

3111



**INECEL**

REPUBLICA DEL ECUADOR

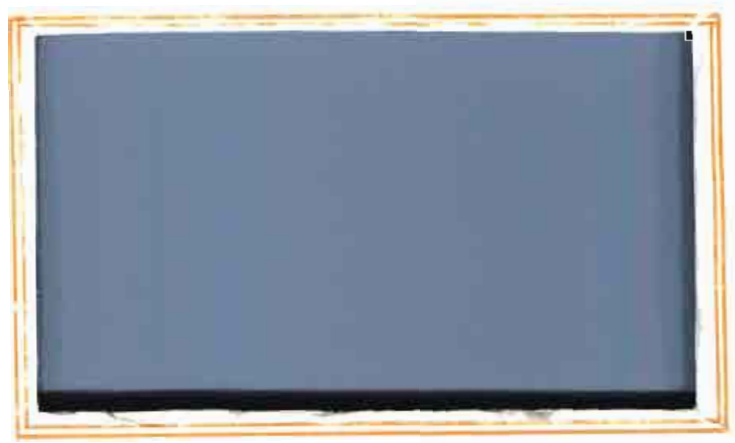
MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y ENERGETICOS  
INSTITUTO ECUATORIANO DE ELECTRIFICACION

INECEL

PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL

UNIDAD EJECUTORA

47.013



621.393  
In43g

**UNEPER**

QUITO - ECUADOR

621.343  
7m43x



GUIA DE DISEÑO  
JULIO DE 1.980

001173

## PROGRAMA NACIONAL DE ELECTRIFICACION RURAL

### GUIA DE DISEÑO

#### C O N T E N I D O

- 1.- INTRODUCCION
- 2.- PARAMETROS DE DISEÑO
  - 2.1. Alcance del proyecto
  - 2.2. Determinación de demandas
  - 2.3. Estudio de mercado
  - 2.4. Alimentadores primarios y secundarios
    - 2.4.1. Configuración
    - 2.4.2. Niveles de voltaje
    - 2.4.3. Tipos y calibres de conductores
    - 2.4.4. Equilibrio de carga
    - 2.4.5. Niveles de aislamiento
    - 2.4.6. Cálculos eléctricos
    - 2.4.7. Cálculo del conductor económico
    - 2.4.8. Niveles máximos de regulación
    - 2.4.9. Pérdidas
    - 2.4.10. Protecciones
- 3.- SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURAS
  - 3.1. Criterios eléctricos
    - 3.1.1. Separación entre conductores
    - 3.1.2. Distancias de línea a tierra
    - 3.1.3. Distancias a masa
    - 3.1.4. Distancias entre circuitos en una misma estructura
    - 3.1.5. Distancias entre líneas que se cruzan

# INECEL

- 3.2. Criterios mecánicos
  - 3.2.1. Parámetros de ubicación de estructuras
  - 3.2.2. Cálculo del vano máximo permisible
  - 3.2.3. Cálculo de tablas de estacamiento
  - 3.2.4. Cálculo de elevaciones y depresiones
  - 3.2.5. Levantamiento (Uplift)
  - 3.2.6. Cálculo del levantamiento

## 4.- LIMITACIONES DE ESTRUCTURAS

- 4.1. Fuerza del viento sobre conductores
- 4.2. Limitación de la Estructura CP2
  - 4.2.1. Presión de viento sobre conductores
  - 4.2.2. Fuerza total sobre la estructura CP2
- 4.3. Cálculo de tensores
- 4.4. Limitación de la estructura CP2E
  - 4.4.1. Esfuerzo total en la estructura CP2E debido al viento y al cambio de dirección
  - 4.4.2. Fuerza necesaria para los tensores
- 4.5. Limitación de las estructuras CR y BR
- 4.6. Limitaciones de crucetas
  - 4.6.1. Fuerzas horizontales sobre crucetas
- 4.7. Limitación de la estructura BA
- 4.8. Limitación de la estructura BA2
- 4.9. Limitación de la estructura CR2
- 4.10. Presión máxima vertical sobre pie de postes
- 4.11. Anclajes
- 4.12. Limitaciones de líneas secundarias

# INECEL

5.-

## ACOMETIDAS

5.1. Acometidas

5.2. Conductores

5.3. Separaciones mínimas

5.4. Fijación de la acometida en el poste

5.5. Fijación de la acometida en el inmueble

# INECEL

## 1. INTRODUCCION

El presente trabajo constituye un conjunto de recomendaciones y definiciones básicas cuyo propósito es orientar y ordenar dentro de un mismo criterio, los diseños que ejecutarán diferentes Compañías Consultoras, Entidades Eléctricas o profesionales independientes.

Cada Sistema comprende varios subproyectos y todo el trabajo para cada Subproyecto debe ser preparado y presentado utilizando la simbología y los Anexos que constituyen el "Instructivo para la presentación de Proyectos" elaborado por UNEPER.

Todos los diseños se elaborarán y ejecutará bajo la supervisión y la aplicación de normas y procedimientos establecidos por UNEPER.

## 2. PARAMETROS DE DISEÑO

### 2.1. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto se definirá en forma preliminar en UNEPER y luego en las Empresa Eléctricas utilizando los siguientes parámetros principales: Población, vías de acceso, grado de desarrollo agropecuario, proyecciones agroindustriales del sector, programas interinstitucionales, interés demostrado por los pobladores, distancia y estado de los sistemas eléctricos existentes. Criterios semejantes definirán el área de influencia del proyecto, con la cual se establecerá la carga de diseño de los alimentadores primarios.

# INECEL

## 2.2. Determinación de demandas

Para la definición de las cargas de diseño, se han determinado valores típicos de demandas y consumos unitarios diversificados, basados en una programación y ejecución de trabajos de campo que permitieron obtener lecturas de cargas y tensiones en sectores representativos y en diferentes circuitos y transformadores del país; con la colaboración de las Empresas Eléctricas se logró recopilar información y datos que analizados y procesados convenientemente dieron como resultado la clasificación de tres tipos de consumidores típicos para las diferentes regiones del país.

Esta información, añadida a los datos estadísticos sobre consumos rurales permiten obtener las tasas de crecimiento para el período de predicción, estableciendo en 15 años para líneas y 8 años para transformadores.

Con la ayuda de la información socioeconómica de las diferentes regiones y sectores de los subproyectos, se define, y se clasifica al tipo de consumidor que se encontrará a lo largo de cada subproyecto. La información socioeconómica debe presentarse en los Anexos N<sup>o</sup>s 6,7 y 8 del "Instructivo para la Presentación de Proyectos".

Con los valores índices establecidos y proyectados para cada tipo de consumidor en cada subproyecto y con las curvas de diversidad, población, vivienda y cargas especiales a instalarse en el área de influencia del subproyecto, se determina la carga de diseño de las líneas.

# INECEL

## 2.3. Estudio de mercado

El estudio de mercado de las poblaciones a servir, se obtiene del número de abonados, los consumos y las cargas de diseño de los transformadores.

A los consumos y demandas residenciales y comerciales se añadirán las cargas especiales como son bombas para riego, industrias, etc; siendo éstas las que en algunos casos definirán el tipo de línea y el proyecto en general, las cuales por lo tanto, debido a su magnitud y característica merecen un análisis y tratamiento especial.

El detalle de la metodología para la determinación de cargas de diseño se presenta en el boletín "Demandas de Diseño y Dimensionamiento de Conductores y Transformadores"

## 2.4. Alimentadores primarios y secundarios

### 2.4.1 Configuración

Las líneas y redes de distribución rural tendrán una disposición eminentemente radial y vertebrada para alimentar las cargas trifásicas o monofásicas del proyecto.

### 2.4.2 Niveles de voltaje

Los niveles de voltaje a utilizarse son los normalizados en el país.



## INECEL

Líneas primarias 34.5 KV; 22 KV; 13.2 KV

Líneas secundarias 120 V; 120/240 V; 120/208 V.

Si los circuitos tienen cargas significativas que en los cálculos de diseño den por resultado caídas de tensión que superan los valores normalizados se solicitará a los Sistemas Regionales instalar subestaciones de apoyo al proyecto de electrificación rural, indicando el año hasta el cual es factible servir con la línea y por tanto la fecha de instalación de las subestaciones.

### 2.4.3 Tipos y calibres de conductores

De conformidad con las normas del país se utilizarán generalmente conductores de aluminio reforzado con alma de acero tipo ACSR, y en casos especiales en zonas donde las condiciones ambientales sean muy salinas o desfavorables se utilizarán conductores de aleación de aluminio tipo AAAC.

Los calibres normalizados son los siguientes: 4, 2, 1/0, 2/0, 4/0 AWG.

Las principales características de los conductores se presenta en los Anexos N<sup>o</sup> 1 y 2.

### 2.4.4 Equilibrio de carga

Es de primordial importancia considerar el equilibrio de fases a nivel de alimentador y a nivel de subproyectos. El equilibrio máximo de fases no debe sobrepasar el 10% de la capacidad total asignada al alimentador.

## INECEL

### 2.4.5 Niveles de aislamiento

El aislamiento en los soportes debe resistir como mínimo sin que se produzca arco, una tensión igual a:

$$T = 4 \cdot V / \sqrt{3}$$

V = voltaje nominal de línea

Las distancias horizontales entre conductores deben tomar en cuenta la acción del viento sobre los conductores y debe comprobarse si las estructuras a utilizar permiten esas distancias entre conductores.

Las distancias mínimas entre conductores son:

Voltaje de fase	Distancia Mínima
600 V	20 cm.
600 a 7.500 V	30 cm.
7.500 a 15.000 V	30 cm. + 1 cm. por cada KV adicional

### 2.4.6 Cálculos eléctricos

Para los cálculos eléctricos deben considerarse los siguientes puntos:

- a) Dado que las líneas de electrificación rural por su longitud y voltajes pueden ser consideradas como líneas cortas, su cálculo puede ejecutarse sin considerar en la impedancia de los conductores su reactancia capacitiva.

## INECEL

### b) Límite térmico

Se debe comprobar y calcular el límite térmico de los conductores mediante la utilización de sus valores normales de capacidad de conducción de corriente y calculando las corrientes nominales a plena carga a que estarán sujetos.

Las corrientes nominales son las siguientes:

$$\text{Circuitos trifásicos} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} V_L} \cos \varphi$$

$$\text{Circuitos monofásicos} \quad I = \frac{P}{V_f} \cos \varphi$$

donde  $P$  = potencia del circuito

$V_L$  = voltaje de línea

$V_f$  = voltaje de fase

$I$  = Corriente nominal

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

#### 2.4.7 Cálculo del conductor económico

El calibre del conductor resultante, para una carga determinada, debe ser modificado de acuerdo con el cálculo del conductor económico para las condiciones dadas en la línea. Los parámetros que intervienen para el cálculo del conductor económico son:

Resistencia del conductor, factor de carga,  $N^\circ$  de fases factor de potencia, voltaje nominal del sistema, pérdidas, demanda máxima del sistema y costo unitario del conductor.

# INECEL

## 2.4.8 Niveles máximos de regulación

Como la infraestructura de los Sistemas Eléctricos existentes en el país para electrificación rural es limitada, el plan de electrificación rural elaborado por UNEPER trata de cubrir este vacío y extender gran cantidad de líneas primarias para servir al mayor número de habitantes. Bajo este criterio es conveniente para el país que las caídas de voltaje lleguen a las máximas admisibles en las líneas primarias.

En los diseños, la caída de voltaje de un Sistema debe considerarse desde el punto de origen de la subestación de alimentación a los circuitos programados, hasta el sitio de acometida del usuario más lejano. Adicionalmente debe verificarse o calcularse la regulación de la línea existente que servirá para alimentar el proyecto, y si ésta se encuentra fuera de los límites admisibles incluirla en el diseño para readecuarla o cambiarla hasta la subestación de alimentación más cercana.

Los valores límites de regulación establecidos para condiciones de máxima carga son los siguientes:

### VALORES MAXIMOS DE REGULACION

<u>Componentes del Sistema</u>	<u>Porcentaje de caída de Tensión</u>
Primarios:	
Desde la subestación de alimentación al proyecto hasta el último transformador	7 %
Transformadores de distribución	2 %

## INECEL

Secundarios:

Desde los bushings de salida del transformador hasta la acometida más lejana

4 %

Acometida

1 %

TOTAL

14 %

El cálculo de regulación de voltaje puede realizarse utilizando tablas normalizadas o utilizando las siguientes ecuaciones:

- a) Caída de tensión en un circuito monofásico (fase y neutro).

$$V = I (R \cos \emptyset + X \sen \emptyset)$$


- b) Caída de tensión en un circuito monofásico (dos fases).


$$V = 2.I (R \cos \emptyset + X \sen \emptyset)$$

- c) Caída de tensión en un circuito trifásico

$$V = \sqrt{3} I (R \cos \emptyset + X \sen \emptyset)$$

En las ecuaciones anteriores se tiene que

R = Resistencia del conductor 

X = Reactancia del conductor 

$\emptyset$  = Angulo de fase

Las ecuaciones anteriores sirven para aplicar a sistemas de cargas distribuidas o concentradas.

El procesamiento y cálculo para cada conductor - dan las curvas de regulación presentadas en los Anexos

## INECEL

Nº 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Los cálculos resultantes deben presentarse en los Anexos Nº 10 y 11 del "Instructivo para la Presentación de Proyectos".

### 2.4.9 Pérdidas

Las pérdidas en las líneas se calculan utilizando la expresión:

$$KW = \frac{3 \cdot I^2 \cdot R}{1.000}$$

I = corriente por fase

R = resistencia total por fase

También pueden calcularse las pérdidas utilizando tablas o curvas normalizadas.

### 2.4.10 Protecciones

Los alimentadores y circuitos deben ser protegidos contra sobrecorrientes y sobretensiones mediante la utilización de seccionadores fusibles y pararrayos, los cuales serán colocados en la iniciación de los alimentadores; en cada ramal de alimentación de los subproyectos, a juicio del proyectista, se colocarán únicamente seccionadores.

Además se realizará un estudio detallado para determinar la conveniencia de instalar reconectores en las subestaciones y/o líneas.

Los fusibles se calcularán con un factor de segu

## INECEL

ridad que depende del tipo de circuito que alimente un ramal; como norma general se calculará con un factor de seguridad de por lo menos 1.5.

### 3. SELECCION DEL TIPO DE ESTRUCTURAS

#### 3.1. Criterios eléctricos

##### 3.1.1. Separación entre conductores

La separación mínima entre conductores viene dada por ecuación  $e = 0.3" \times Kv + 8\sqrt{F/12}$  para conductores de línea N° 2 AWG o más grandes, y  $e = 0,3 \times Kv + \sqrt{F/3-8}$  para conductores de línea más pequeñas que el N° 2 AWG.

Ref. NESC - regla 235. (Electric Safety Code).

e = separación entre conductores en la estructura (pulgadas).

F = Flecha final sin carga de hielo,  $0 \text{ kg/m}^2$  de viento y (60°F.) 15°C.

La flecha final calculada con los parámetros anteriores da la separación mínima horizontal entre conductores y es válida para todas las posiciones de la línea con diferentes flechas y por tanto con diferentes condiciones. Esta separación mínima debe ser aumentada en casos especiales cuando hay hielo, vientos excepcionales, vanos muy grandes, condiciones particulares existentes en el terreno y árboles.

