0
Flicker	477.0	24/3.581	7/2.388	241.68	273.03	21.488	915.2	669.7	245.5	7802	0.1180	0.1440	710	300.0
Hawk	477.0	26/3.439	7/2.675	241.68	281.03	21.793	977.7	669.7	308.0	8845	0.1180	0.1440	720	300.0
Hen	477.0	30/3.203	7/3.203	241.68	298.06	22.428	1111.7	671.2	440.5	10795	0.1170	0.1430	720	300.0
Heron	500.0	30/3.279	7/3.279	253.35	312.46	22.962	1165.2	703.9	461.3	11317	0.1110	0.1360	745	314.0
Osprey	556.5	18/4.465	1/4.465	282.00	297.68	22.327	898.9	776.8	122.1	6214	0.1020	0.1250	770	350.0
Parakeet	556.5	24/3.868	7/2.578	282.00	318.58	23.216	1067.0	781.3	285.7	8981	0.1010	0.1240	790	350.0
Dove	556.5	26/3.716	7/2.891	282.00	327.93	23.546	1139.9	781.3	358.5	10251	0.1010	0.1240	790	350.0
Eagle	556.5	30/3.453	7/3.459	282.00	347.81	24.206	1297.7	782.8	514.9	12610	0.1000	0.1230	800	350.0
Peacock	605.0	24/4.034	7/2.690	306.58	346.32	24.206	1160.8	849.7	311.1	9798	0.0928	0.1142	830	380.5
Squab	605.0	26/3.874	7/3.012	306.58	356.45	24.536	1239.6	849.7	389.9	11022	0.0925	0.1135	830	380.5
Woodduck	605.0	30/3.607	7/3.607	306.58	378.13	25.248	1410.8	851.2	559.6	13109	0.0919	0.1129	840	380.5
Teal	605.0	30/3.607	19/2.164	306.58	376.45	25.248	1398.9	851.2	547.7	13608	0.0919	0.1125	840	380.5
Kingbird	636.0	18/4.775	1/4.775	327.26	340.13	23.876	1076.8	888.4	138.4	7121	0.0889	0.1093	840	400.0
Rook	636.0	24/4.135	7/2.756	327.26	364.06	24.816	1218.8	892.9	325.9	10251	0.0883	0.1083	860	400.0
Grassbeak	636.0	26/3.973	7/3.089	327.26	374.77	25.146	1302.1	892.9	409.2	11431	0.0879	0.1063	860	400.0
Scoter	636.0	30/3.698	7/3.698	327.26	397.48	25.883	1482.2	894.4	587.8	13789	0.0876	0.1073	870	400.0
Friget	636.0	30/3.698	19/2.720	327.26	395.81	25.883	1470.3	894.4	575.9	14288	0.0876	0.1076	870	400.0
Swift	636.0	36/3.376	1/3.376	327.26	331.23	23.622	958.4	888.4	70.0	6214	0.0889	0.1083	845	400.0

**Table 261-2 Overload Capacity Factors for Metal
and Prestressed Concrete Structures**

	Overload capacity factors	
	Grade B	Grade C
Vertical loads ①	1.50	1.50
Transverse loads		
Wind	2.50	2.20
Wire tension at angles	1.65	1.10
Longitudinal loads		
At Crossings		
In general	1.10	no requirement
At dead ends	1.65	1.10
Eisewhere		
In general	1.00	no requirement
At dead ends	1.65	1.10

① Where vertical loading significantly reduces the loading on a structure member, a vertical overload factor of 1.0 should be used for the design of such member. Such members shall be designed for their worst case loading condition.

NOTE: The factors in this table apply for the loading conditions of Rule 250B. For extreme wind loading conditions, see Rule 260C.

Tabla 4.11
 Datos de Esfuerzos de Cable para Retenidas

TIPO	TAMAÑO [pulg]	ESFUERZO DE RUPTURA	
		[lbs]	[kgs]
Siemens Martin Steel	1/4	3150	1430
	5/16	5350 *	2426
	3/8	6950	3152
	7/16	9350	4240
High Shength Steel	1/4	4750	2154
	3/8	10800	4898
	7/16	14500	6576

* Tamaño más utilizado en nuestro país.