La separación entre conductores es una exigencia que limita la longitud del vano, por lo tanto para una separación dada corresponde un vano admisible.

## INECEL

La estructura escogida debe ofrecer la separación necesaria para el vano mencionado y la separación es - función de la flecha máxima y el voltaje de servicio.

Según las normas de la VDE

$$e = K \sqrt{F + L} + A; \text{ en donde:}$$

K = 0,75 disposición vertical;

0,61 disposición horizontal

F = Flecha máxima en m.

L = Longitud de la cadena de aisladores en m.

Si es aislador pin L = 0

A = KV/150

KV= Voltaje entre fases.

Para alturas mayores a 1.000 m. es necesario tener en cuenta la reducción de la rigidez dieléctrica - del aire, según la siguiente ecuación  $e_h = e / Fr$  donde - "eh" es la separación entre conductores corregida para la altura "h" y "Fr" es el factor de reducción de la rigidez dieléctrica del aire, determinado en la tabla siguiente:

Altura sobre el Nivel del Mar	Fr.
1.000	1
1.200	0.98
1.500	0.95
1.800	0.92
2.000	0.90
2.400	0.86
2.500	0.85



# INECEL

Altura sobre el Nivel del Mar	Fr.
3.000	0.80
3,500	0.76

### 3.1.2 Distancias de línea a tierra

La distancia mínima del conductor inferior a tierra es una exigencia de seguridad que en terreno plano también limita el vano.

En terreno quebrado, o en el cruce de cauces profundos se puede aprovechar estos accidentes topográficos y la limitación de distancia al suelo puede desaparecer y el vano puede agrandarse hasta llegar al vano máximo permitido.

En terreno plano, aumentando la altura del poste puede lograrse un vano mayor, utilizando la misma estructura.

La distancia al suelo debe tomarse en el punto de máxima flecha a 49°C (120°F) de temperatura del conductor.

#### SEPARACIONES MINIMAS A TIERRA

Características de la zona	Distancias Mínimas al suelo (m) (13.2 KV - 23 KV)	
Zona poblada	5.5	6
Zona despoblada	-	5
Cruces de carretera troncal	5.5	6
Carreteras en distritos rurales paralelas a líneas	4.5	5.5
Caminos accesibles solamente a peatones	4.5	4.5
Vías fluviales hasta el punto		

## INECEL

más alto de la embarcación	-	2
Oleoductos o gasoductos	-	4
Distancia a edificaciones	Anexo N°	14

### 3.1.3 Distancia a masa

Las distancias mínimas de los conductores y sus accesorios a superficies próximas de madera o de concreto se calcula con la siguiente ecuación:

$$e \text{ (m)} = 0.1 + \frac{KV}{150}$$

KV = voltaje entre fases (KV)

En conductores soportados rígidamente sobre aisladores Pin, ésta es la distancia mínima.

En conductores soportados en cadenas de suspensión, ésta es la distancia máxima de acercamiento de la cadena.

Las separaciones entre edificios y conductores se presenta en el Anexo N° 9.

### 3.1.4 Distancias entre circuitos en una misma estructura.

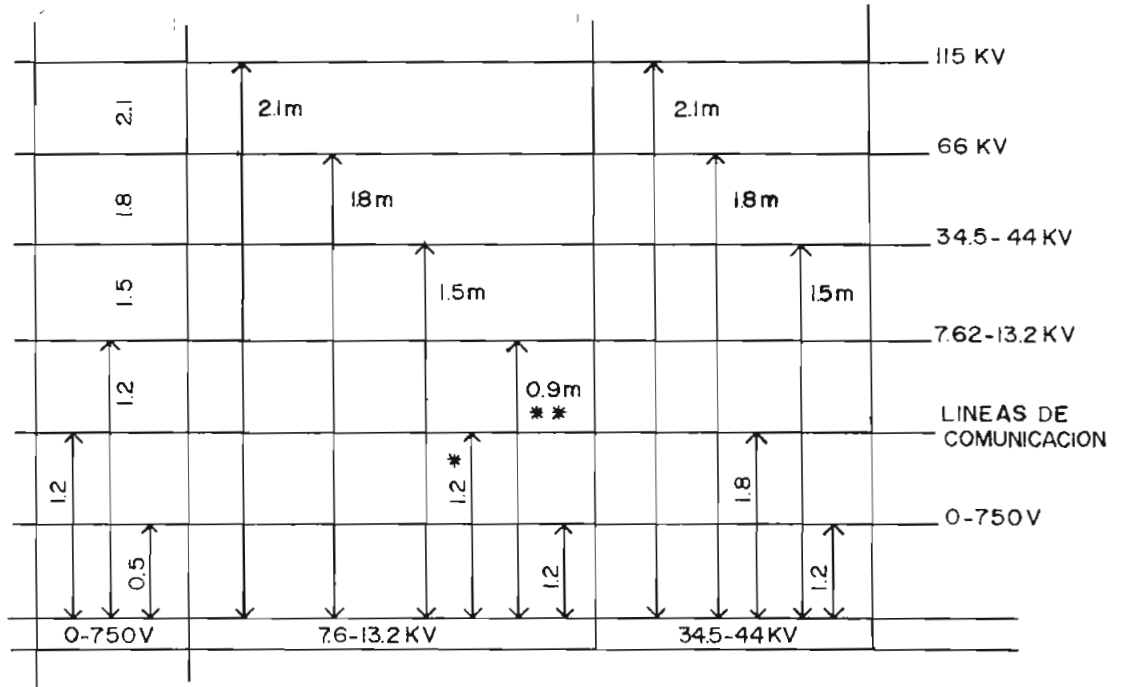
El circuito de mayor voltaje debe ir a un nivel superior del circuito de menor voltaje.

La flecha del circuito superior debe ser igual al 80% de la flecha del circuito inferior.

Las distancias se muestran en el Anexo N° 10.

# INECEL

## 3.1.5 Distancias entre líneas que se cruzan



\* PARA 23 KV - 1.5

\* \* PARA 23 KV - 1.2

En líneas de voltaje superior a 44 KV para alturas mayores de 1.000 m. s.n.m, se debe aumentar la distancia en 3% por cada 300 m. de altura adicional.

## 3.2. Criterios mecánicos

Los criterios mecánicos determinan los vanos máximos permisibles; los vanos en terreno plano y en terreno ondulado.

El vano máximo viene determinado por la clase, altura y características del poste; calibre y características de conductores y condiciones ambientales existentes.

## INECEL

tes (viento, temperatura).

Los vanos en terreno plano y en terreno ondulado vienen determinando, a más de las condiciones anteriores, por la flecha del conductor a diferentes condiciones de estado.

La flecha máxima es función del material, calibre y tensión del conductor, longitud del vano y condiciones de cambio de estado (temperatura). En casos especiales se debe considerar también la existencia de hielo y vientos excepcionales.

### 3.2.1 Parámetros de ubicación de estructuras

El vano máximo permisible calculado sobre terreno plano hace las veces de vano regulador y permite calcular el vano económico, tablas de estacamiento, ubicación de estructuras y cálculos de flechas.

### 3.2.2 Cálculo del vano máximo permisible

Para calcular el vano máximo permisible se inicia por clasificar los postes de acuerdo a su esfuerzo máximo de soporte y a su altura.

El esfuerzo de soporte es un factor limitante del vano.

Los postes son clasificados en 9 clases que son:

# INECEL

CLASE	Carga máxima de rotura (1)	
	LBS.	KG.
1	4.500	2.050 (iv)
2	3.700	1.680
3	3.000	1.360
4	2.400	1.090
5	1.900	860
6	1.500	680
7	1.200	540
8	740	340
9	370	170

- (1) Se asume la carga aplicada a 0.60 m. desde el extremo superior del poste hacia abajo para que la rotura ocurra a 1.80 m. desde el fondo. Los postes normalizados son de 8.5; 10; 11 y 12 m; postes de una misma altura pueden ser de grados diferentes.

Los postes que se aplicarán en su mayoría en líneas rurales son:

Altura	Clase	Carga máxima de rotura	
		LBS.	KG.
10	5	1.900	860
10	6	1.500	680
11	5	1.900	860
11	6	1.500	680
12	5	1.900	860

De acuerdo con las normas, los postes van empotrados al suelo a una longitud de  $L (m) = \frac{H_o}{10} + 0.50$

$H_o$  = longitud total del poste (metros)

## INECEL

Los esfuerzos máximos serán:

- a) Carga máxima permitida en el poste de 10 mt. clase 5

Mts.	Clase	Empotramiento	Carga total máxima	Factor Seguridad	Carga Máx. Permitida
10	5	1.5 mts.	860 kg.	2	430 kg.

El momento máximo permitido en el poste

$$Mm \times p = 3397 \text{ kg. m.}$$

Definido de esta manera el poste, es necesario calcular los esfuerzos que actuarán sobre el mismo. Estos esfuerzos fundamentalmente son, por acción del viento sobre las superficies expuestas de poste, transformadores y conductores.

- b) Esfuerzos debidos a la presión del viento

La velocidad del viento variable determina los esfuerzos debido a la acción del viento sobre las superficies expuestas.

Se considera como condición de carga ligera una velocidad de viento de 80 km/h o presión de viento de  $44 \text{ kg/m}^2 = 9 \text{ lbs./pie}^2$  con  $0^\circ\text{C}$  ( $30^\circ\text{F}$ ) de temperatura y 0" de hielo sobre el conductor.

- b.1. Presión del viento sobre postes

$$S_T (m) = 0.7 \frac{(d_o + d_l)}{2} H$$

# INECEL

$S_T$  = Superficie total del poste expuesta al viento.

$d_l$  = Diámetro de la base a nivel de suelo.

$d_o$  = Diámetro de la punta.

$H$  = Altura exterior expuesta

El factor 0.7 considera la superficie cilíndrica expuesta al viento.

Para postes de 10 m. clase 5

$d_o = 0,16$  m.

$d_l = 0,22$  m. Ref. Exhibit 32 pág. 77 Boletín REA  
160-2

Presión del viento en el poste:  $P_v = 0.007 v^2 S_T$

$P_v$  = presión del viento  $\text{kg/m}^2$

$v$  = velocidad del viento  $\text{km/h}$

La fuerza del viento se considera puntual aplicada a una altura

$$z = \frac{H}{3} \left( \frac{d_l + 2 d_o}{d_l + d_o} \right)$$

El momento actuante sobre el poste debido a la acción del viento es el siguiente:

$$M_p = F.Z.S_T$$

$$M_p = P_v \cdot S_T \cdot \frac{H}{3} \cdot \left( \frac{d_l + 2 d_o}{d_l + d_o} \right)$$

$$M_p = P_v \cdot 0.7 \frac{H^2}{6} (d_l + 2 d_o) \text{ kg. m.}$$

Para las condiciones dadas

$$M_p = 44 \text{ kg/m}^2 \times 0.7 \times \left( \frac{10-1,5}{6} \right)^2 (.22 \times 2 \times .16) \text{m}$$

$$M_p = 200 \text{ kg.m.}$$

## INECEL

### b.2 Presión del viento sobre el transformador

Según REA 160-2, pág. 14, El viento actúa sobre un transformador típico cuya área es  $4 \text{ pies}^2 = 0.3718 \text{ m}^2$ , con la siguiente fuerza:

$$F = 44 \text{ kg/m}^2 \times 0.3718 \text{ m}^2 = 16,359 \text{ kg.}$$

El momento sobre el transformador

$$MT = F \times d$$

$$MT = 112 \text{ kg. m.}$$

Se asume que el centro del transformador se encuentra a 0.45 m. hacia abajo de la posición del neutro.

### b.3 Presión del viento sobre el conductor

Se considera la presión del viento aplicada sobre 1 m. de conductor con superficie plana.

Los conductores normalizados son N<sup>o</sup>s. 4;2;1/0;2/0 y 4/0.

Presión del viento =  $44,0 \text{ kg/m}^2$  a carga ligera

Diámetro conductor N<sup>o</sup>4 ACSR = 6,36 mm. = 0.00636 m.

Area expuesta en 1 m. lineal =  $0.00636 \times 1 \text{ m}^2$

$$Pv = F/S$$

$$F = 0.2798 \text{ kg. por metro lineal}$$

En una línea monofásica de fase N<sup>o</sup> 4 y neutro - N<sup>o</sup> 4 en postes de 10 m., se considera la fuerza aplicada a la altura promedio de los conductores siguientes:

Altura de fase 8.75 m.

Altura del neutro 7.3 m.

Altura promedio 8.025 m.



## INECEL

Esta altura se determina en los Anexos 11, 12 y 13.

La fuerza del viento sobre 1 m. de conductor es:

$$F_v = 4.49 \text{ kg. por m. lineal}$$

b.4. Momento diferencial permitido en el poste para los conductores.

$$M_{mp} = M_{mxp} - M_T - M_p$$

$$M_{mp} = 3085 \text{ kg. m.}$$

b.5. Vano máximo permitido

Poste 10 m. clase 5

Línea monofásica 2 N<sup>o</sup> 4

$$M_{mp} = F_v \times V_m$$

$$V_m = \frac{M_{mp}}{F_v} = \frac{3085 \text{ kg. m.}}{4,49 \text{ kg.}}$$

$$\underline{V_m = 687 \text{ m.}} = \text{Vano máximo permitido}$$

### 3.2.3 Cálculo de tablas de estacamiento

La determinación de las tablas para estacamiento se basa en definir los parámetros de conductores, condiciones ambientales y de suelo.

De acuerdo con las casas fabricantes de conductores la tensión del conductor no debe sobrepasar en ningún caso del 50% de la carga de rotura, esto es a 0°C y una presión de viento de 44 kg/m<sup>2</sup> definida como carga ligera (light loading).

## INECEL

Para determinar la tensión de tendido se determinan las condiciones ambientales extremas a encontrar en las diferentes zonas del país; los fabricantes establecen que la máxima tensión de tendido a 0°C, sin viento y sin hielo no debe exceder del 25% de la carga de rotura.

También se toma en cuenta la máxima flecha a esperar a 50°C sin viento y sin hielo; así como también las distancias mínimas de seguridad normalizadas. (Separación entre conductores y separación a tierra).

Ubicados los puntos extremos enumerados anteriormente y analizando las variaciones de temperatura a encontrar en el país en sierra y costa se grafican las curvas de tensiones para 0°C; 15°C; 32°C y 50°C sin vientos y sin hielo; estas curvas en ningún caso pasarán la curva límite graficada a 0°C y con viento (tensión VS Vano) las curvas se presentan en el Anexo N° 14.

Con la finalidad de cubrir los rangos de temperatura se toman las curvas de 15°C para la sierra y 32°C para la costa lo que da un promedio aproximado de temperatura de 24°C que cubre la totalidad del país y que no excederá los límites del conductor establecidos por el fabricante.

Con 24° C se obtiene una tensión de 18% de la tensión de rotura para un vano regulador de 170 m. aproximadamente, tensión que cubre la mayoría de las condiciones dadas.

Las curvas de tensiones se dan en el Anexo N° 14 y vienen elaboradas por la "Reynolds Aluminium Electrici-

## ECEL

cal Conductor".

Para las condiciones escogidas de tensión 18% de la carga de rotura, 24°C y sin viento, la flecha en medio vano sobre terreno plano viene determinada por la ecuación:

$$D = \frac{WS^2}{8H}$$

D = Flecha de conductor en medio vano (m)

W = Peso del conductor (kg/m)

S = Longitud del vano (m)

H = Tensión Horizontal (kg. por m. lineal)

H en este caso para la condiciones escogidas será el 18% de la tensión de rotura.

H para N° 2 ACSR -6/1 = 502 lbs.

REA 160-2 pág. 117

Peso para conductor N° 2 ACSR =

0,0913 lbs/pie

$$D = KS^2$$

$$K = 7,45675 \times 10^{-5} / \text{m.}$$

Flecha en medio vano

D<sub>m</sub> = Flecha de un vano cualquiera

D = Flecha del conductor en vano medio (condiciones escogidas).

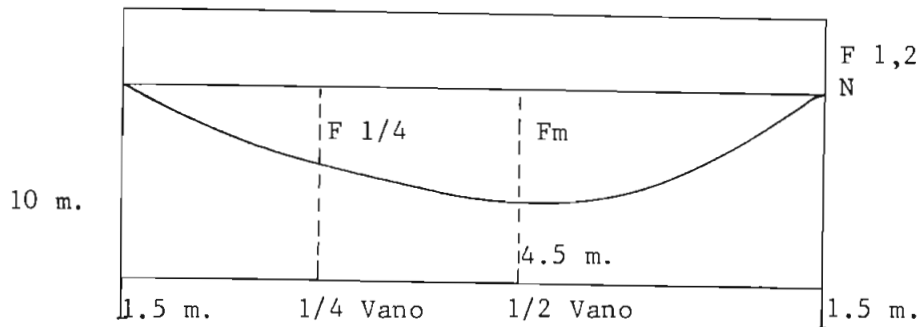
D<sub>p</sub> = Distancia permisible de sobresaliente o depresión en medio vano.

Para postes de 10m. a las condiciones dadas, en

# INECEL

contrar el vano sobre terreno plano.

Altura total del poste	Altura de seguridad	Empotramiento	Distancia desde punta de poste al neutro	Flecha máxima permisible
10	4.5	1,5	1.2	2.80 m.



$F_m$  = Flecha máxima permisible sobre terreno plano a la que se podría llegar en la condición escogida desfavorable y a carga de (120 F)  $50^\circ$  C, 0"hielo, sin viento - que da una tensión máxima de 18%; Según Anexo 14.

El vano para esta flecha sería:

$$S = 170 \text{ m.}$$

Para cualquier otro vano escogido sobre y bajo este valor corresponde una flecha que comparada con la de arranque o inicial en medio vano permite calcular las sobrasalientes o depresiones admisibles.

Si se toma un vano cualquiera de 140 m.

$$D = 1,462 \text{ m.}$$

## INECEL

Elevación permisible  $2,3 - 1,462 = 0,84$  m.

La elevación permisible en medio vano es 0.84 m.

Con un vano de 200 m.

$$D = 2.98 \text{ m.}$$

Depresión mínima permisible necesaria en medio vano =  $2,3 - 2,98 = - 0,68$  m.

La depresión mínima permisible en medio vano es 0.68 m.

### 3.2.4. Cálculo de elevaciones y depresiones a 1/4 de vano

Para realizar este cálculo se considera la curva catenaria ordinaria (Exhibit 25 pág. 61) en la que para 1/4 de longitud de vano la flecha llega al 75% de la flecha máxima.

Flecha máxima de inicio = 2,3 m.

Para vano 140 m.

$$D = 1,462 \text{ m.}$$

$$d = 2,3 - 0,75 (1,462) = 1,235$$

Luego permite una elevación de 1,235 m.

Las tablas de estacamiento adjuntas fueron calculadas en base a una interpolación de los datos presentados en el Exhibit N° 19 pág. 44 del boletín REA 160-2 a partir del cual para postes de 10 m. se tiene un vano regulador de 171 m. en terreno plano y una flecha de 2,16 m. y se presentan en los Anexos 15, 16, 17, 18 y 19

## INECEL

### 3.2.5. Levantamiento (Uplift)

El levantamiento o tiro hacia arriba se produce en los casos en que durante tiempos fríos los conductores encogen y se acercan a sus valores mínimos de flechado. A menudo esta contracción causa un levantamiento en un poste intermedio, entre dos postes ubicados a un nivel más alto; este efecto debe ser considerado en las tablas de estacamiento para no permitir daños al conductor ni a la estructura del poste.

El problema se soluciona de varias maneras. Entre ellas se tienen:

- 1º Colocar un poste de mayor altura que permita el levantamiento del conductor sin levantar el poste adyacente.
- 2º Colocar en el punto medio una estructura de retención.
- 3º Colocar en los puntos extremos estructuras adecuadas para vanos largos que permitan eliminar la estructura intermedia.
- 4º Redistribuir los vanos y postes en el terreno.

### 3.2.6. Cálculo del levantamiento

Con el cálculo del levantamiento se logra determinar si esta condición se presentará o no en el terreno.

Se toma el vano doble entre la estructura intermedia y la de un extremo y se calcula la flecha mínima

## INECEL

a condiciones de mínima temperatura sin viento, o en otras palabras, se toma un factor de levantamiento para cada vano doble adyacente a la estructura intermedia, es decir para el vano doble de A y B (Anexo N° 13) se suman los dos valores y se saca su valor promedio, el mismo que deberá ser mayor a la distancia D de la depresión para que no haya levantamiento. En donde D es la distancia entre la línea que une las bases de los postes y el punto más bajo del suelo; esta distancia se mide en el terreno.

En caso que D sea mayor, la diferencia "d" será el aumento que hay que hacer al poste intermedio para evitar el levantamiento.

Cuando la diferencia "d" excede la diferencia entre altura de postes disponibles habrá que tomar otras medidas para solucionar el problema.

Ej. Vano intermedio A de 100 m.

Conductor # 2/0

Flecha a 0°C

Tensión del vano doble a 200 m. y 0°C = 1345 lbs.

(Tabla AC2-3-127 Reynolds)

(Anexo N° 14)

$$\text{Flecha a } 0^{\circ}\text{C} = D = \frac{WS^2}{8H}$$

$$\text{Peso} = W = .1831 \text{ lbs/pie}$$

$$S = \text{Vano}$$

$$D = \text{Flecha}$$

$$D = \frac{.1831 \times (200 \times 3.28)^2}{8 \times 1.345} \text{ pies}$$

$$\underline{D1 = 7,32 \text{ pies} = 2,23 \text{ m.}}$$

# INECEL

Ej: Vano intermedio B de 150 m.

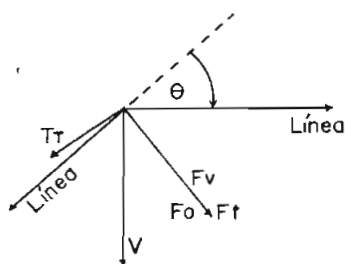
$$D_2 = 5,01 \text{ m.}$$

$$\frac{D_1 + D_2}{2} = 3,62 > D$$

El valor 3,62 debe ser mayor a D para que no se produzca el levantamiento de la estructura intermedia.

## 4. LIMITACIONES DE ESTRUCTURAS

Las estructuras tienen sus limitaciones de aplicación - debido a los máximos esfuerzos que deben soportar; esfuerzos que son producidos por la presión del viento sobre los conductores y por el cambio de dirección de la línea.



Los principales parámetros que intervienen en el cálculo de limitaciones de estructura son los siguientes:

$C_n$  = # de conductores

$F_T$  = Fuerza total sobre la estructura (kg).

$T$  = Tensión máxima de conductores ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )

$V$  = Tensión vertical sobre la estructura (kg)

$S$  = Longitud de vano (m)

$S_F$  = Factor de seguridad

$P_{vc}$  = Presión del viento sobre el conductor (kg por m. - lineal).



# INECEL

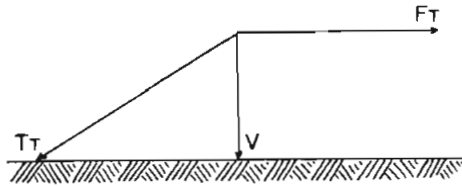


GRAFICO Nº 1

$A$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )

$\theta$  = Angulo de línea.

$T_T$  = Tensión del tensor (kg)

$F_v$  = Fuerza sobre la estructura debido a la presión de viento sobre los conductores - (kg/m).

$F_\theta$  = Fuerza sobre la estructura debido al cambio de dirección de la línea (kg).

Las dos fuerzas  $F_v$  y  $F_\theta$  dan la fuerza total  $F_T$  que soportará la estructura.

#### 4.1. Fuerza del viento sobre conductores

$$F_v = C_n \cdot P_v \cdot S \cdot \underline{S_F}$$

El factor de seguridad para la fuerza del viento se toma como 1,78 de acuerdo con las normas NESC.

Fuerza debida al cambio de dirección

$$F_\theta = 2 \text{ Sen } \theta/2 \cdot C_n \cdot T.A.$$

$$F_T = F_v + F_\theta$$

Para determinar las limitaciones de cada estructura, se parte de los valores límites máximos que pueden soportar aisladores, espigas, conductores y postes, y se obtiene el ángulo máximo admisible para estas condiciones.

# INECEL

## 4.2. Limitación de la Estructura CP2 :

Fuerza máxima permisible por espiga 227 kg. (500 lbs) según REA 160-2 pág. 105.

Fe = Fuerza sometida a la espiga del aislador = 227 kg.  
S = 170 m. (vano de trabajo útil más común a encontrar)  
SF = 1,78

A = Sección de conductores	4	=	24,71	mm <sup>2</sup>	
	2	=	39,22	mm <sup>2</sup>	
	1/0	=	62,38	mm <sup>2</sup>	4-1/0 Neutro 4
	2/0	=	78,64	mm <sup>2</sup>	2/0 " 2
	4/0	=	125,1	mm <sup>2</sup>	4/0 " 1/0

T = Tensión máxima permisible del conductor = 11 kg/mm<sup>2</sup>

θ = Angulo máximo permisible.

La fuerza aplicable a la espiga, es la que limitará el ángulo, por lo tanto, conocida la fuerza máxima permisible en la espiga, se calcula el ángulo límite que soportará la espiga para un conductor.

$$F_T = F_v + F_\theta$$

$$F_E = Cn. Pvc. S. S_F + 2 \text{ Sen } \frac{\theta}{2}. Cn. T.A.$$

$$\text{Sen } \frac{\theta}{2} = \frac{F_E - Pvc. S. S_F}{2. T.A.} \quad \text{Para un solo conductor}$$

$$\theta = 2 \text{ Arco Sen } \left( \frac{F_E - Pvc. S. S_F}{s. T.A.} \right) \quad \text{La estructura CP2 - tiene 2 espigas.}$$

## 4.2. Presión de viento sobre conductores

# 4 - .2795 kg por m. lineal

# INECEL

- # 2 - .3533 kg
- # 1/0 - .445 kg
- # 2/0 - .4999 kg
- # 4/0 - .6296 kg

El ángulo límite de la estructura CP2 con conductor 1/0 es el siguiente:

$$\theta = 2 \text{ Arc Sen } \left( \frac{2 \times 227 - 0,445 \times 170 \times 1,78}{2 \times 11 \times 62,38} \right)$$

$$\theta = 2 \text{ Arc. Sen } 0,2327$$

$$\theta = 27^\circ$$

Para conductor 2/0

$$\theta = 2 \text{ Arc. Sen } \left( \frac{2 \times 227 - 0,4999 \times 170 \times 1,78}{2 \times 11 \times 78,64} \right)$$

$\theta = 20^\circ$  (no se debe usar en la estructura CP2. La cruceta se raja).

La estructura CP2 sirve para ángulos hasta  $30^\circ$  para conductores livianos desde el # 4 al 1/0 ACSR.

La estructura monofásica UP2 sirve también para ángulos hasta  $30^\circ$  con conductores livianos desde el #4 al 1/0 ACSR.

#### 4.2.2. Fuerza total sobre la estructura CP2

Angulo máximo  $30^\circ$

Vano útil 170 m.

$$F_T = Cn. Pvc. S. S_F + 2 \text{ Sen } \theta/2. Cn: T.A.$$

# INECEL

Conductor

$$4 \text{ ACSR-}F_T = 4 \times 0,2795 \times 170 \times 1,78 + 2 \operatorname{Sen} \frac{30}{2} \times 11 \times 4 \times 24,71 = 901 \text{ kg.}$$

$$2 \text{ ACSR} = (3 \times 0,3533 + 1 \times 0,2795) \times 170 \times 1,78 + 2 \operatorname{Sen} \frac{30}{2} \times 11 \times (3 \times 39,22 + 1 \times 24,71)$$
$$2 \text{ ACSR} = 1.216 \text{ kg.}$$

$$1/0 \text{ ACSR} = (3 \times 0,445 + 1 \times 0,2795) \times 170 \times 1,78 + 2 \operatorname{Sen} \frac{30}{2} \times 11 \times (3 \times 62,38 + 1 \times 24,71)$$
$$1/0 \text{ ACSR} = 1.695 \text{ kg.}$$

### 4.3. Cálculo de Tensores

Los tensores se colocarán a  $45^\circ$  y las fuerzas que ellos deben soportar son las siguientes:

$$\cos 45^\circ = \frac{F_T}{T_T}$$

$$T_T = \frac{F_T}{\cos 45^\circ}$$

Factor de seguridad del tensor 1,15 según normas REA.

Las tensiones que deben soportar los tensores para cada tipo de conductor son las siguientes:

$$\# 4 \text{ ACSR } T_T = \frac{901}{0,707} \times 1,15 = 1461 \text{ kg.}$$

$$\# 2 \text{ ACSR } T_T = 1972 \text{ kg.}$$

$$\# 1/0 \text{ ACSR } T_T = 2748 \text{ kg.}$$

Los tensores serán de cables de acero "extra high strength" y tienen las siguientes características.

## INECEL

1/4"	7 hilos	(6.650 lbs.)	3023 kg.
5/16"	7 hilos	(11.200 lbs)	5091 kg.

Los tensores pueden ser escogidos con 3 tipos de espesores del galvanizado, de acuerdo con las normas ASTM (American Society for Testing Material).

Tipos de tensores	Galvanizado
A	Doble galvanizado
B	Doble galvanizado que A
C	Triple galvanizado que A

Un solo cable tensor de 1/4" extra high strength" cubre las necesidades para soportar los esfuerzos resultantes en todos los conductores a instalar en la estructura - CP2.

#### 4.4. Limitaciones de la estructura CP2E

Fuerza máxima permisible por espiga 1.000 lbs. = 454 kg. Se efectúan los mismos cálculos anteriores y se obtiene que el ángulo máximo permisible es 30° para conductor 4/0.

Por lo tanto la estructura CP2 permite el uso mecánico de conductores desde 2/0 a 4/0 ACSR.

4.4.1. Esfuerzo total en la estructura CP2E debido al viento y al cambio de dirección.

Conductor N°	Fuerza Total
2/0 ACSR(3x0,4999+1x0,3533)170x1,78+Sen $\frac{30}{2}$ x11(3x78,64+1x39,22)=2127 kg.	
4/0 ACSR	=3198 kg.

# INECEL

## 4.4.2 Fuerza necesaria para los tensores

$$2/0 \text{ ACSR } \frac{2127}{0,707} \times 1,15 = 3460 \text{ kg.}$$

$$4/0 \text{ ACSR} = 5202 \text{ kg.}$$

Luego un solo cable tensor 5/16" "extra high strength" cubre estos conductores para estructura CP2E.

## 4.5. Limitaciones de las estructuras CR y BR

Para los cálculos de las estructuras CR y BR no interviene el factor viento por cuanto no se colocan tensores en sentido normal a los conductores y la fuerza del viento sobre los conductores en sentido longitudinal es despreciable.

El vano útil la estructura BR está limitado por la distancia permisible a tierra del neutro.

$$\text{Vano útil} = 165 \text{ m.}$$

### Conductor

#	4 ACSR	$F_T = T. Cn. \times S.$	
#	4 ACSR	$= 11 \times 4 \times 24,71$	$= 1087 \text{ kg.}$
#	2 ACSR	$= (11 \times (3 \times 39,22 + 1 \times 24,71))$	$= 1566 \text{ kg.}$
#	1/0 ACSR		$= 2330 \text{ kg.}$
#	2/0 ACSR		$= 3706 \text{ kg.}$
#	4/0 ACSR		$= 4814 \text{ kg.}$

Las fuerzas que soportarán los tensores son:

# INECEL

# 4	ACSR	=	$\frac{1087}{0,707}$	x	1,15	=	CR 1768 kg.	BR 884 kg.
2							2547 kg.	1274 kg.
1/0							3790 kg.	1895 kg.
2/0							6028 kg.	3014 kg.
4/0							7831 kg.	3916 kg.

Ver limitaciones de crucetas

La estructura BR requiere 2 tensores con la mitad de tensión en cada uno.

Para estructuras BR se utilizará tensores extra-high strength de 1/4" hasta conductor # 1/0 y con tensor 5/16" los conductores 2/0 x 4/0.

La estructura CR utilizará tensor de 1/4" para conductores # 4 y # 2 ACSR.

#### 4.6. Limitaciones de Crucetas

La estructura CR no soporta los esfuerzos totales del tensor para conductores 1/0, 2/0 y 4/0 por las fuerzas horizontales sobre crucetas.

##### 4.6.1 Fuerzas horizontales sobre crucetas

$$\sigma = \text{Fuerza límite de la fibra de madera} = 600 \text{ kg/cm}^2 \text{ (8500 lbs/inch}^2\text{)}$$

Ref. Rea 160 - 2 pág. 111

Ref. Normas de postes de madera

$F_R$  = Fuerza de rotura de la cruceta (kg)

L = Longitud del brazo de momento = 105 cm=41,3 inch.

SM = Sección módulo (inch<sup>3</sup>)

# INECEL

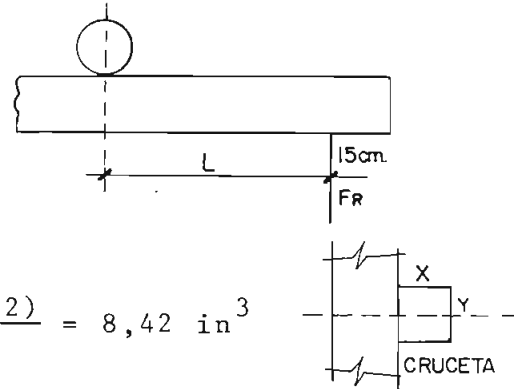
$$SM = \frac{(X-0,69) X^3 \cdot (2)}{12 X} \quad (\text{inch})$$

$$X = 9 \text{ cm.} = 3,54 \text{ inch.}$$

$$Y = 12 \text{ cm.} = 4,72 \text{ inch.}$$

$$F_R = \frac{\alpha \text{ max. SM.}}{L}$$

$$SM = \frac{(4,72 - 0,69)(3,54)^3 (2)}{12 \times 3,54} = 8,42 \text{ in}^3$$



$$FR = \frac{8.500 \cdot 8,42}{41,3} = 1733 \text{ lbs.} = 788 \text{ kg.}$$

FR es fuerza horizontal que soporta la cruceta.

Para diseño se utiliza un factor de seguridad de 37,5% de la fuerza de rotura. Fuerza admisible en la - cruceta = 0,375 x 788 = 295,5 kg/cruceta.  
 = 591 kg/2 crucetas  
 = 886,5 kg/3 crucetas

Un conductor # 4 da una fuerza en el pin en la punta de la cruceta de 11 x 1 x 24,71 = 272 kg. que necesita 1 cruceta

Un conductor # 2 = 431 kg. por lo tanto necesita dos crucetas.

# 1/0 = 686 kg. que rebasa el límite de dos crucetas.

Por lo tanto la estructura CR puede soportar hasta # 2 con 2 crucetas y hasta 1/0 con 3 crucetas que no está contemplado; por consiguiente desde 1/0 hacia arriba no se puede utilizar en la estructura CR y se debe -



# INECEL

utilizar la estructura BR.

## 4.7 Limitaciones de la estructura BA

La estructura vertical BA está limitada a un ángulo de 60° por limitación de tensores, fuerzas mecánicas del poste, cambios de longitud de vanos y ángulo de curvatura de la grapa.

Angulo máximo 60°  
Vano útil 165 m.

En esta estructura entra el factor viento. Las - fuerzas totales son las siguientes:

	Fuerza Total
# 4-4x0,2795x165x1,78+2 Sen $\frac{60}{2}$ x 11x4x14,71	1416 kg.
# 2-(3x0,3533+1x0,2795)165x1,78+2 Sen $\frac{60}{2}$ x11x(3x62,38+1x24,71)	= 1959 kg.
#1/0	= 2805 kg.
#2/0	= 4250 kg.
#4/0	= 5500 kg.

Las fuerzas requeridas a los tensores son las siguientes:

	Por tensor	
# 4 - $\frac{1416}{0,707}$ x 1,15 = 2303 kg.	1152 kg.	
# 2	= 3187 kg.	1594 kg.
#1/0	= 4563 kg.	2281 kg.
#2/0	= 6913 kg.	3457 kg.
#4/0	= 8946 kg.	4473 kg.

Los esfuerzos totales no soporta el poste ya que este tiene un esfuerzo de rotura máximo de 600 kg. por lo tanto hay que seleccionar dos tensores de la mitad -

# INECEL

para cada uno.

Con 2 tensores 1/4" se cubre conductores desde el # 4 al 1/0 Para conductores 2/0 y 4/0 se usará 2 tensores 5/16"

## 4.8 Limitación de la estructura BA2

Angulo máximo 90°

Vano útil 165 m.

Para el cálculo de la fuerza total en esta estructura, se toman los resultados parciales de BR para cada lado. Las fuerzas resultantes totales son las siguientes:

$$\# 4 - 2 \times 1087 + (*) 4 \times 0,2795 \times 165 \times 1,78 = 2502$$

(\*) Fuerza debida al viento en un solo lado de la estructura.

# 2	- 2x1566+(3x0,3533+1x0,2795) 165x1,78	= 3525
1/0		= 5134
2/0		= 7956
4/0		=10313

La estructura necesita 4 tensores y los esfuerzos requerido a estos son los siguientes:

	Total	Por tensor
4	$\frac{2502}{0,707} \times 1,15 = 4070 \text{ kg.}$	1017 kg.
2	5734 kg.	1433 kg.
1/0	8351 kg.	2088 kg.
2/0	12941 kg.	3235 kg.
4/0	16776 kg.	4194 kg.

## INECEL

De los valores resultantes se tiene que con tensores de 1/4" se cubre hasta el conductor 1/0 y con tensores 5/16" se cubre el 2/0 y 4/0.

### 4.9 Limitación de la estructura CR2

Para el cálculo de la fuerza total sobre esta estructura se toman valores iguales a la estructura CR - para cada lado.

Las fuerzas requeridas a los tensores por cada lado son las siguientes:

#	4	1768 kg.
#	2	2547 kg.
#	1/0	3790 kg.
#	2/0	6028 kg.
#	4/0	7831 kg.

Con un solo tensor 1/4" cubrimos hasta conductor # 2.

Con un solo tensor 5/16" cubrimos el conductor # 1/0.

Con dos tensores 5/16" por lado cubrimos los conductores 2/0 y 4/0.

### 4.10 Presión máxima vertical sobre pie de postes

FT = Fuerza horizontal total

V = Fuerza vertical sobre el poste

T<sub>T</sub> = Fuerza del tensor

Cuando el tensor está anclado a 45° de la vertical, la fuerza vertical sobre el poste es igual a la fuerza horizontal total.

# INECEL

La presión máxima sobre el pie de poste está en función de las dimensiones del poste, del peso del poste y herrajes que para efectos de cálculo se considera despreciable, al igual que el rozamiento del poste en el empotramiento.

Para postes de eucalipto de 10, 11 y 12 m. se considera un diámetro en la base de 23 cm. (Ref. MAPRESA).

$$\text{Area de la base} = A_p = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 23^2}{4} = 415,48 \text{ cm}^2$$

$$p_p = \frac{V}{A_p}; \quad p_p = \text{presión sobre la base del poste.}$$

## ESTRUCTURA CP2

Conductor	#4	#2	#1/0	#2/0	#4/0
Fuerza vertical Sobre poste kg.	901	1216	1695		
Presión sobre base de poste	2,16	2,92	4,07		

## ESTRUCTURA CP2E

Fuerza vertical				2479	3198
Presión				5,96	7,69

## ESTRUCTURA BA

Fuerza vertical	1416	1959	2805	4250	5500
Presión	3,4	4,71	6,74	10,22	13,22

## ESTRUCTURA BA2

Fuerza vertical	2502	3525	5134	7956	10313
Presión	6,01	8,47	12,34	19,13	24,79

# INECEL

## ESTRUCTURA BR y CR

Fuerza vertical	1087	1566	2330	3706	4814
Presión	2,61	3,76	5,6	8,91	11,57

## ESTRUCTURA CR2 (Se toma 2/3 del valor horizontal de la estructura BA-2)

Conductor	# 4	# 2	#1/0	# 2/0	#4/0
Fuerza vertical	1668	2350	3423	5304	6875
Presión	4,01	5,65	8,23	12,75	16,53

Los valores encontrados de presión sobre la base de poste en cada estructura, deben ser comparados con la presión máxima de soporte de cada tipo de terreno en los cuales se plantarán las estructuras, y determinar que no haya hundimiento del poste. En caso de haber peligro de hundimiento, se utilizarán los diseños indicados en las normas para las unidades PE de erección de postes y seleccionarlas de acuerdo al tipo de terreno en que se plantará cada estructura.

### 4.11 Anclajes

Con el objeto de coordinar los anclajes con los tensores, se debe determinar las resistencias específicas de los diferentes suelos por los cuales pasará una línea.

La retención de anclas toma en cuenta la capacidad de retención del suelo.

La "AB Chance" ha clasificado los suelos en 7 clases, que van desde la clase 1 que es roca pura, hasta la clase 7 que es terreno flojo, seco, arenoso con grava predominante.

# INECEL

Los valores de prueba para las diferentes clases de terreno son las siguientes:

Clase de Terreno	3	4	5	6	7
Valor de prueba, Pulg.					
Libras	500-600	400-500	300-400	200-300	100-200

Referencia "Chance Encyclopedia of Anchoring"

El terreno clase 3 es suelo duro, seco y compacto (Cangahua) y el terreno clase 7 es flojo, seco, arenoso y grava pre dominante, y en estaciones lluviosas absorbe gran cantidad de agua.

Los terrenos clase 4, 5 y 6 son intermedios entre estos valores.

La resistencia de anclaje está en función del área del anclaje y de la resistencia de cada clase de suelo, así se tiene que para suelo clase 7 con una ancla de  $1.000 \text{ cm}^2$ , da una resistencia estimada conservadora de  $4.000 \text{ kg.}$  y se la denomina ancla tipo A1.

Se considerará siempre en función de la forma del ancla y de la profundidad a que se entierre la misma.

Igualmente un ancla de  $1.600 \text{ cm}^2$  que da una retención de  $6.000 \text{ kg.}$  en terreno clase 7 es ancla tipo A2; y una ancla tipo A3 de  $2.500 \text{ cm}^2$  da una retención de  $8.000 \text{ kg.}$  en el mismo terreno.

# INECEL

Tipos de ancla	Varilla	Profundidad en tierra
A 1	2,15 m.	1,5
A 2	2,40	1,7
A 3	2,40	1,7

Las dimensiones de las varillas son:

A 1 = 7 pies y diámetro 5/8". Fuerza nominal admisible 7.300 kg.

A 2 y

A 3 = 8 pies y diámetro 3/4" 10.500 kg.

Las anclas tipo A1 se utilizarán con cable tensor de 1/4".

Las anclas tipo A2 se utilizarán con dos cables tensores de 1/4" o con un cable tensor de 5/16"

Las anclas tipo A3 soportarán dos cables tensores 5/16"

## 4.12 Limitaciones de líneas secundarias

Los vanos de las líneas secundarias estarán limitados en función del calibre del conductor y la separación entre conductores.

La separación vertical de conductores secundarios queda definida por las siguientes ecuaciones.

Conductor # 4 o más pequeños

$$X = 6,44 \cdot \sqrt{F - 61}$$

Conductor # 2 o más grande

$$X = \frac{\sqrt{F}}{0,272}$$

## INECEL

En donde X = separación entre conductores (cm) (\*)  
F = Flecha en medio vano (cm)

Ref. NESC 235-A2  
235-A4

Considerando la línea secundaria como la demostrada en el Anexo N° 19, se tiene que los vanos máximos permisibles para los diferentes conductores son los siguientes:

Separación mínima X	Vano máximo	
	Conductor # 4	2-2/0
20 cm.	75 m.	75 m.
40 cm.	120 m.	120 m.
60 cm.	140 m.	140 m.
80 cm.	170 m.	240 m.

En el Anexo N° 20 se presenta la flecha máxima de líneas secundarias en función de la longitud del vano.

\* El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que lo siguiente:

Separación	Longitud de vano
20 cm.	75 m.
30 cm.	91 m.



## **INECEL**

### 5. ACOMETIDAS

#### 5.1. Acometidas

Es el conjunto de conductores y componentes utilizados para transportar energía desde la red de distribución hasta el tablero general y/o de medición de la instalación interior.

#### 5.2. Conductores

Los conductores serán del tipo multiplex y/o de calibres, aislamientos y características constructivas, acordes con las condiciones particulares como clase de servicio, local donde serán instalados, y tipo de instalación.

#### 5.3. Separaciones mínimas

Las acometidas aéreas deberán cumplir las siguientes separaciones mínimas.

5.3.1 3 m. de separación mínima sobre el nivel de aceras, o cualquier plataforma o saliente accesible.

5.3.2 3.6 m. de separación mínima sobre vías exclusivamente peatonales.

5.3.3 5.5. m. de separación mínima sobre vías públicas, paseos, caminos y carreteras de tráfico considerable.

5.3.4 Los conductores tendrán una separación no menor de 1 m. de ventanas, puertas, porches, salidas de emer

## INECEL

gencia o sitios semejantes.

5.3.5 El punto de llegada de la acometida aérea al inmueble no estará a menos de 3 m. sobre el nivel del suelo.

5.3.6 50 m. vano máximo permitido.

### 5.4 Fijación de la acometida en el poste

5.4.1 El cable de acometida será rematado en un tuercita de ojo con remates preformados.

5.4.2 Un caso particular de lo indicado, sería cuando el secundario está fijado sobre un "rack", y la acometida parte del mismo, entonces al cable de acometida será rematado directamente al aislador de secundario con remate preformado.

5.4.3 En todos los casos la acometida será fijada en la ferretería de soporte del neutro.

### 5.5. Fijación de la Acometida en el inmueble

5.5.1 La acometida será fijada en un aislador de acometida el cual será fijado de manera que el conductor quede soportado libremente fuera de posibles raspaduras.

5.5.2 El aislador de acometida será del tipo tirafondo y estará fijado en madera junto al inmueble aprovechando todo el largo del tirafondo, y asentando la base del aislador firmemente sobre la superficie del soporte.

5.5.3 En caso que el inmueble no tenga disponible un -

## INECEL

lugar adecuado para fijar el aislador, un taco de made  
ra será instalado de tal manera que éste tenga suficiente  
fuerza para soportar el cable de acometida.

5.5.4 Las acometidas se denominarán de la siguiente  
manera:

K2-n K3-n, etc: siendo K2-n = Acometida con conductor  
duplex número n.

K3-n = Acometida con conductor triplex número n.

En los casos donde exista instalada una tuerca de ojo u  
otro material para fijar la acometida al poste, usese -  
la denominación KE2-n o KE3-n.

Los tipos de acometidas podemos visualizarlas en el ma  
nual de Estructuras tipo o Unidades de construcción.

EP;  
MM./jdv.

29-VII-80

I - CONDUCTORES TIPO ACSR

NOMBRE	CALIBRE	AREA COND. COMPLETO (mm <sup>2</sup> )	CABLEADO		DIAMETRO TOTAL (mm)	RESISTENCIA A LA ROTURA (kg)	RESISTENCIA A 20°C (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA A 1m (Ω/km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)	PESO (kg/km)
			AL	ACERO						
TURKEY	6	15.46	6	1	5.04	530	2.154	0.5070	100	53.6
SWAN	4	24.71	6	1	6.36	830	1.334	0.4991	140	85.3
SPARROW	2	39.22	6	1	8.01	1265	0.651	0.5029	180	135.6
ROBIN	1	45.43	6	1	9.00	1585	0.675	0.5029	200	171.1
RAVEN	1/0	62.30	6	1	10.11	1940	0.555	0.4973	230	215.9
QUAIL	2/0	78.64	6	1	11.34	2425	0.424	0.4879	270	272.1
PIGEON	3/0	99.23	6	1	12.75	3030	0.337	0.4755	300	342.9
PENGUIN	4/0	125.10	6	1	14.31	3820	0.267	0.4506	340	432.5
PARTRIDGE	266.8	157.20	26	7	16.28	5100	0.214	0.3785	460	545.4
PIPER	300.0	187.50	30	7	17.78	7000	0.190	0.3705	500	697.0
OSTRICH	300.0	176.70	26	7	17.20	5730	0.190	0.3742	490	612.7
ORIOLE	336.4	210.30	30	7	18.83	7735	0.170	0.3661	530	781.6
LINNET	336.4	196.30	26	7	18.31	6375	0.170	0.3698	530	667.4

INECEL  
UNEPER

NORMAS PARA  
ELECTRIFICACION RURAL  
CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES

ANEXO N.º  
1

CARACTERISTICAS FISICAS DE CONDUCTORES

TIPO DE CONDUCTOR	CABLEADO	MODULO DE ELASTICIDAD (kg/mm <sup>2</sup> ) ①	COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL (x10 <sup>-6</sup> /°C)
ACSR	6/1	8000	19.1
	26/7	8000	18.9
	30/7	8000	17.8
ALEACION DE ALUMINIO	7	6450	23.0
	19	6350	23.0
COBRE	TODOS	12000	16.9

NOTAS:

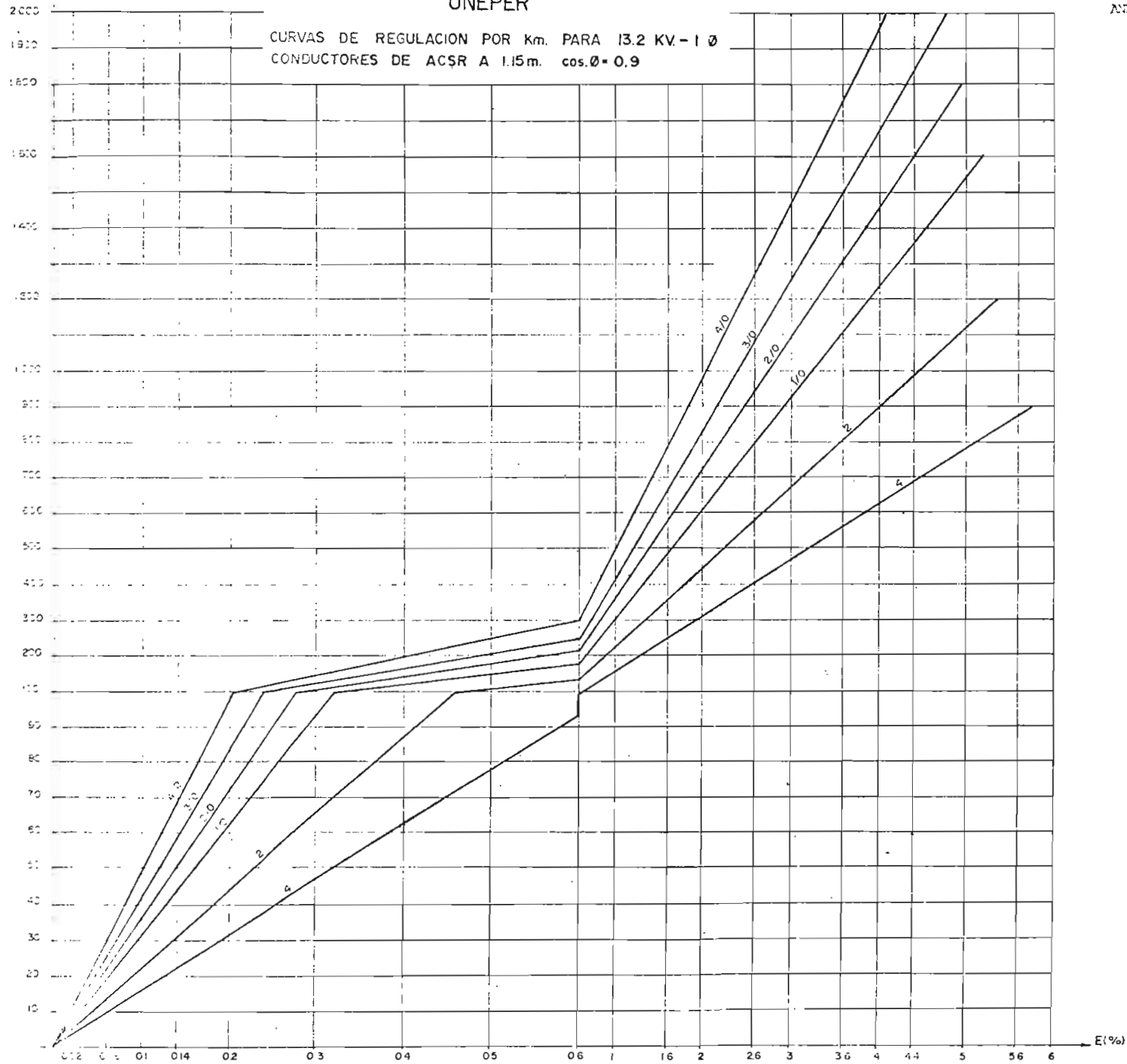
- ① - LOS MODULOS DE ELASTICIDAD PARA ACSR Y ALEACION DE ALUMINIO SON EL PROMEDIO DE LOS VALORES OBTENIDOS EN ENSAYOS ESFUERZO-DEFORMACION. EL MODULO DE ELASTICIDAD DEL COBRE ES USADO GENERALMENTE PARA ALAMBRE Y CONDUCTORES CABLEADOS.

P(KW)

UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNEPER

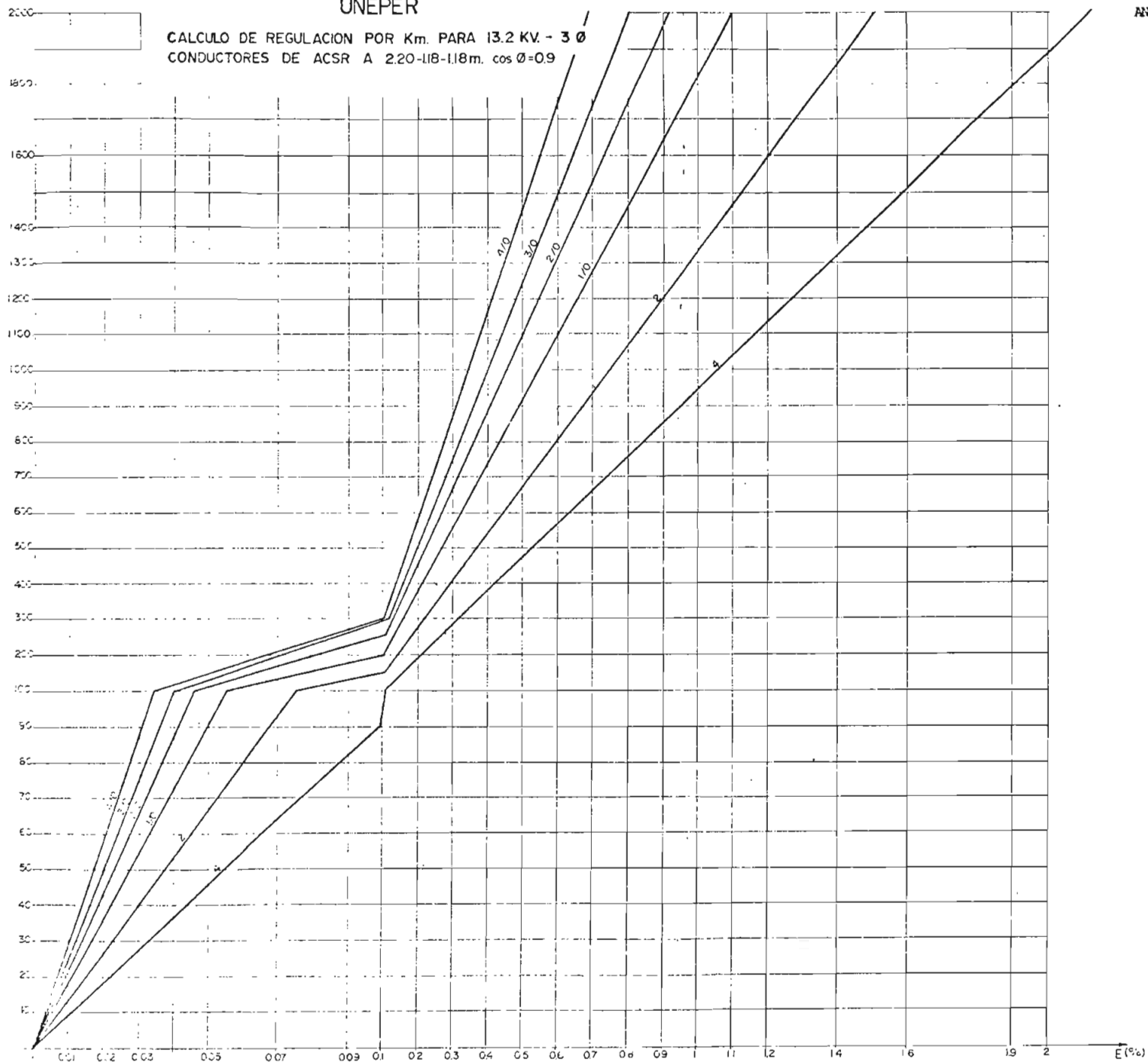
ANEXO Nº 3

CURVAS DE REGULACION POR Km. PARA 13.2 KV.-1 Ø  
CONDUCTORES DE ACSR A 1.15m.  $\cos.\theta = 0.9$



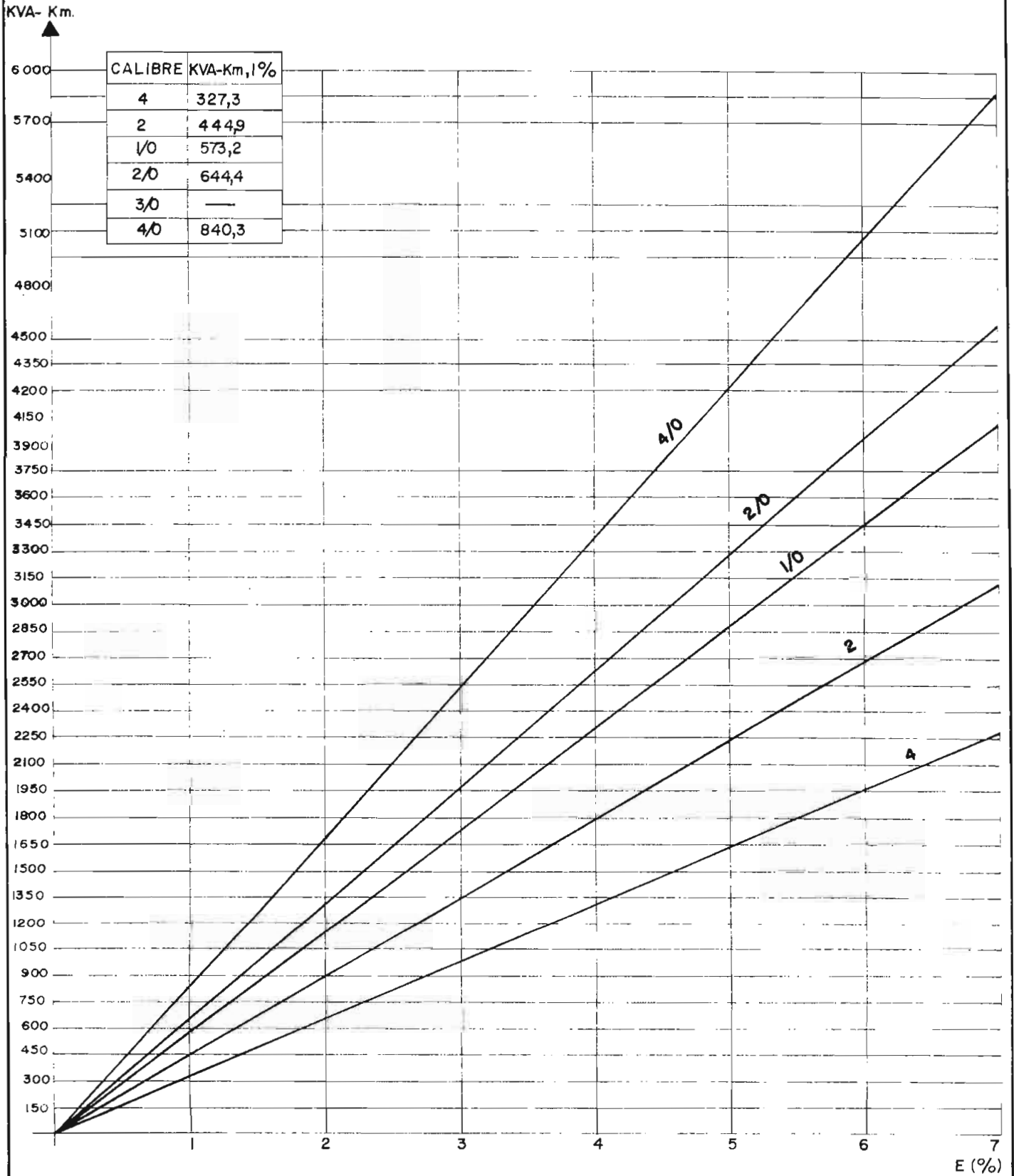
UNEPER

CALCULO DE REGULACION POR Km. PARA 13.2 KV - 3 Ø  
 CONDUCTORES DE ACSR A 2.20-118-118m.  $\cos \theta = 0.9$



UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNEPER

CURVAS DE REGULACION PARA 7,62 KV-1Ø  
CONDUCTORES DE ACSR A 1,15 m. Cos Ø=0,9  
A 25°C

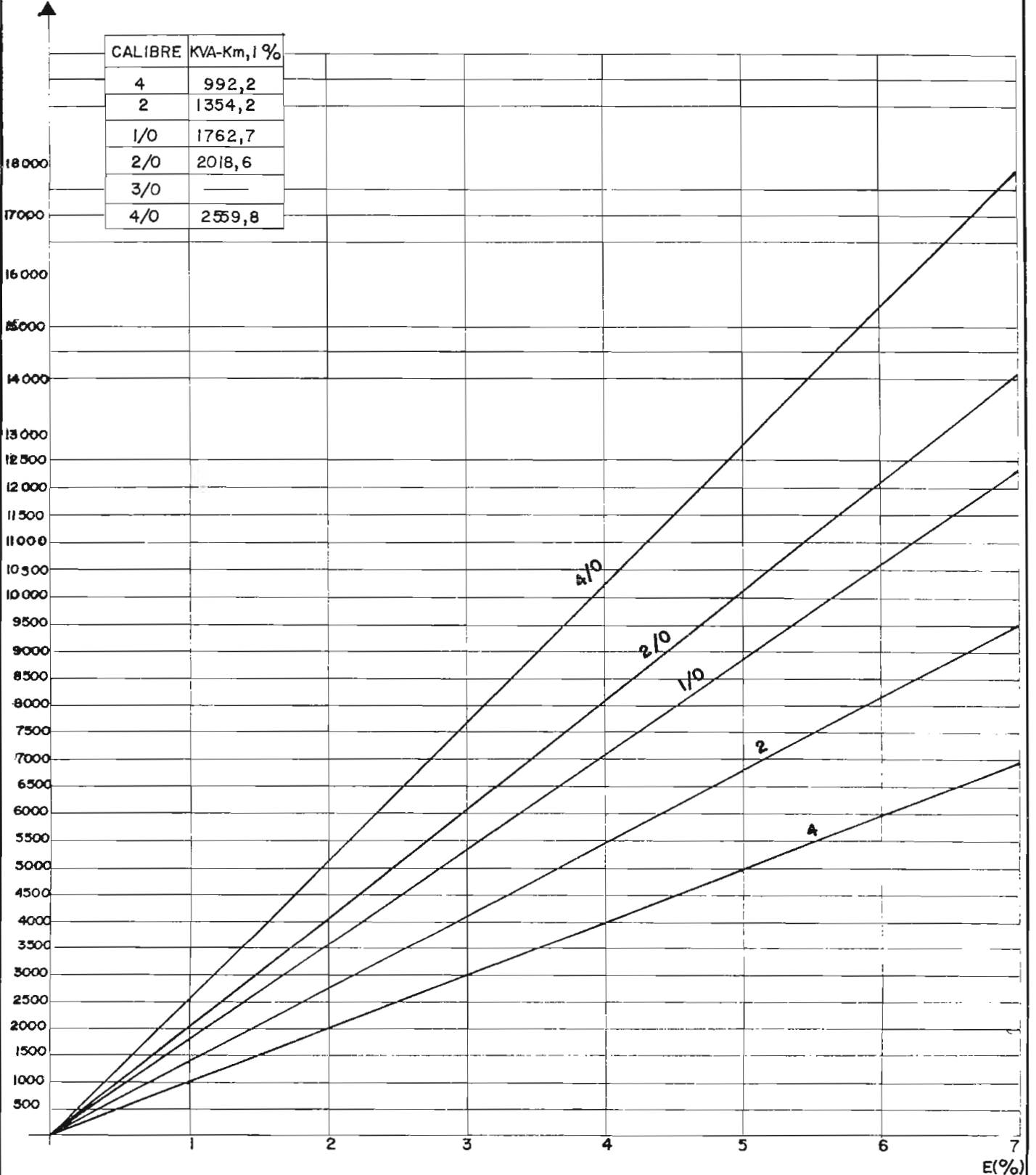




# UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL UNEPER

CURVAS DE REGULACION PARA 13,2KV-1Ø  
CONDUCTORES ACSR A 1,50 mts. COS Ø=0,9  
A 25°C

KVA - Km.



UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNEPER

CURVAS DE REGULACION PARA 13,2 KV-3 Ø  
CONDUCTORES DE ACSR A 1,188-1,188-2,20 m.  
Cos Ø = 0,9 A 25°C

KVA - Km.

▲

24600

24000

23400

22200

21000

19200

18600

18000

17400

16800

16200

15600

15000

14400

13800

13200

12600

12000

11400

10800

10200

9600

9000

8400

7800

7200

6600

6000

5400

4800

4200

3600

3000

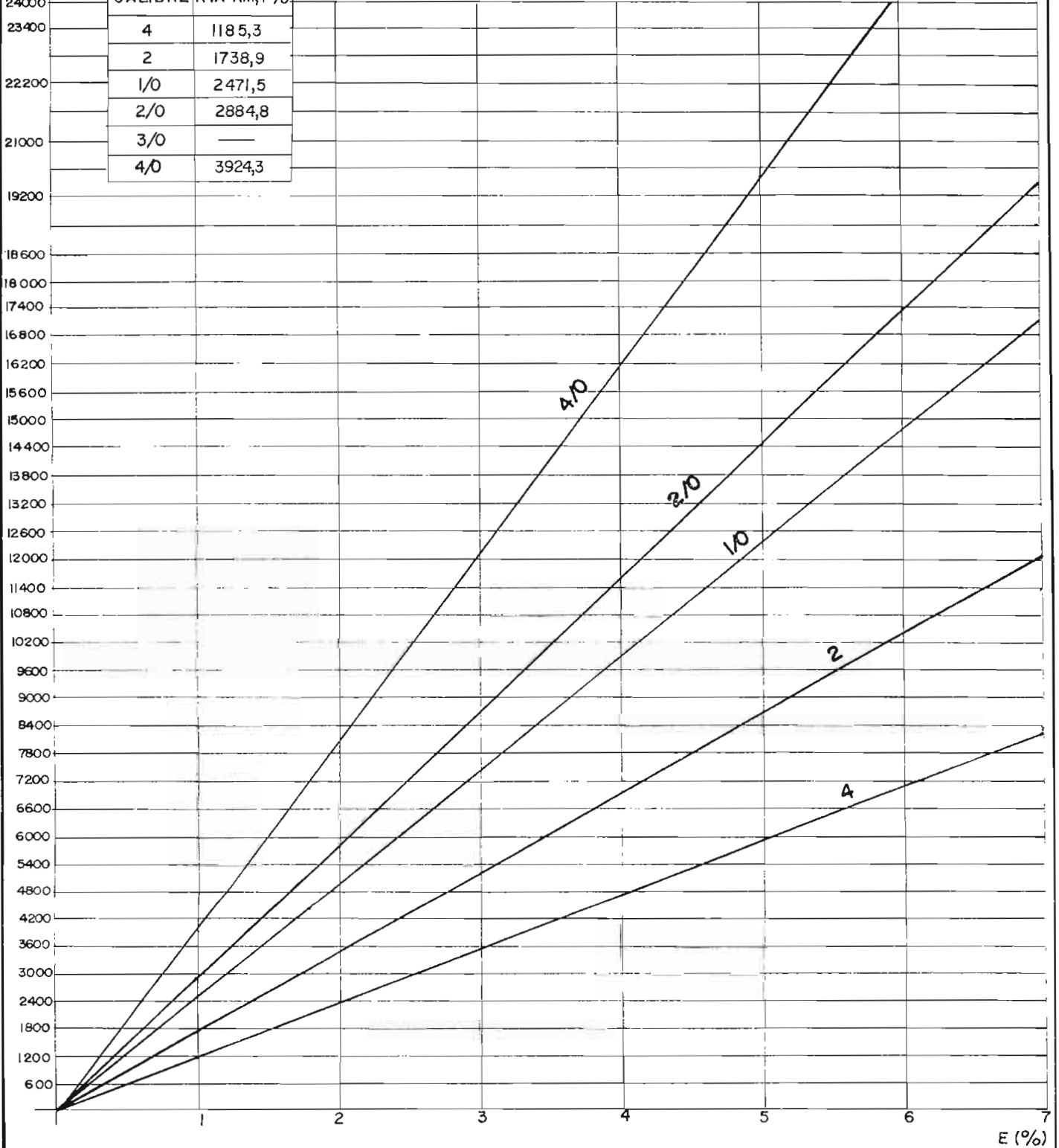
2400

1800

1200

600

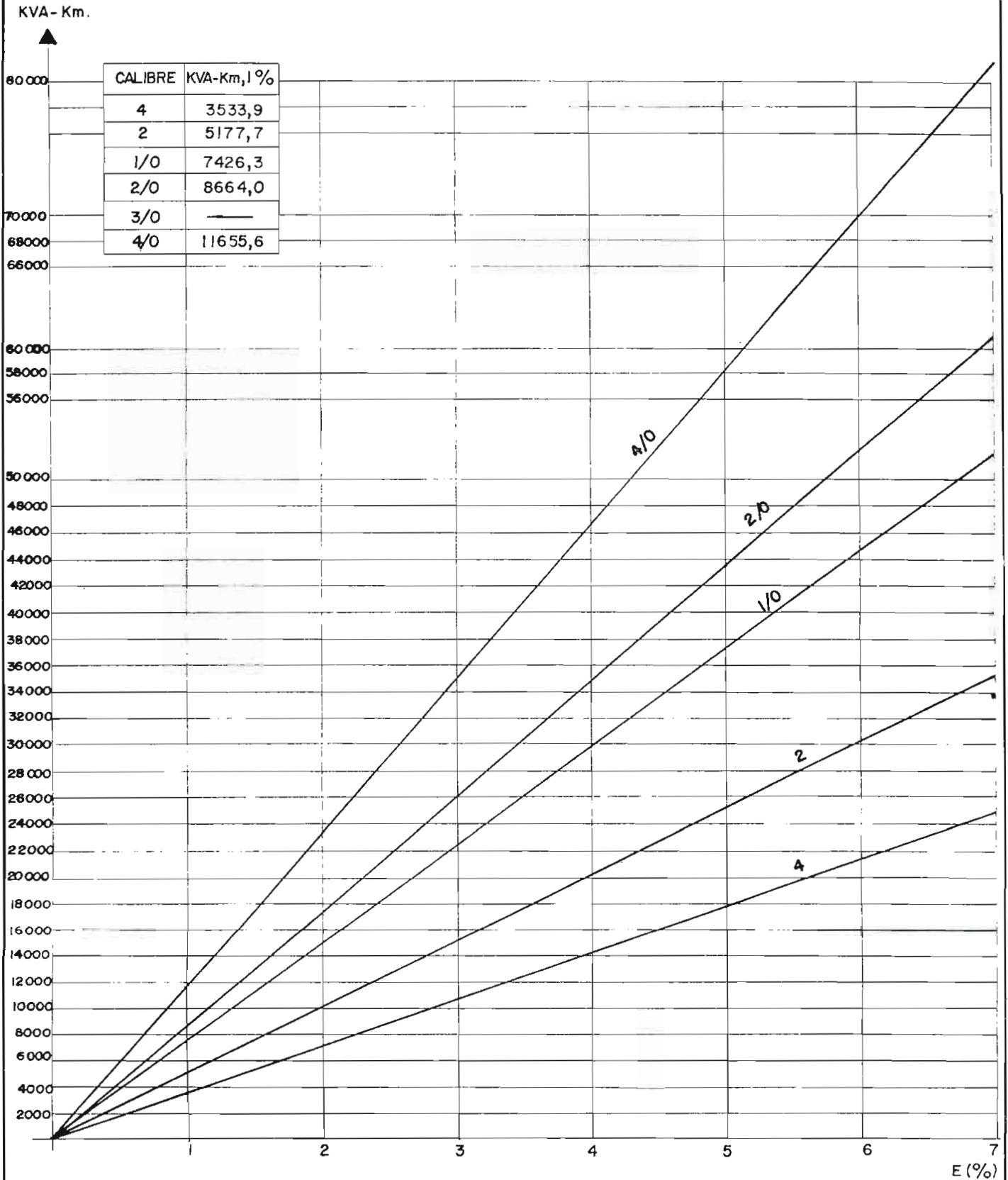
CALIBRE	KVA-Km, 1%
4	1185,3
2	1738,9
1/0	2471,5
2/0	2884,8
3/0	—
4/0	3924,3



E (%)

UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNE PER

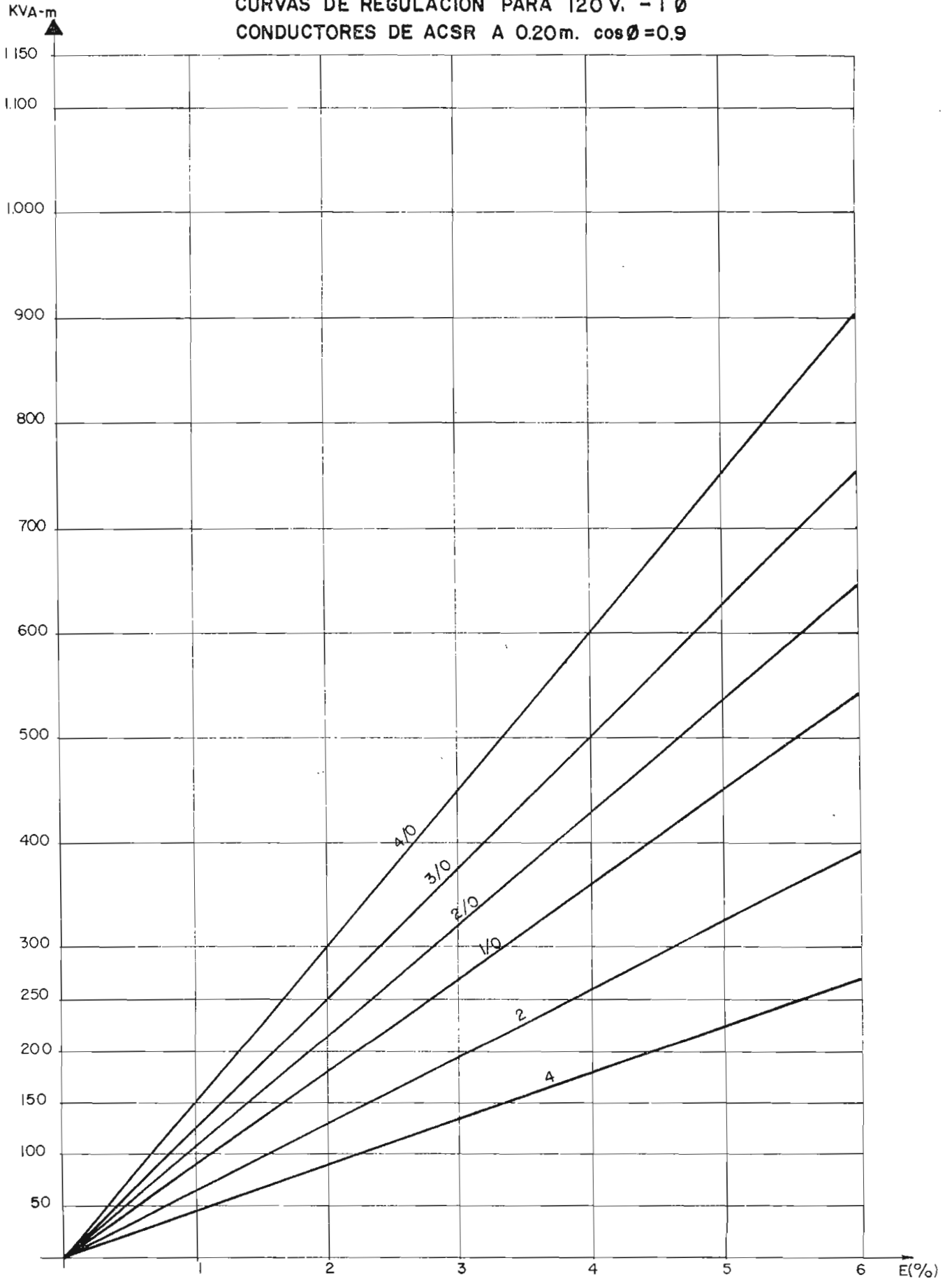
CURVAS DE REGULACION PARA 22,8 KV-3Ø  
CONDUCTORES ACSR A 1,18-1,18-2,20 mts.  
COS Ø = 0,9      25°C



UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL

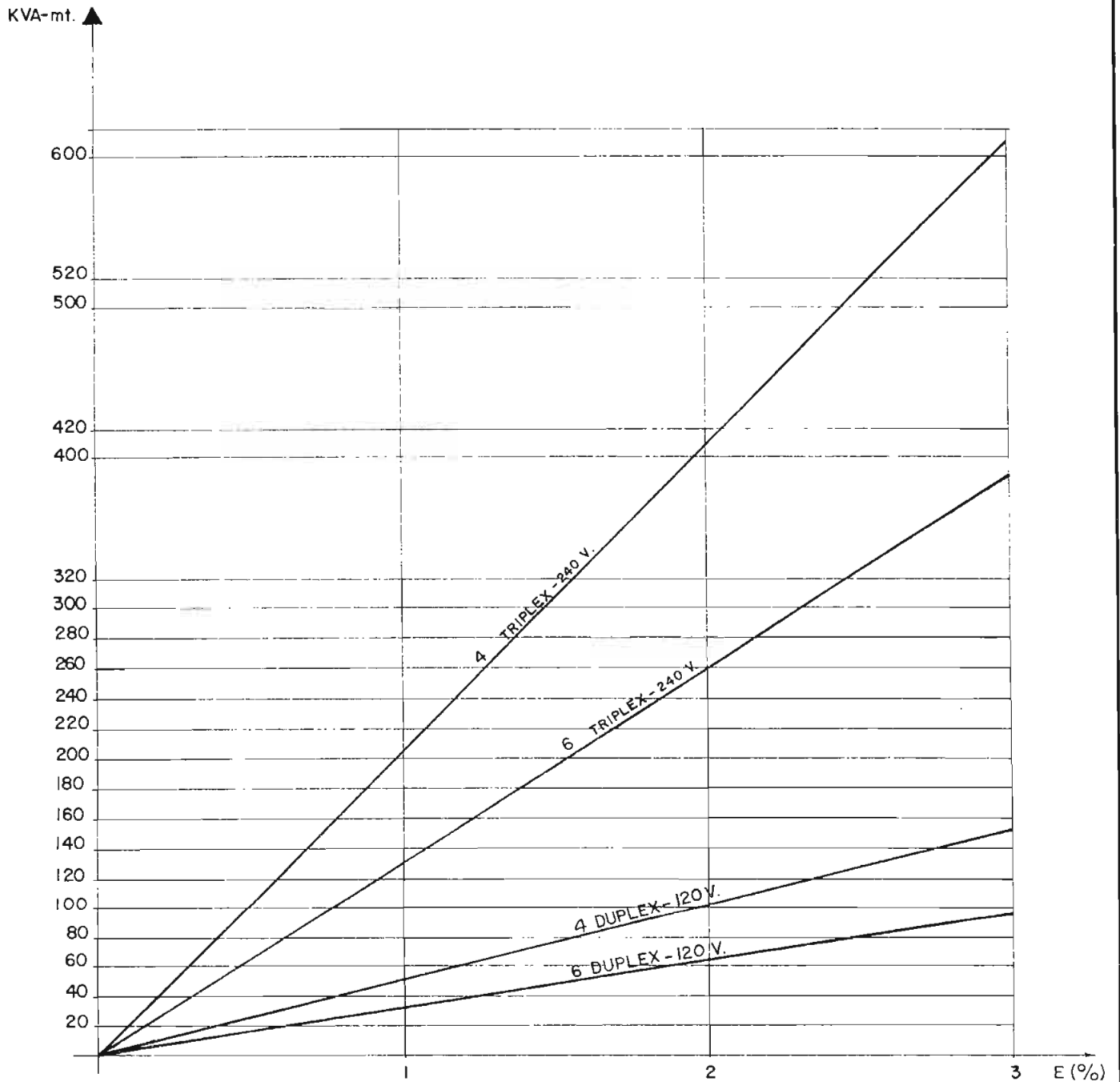
UNEPER

CURVAS DE REGULACION PARA 120 V. - 1 Ø  
CONDUCTORES DE ACSR A 0.20m.  $\cos\phi=0.9$



UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNEPER

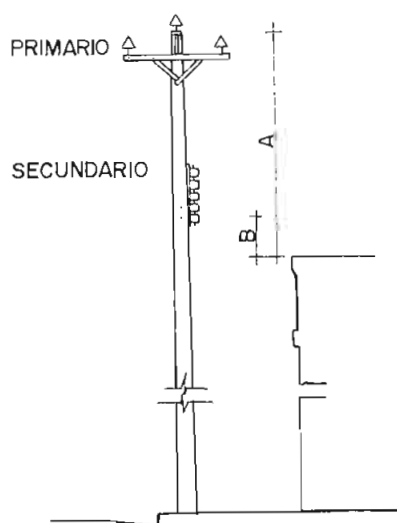
CURVAS DE REGULACION PARA ACOMETIDAS  
CON CABLE DUPLEX Y TRIPLEX DE ALUMINIO



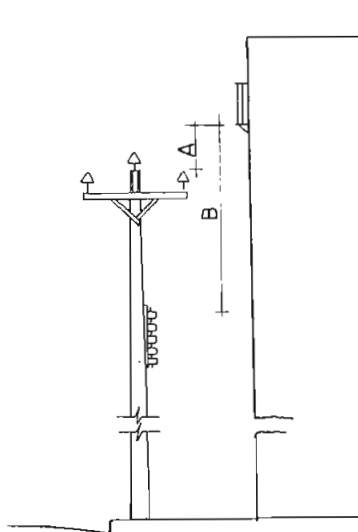
SEPARACION ENTRE CONDUCTORES Y EDIFICIOS

SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES Y LA PARTE MAS ALTA DE LOS EDIFICIOS

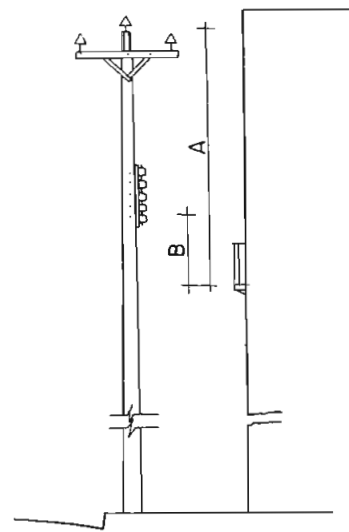
SEPARACION VERTICAL ENTRE EL PISO DE BALCONES O SALIENTES Y LOS CONDUCTORES



CASO 1

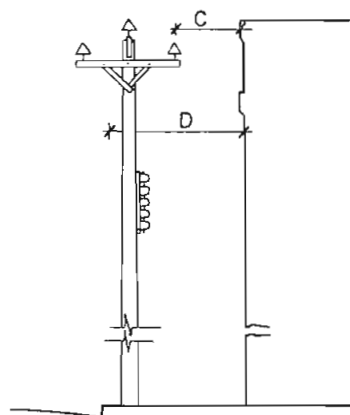


CASO 2

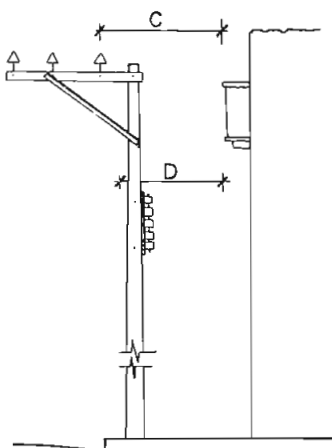


CASO 3

SEPARACION HORIZONTAL



CASO 4



CASO 5

SEPARACIONES MINIMAS - METROS

CASO	SOLO PRIMARIO				SOLO SECUNDARIO		PRIMARIO Y SECUNDARIO						
	A		C		B	D	PRIMARIO				SECUNDARIO		
	23	6.3	23	6.3			A	C	B	D			
1	3	25			2.0	-	-					2.0	
2	2.5	1.0			0.5	2.5	1.0					-	
3	3.5	3.0			2.5	-	-					2.5	
4			2.0	1.0	1.0			2.0	1.0			-	
5			2.0	1.5	1.0			2.0	1.5			1.0	


NOTAS:

- (1) NO ES PERMISIBLE
- (2) SI LAS SEPARACIONES VERTICALES PARA LOS CASOS 2 y 3 NO PUEDEN SER MANTENIDAS, SE EXIGE LA SEPARACION HORIZONTAL DEL CASO 5

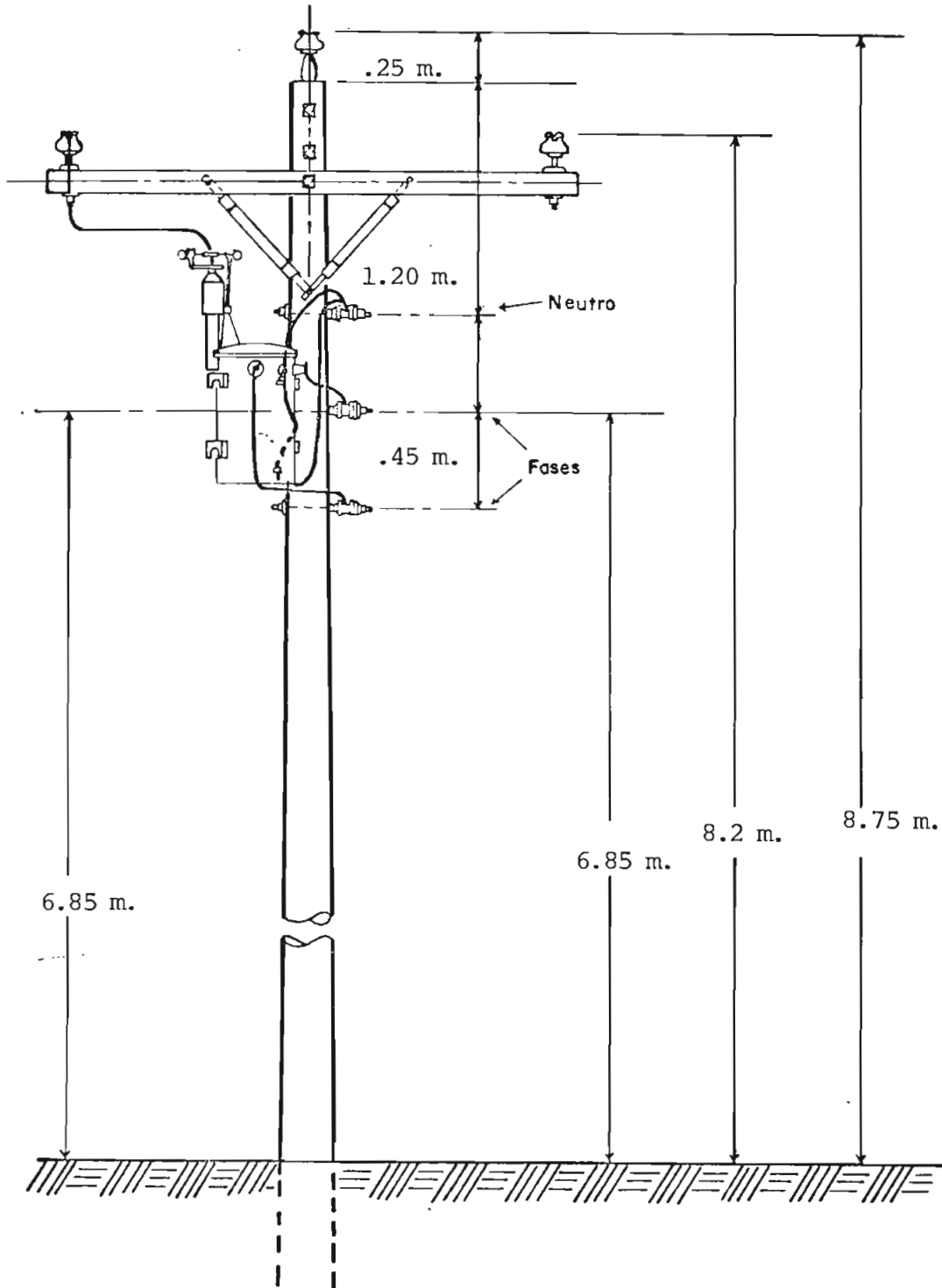
DISTANCIA MINIMA VERTICAL ENTRE LOS CONDUCTORES  
 MAS PROXIMOS EN CASO DE CIRCUITOS DIFERENTES  
 SOBRE LA MISMA ESTRUCTURA

CIRCUITO SUPERIOR / CIRCUITO INFERIOR	VOLTAJE ENTRE FASES			
	HASTA 600 V	HASTA 7.62 kV	7.62 44 kV	HASTA 115 kV
CIRCUITOS DE COMUNICACIONES	1.20 m	1.20 m	1.80 m	2.20 m
CIRCUITOS HASTA 600 V	0.60 m	0.60 m	1.20 m	2.00 m
CIRCUITOS HASTA 7.62 kV	—	0.60 m	1.20 m	2.00 m
CIRCUITOS ENTRE 7.62 y 44 kV	—	—	1.20 m	2.00 m
CIRCUITOS HASTA 115 kV	—	—	—	2.00 m

NOTA:  
 SE DEBE EVITAR AL MAXIMO TENER CIRCUITOS DE  
 COMUNICACIONES O HASTA 600 V EN LA MISMA ES-  
 TRUCTURA CON CIRCUITOS DE TENSION SUPERIOR A  
 34.5 kV

	DISEÑO: MARTHA REVISO: H.N.S. APROBO: G.R.R. FECHA: AGO./79	REVISION	NORMAS PARA ELECTRIFICACION RURAL DISTANCIAS ELECTRICAS ENTRE CIRCUITOS EN LA MISMA ESTRUCTURA	ANEXO No 10

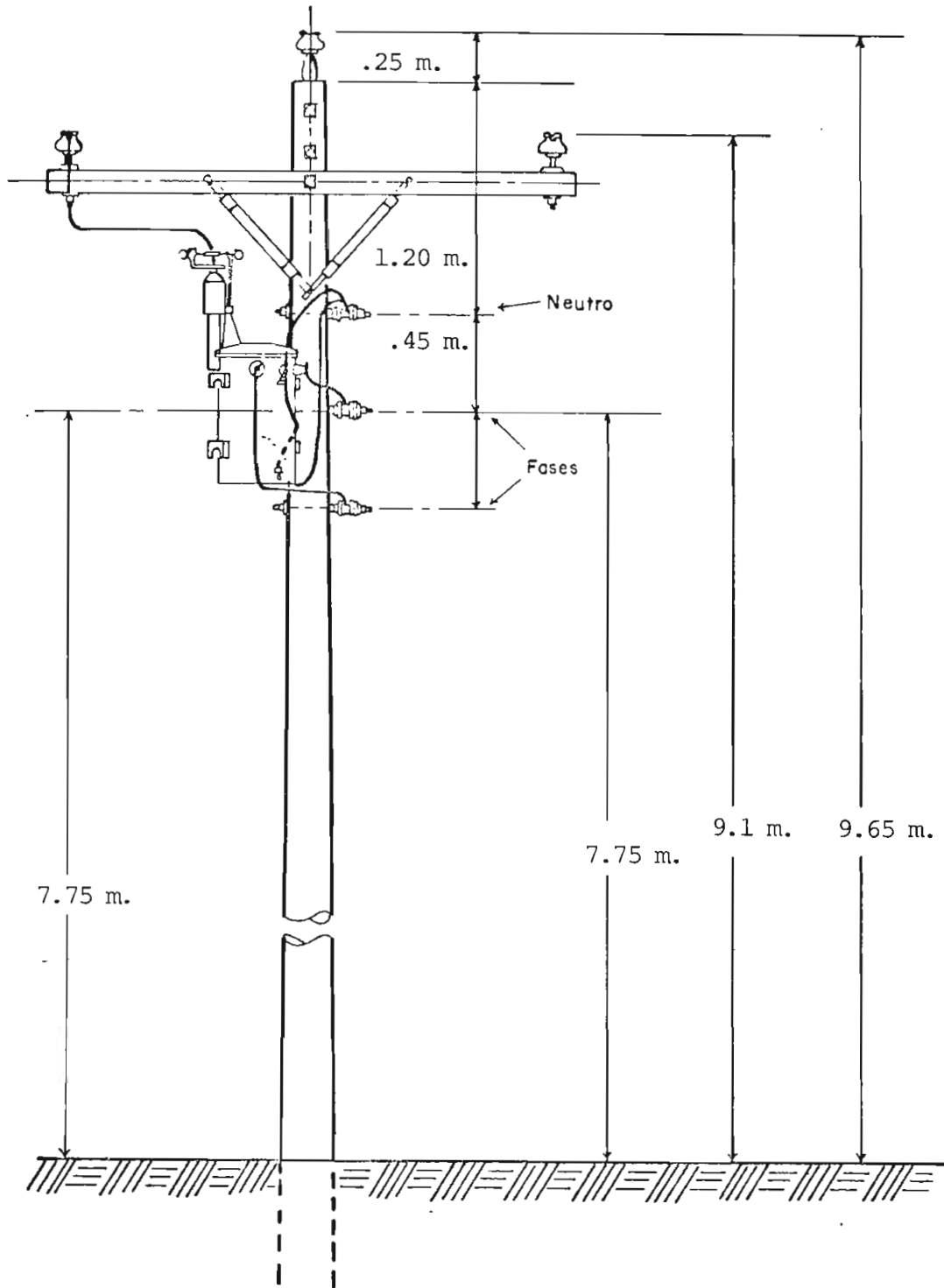
Poste 10 m.





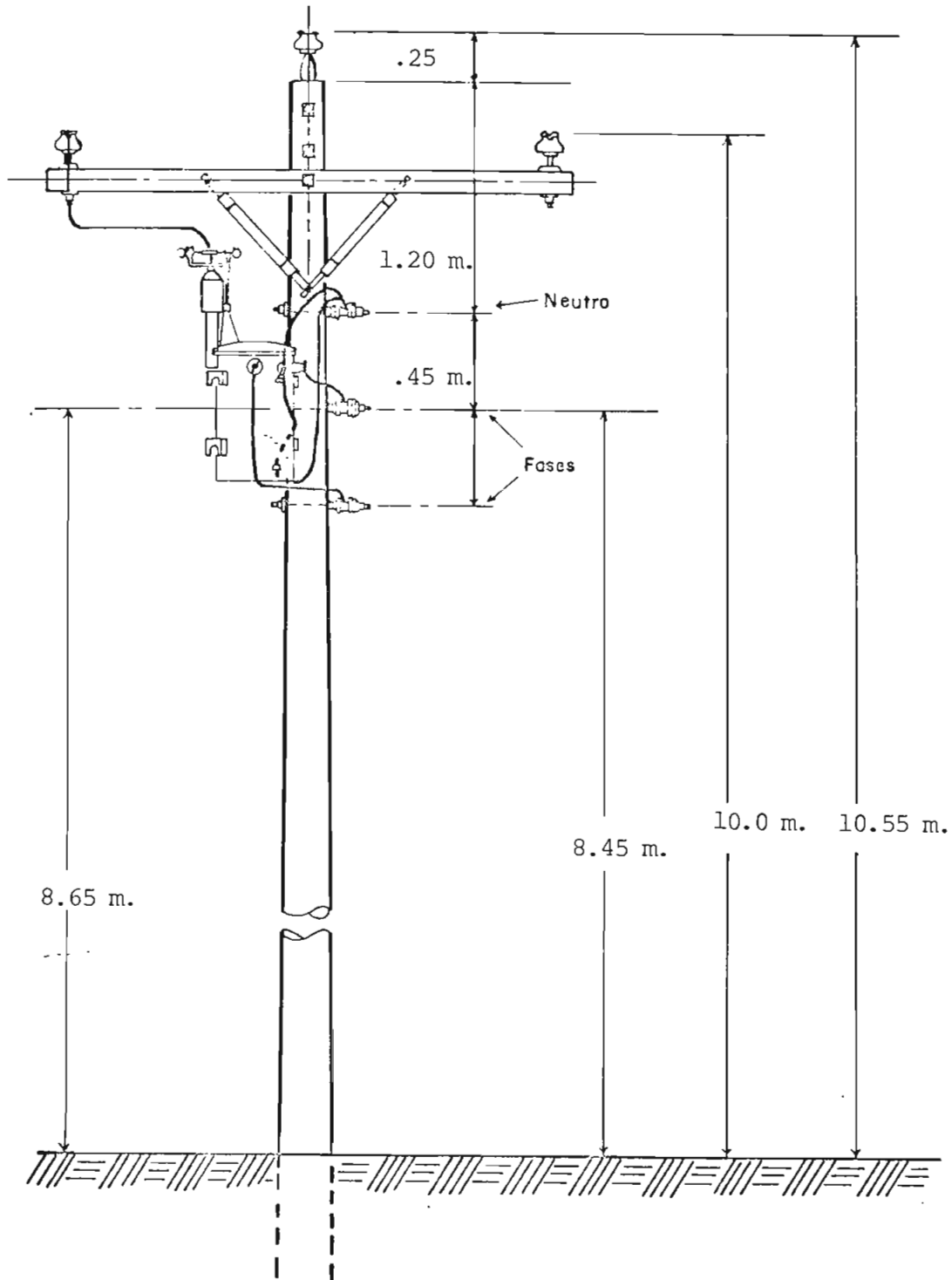
Poste 11 m.

ANEXO N° 12



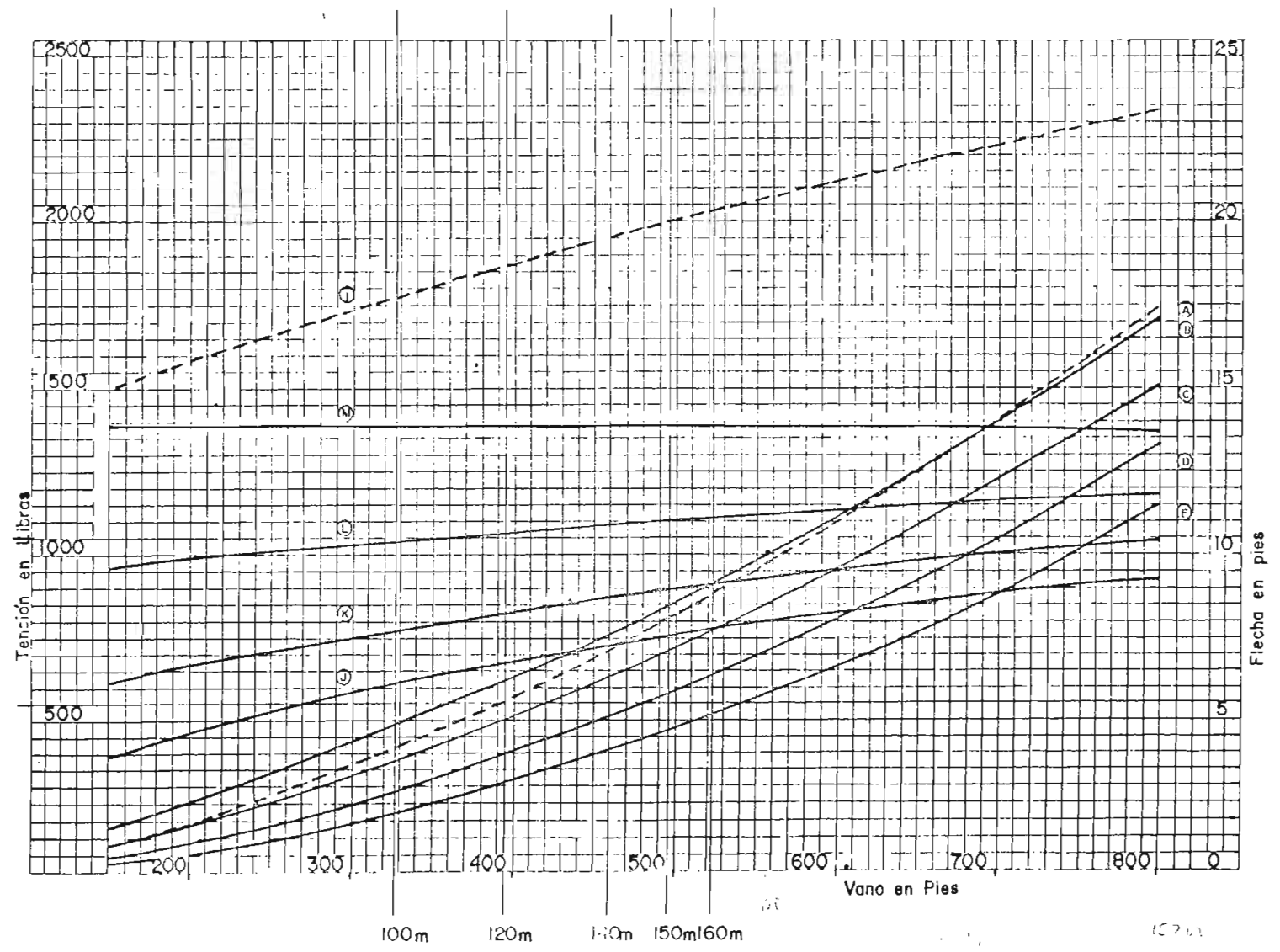
Poste de 12 m.

ANEXO N° 13



REYNOLDS ALUMINUM ELECTRICAL CONDUCTOR

GRAFICO DE FLECHAS Y TENSIONES  
CARGA LIGERA  
CONDUCTOR 2/0 ACSR



INECEL  
UNEPEP

HOJA DE  
FECHA

ANEXO N° 14

# REYNOLDS ALUMINUM ELECTRICAL CONDUCTOR

## CONDICIONES

- Tensión máxima con cero pulgadas de hielo y viento de 12 libras a 30°F. no exederá el 50% del último esfuerzo. (Tensión de rotura).
- Tensión inicial sin hielo o viento a 30°F. no exederá una tercera parte del último esfuerzo
- Tensión final sin hielo o viento a 30°F. no exederá una cuarta parte del último esfuerzo

Curva	Hielo en pulgadas	Viento en Lb. por pie <sup>2</sup>	Temperatura °F.	Curva	Hielo en pulgadas	Viento en Lb. por pie <sup>2</sup>	Temperatura °F.
A - Flecha	0	12	30	I - Tensión	0	12	30
B - Flecha	0	0	120	J - Tensión	0	0	120
C - Flecha	0	0	90	K - Tensión	0	0	90
D - Flecha	0	0	60	L - Tensión	0	0	60
E - Flecha	0	0	30	M - Tensión	0	0	30

Tensión máxima del cable. 50% de la tensión de la rotura - 2.762 lbs

Carga máxima. 0 pulgadas de hielo, 12 lbs. de viento a 30°F.

INECEL  
UNEPEP

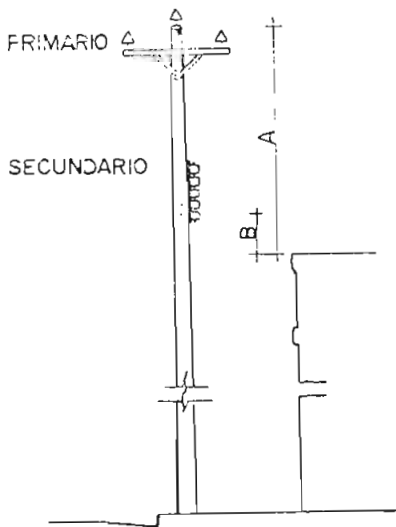
ANEXO N° 14-A

HOJA DE  
FECHA

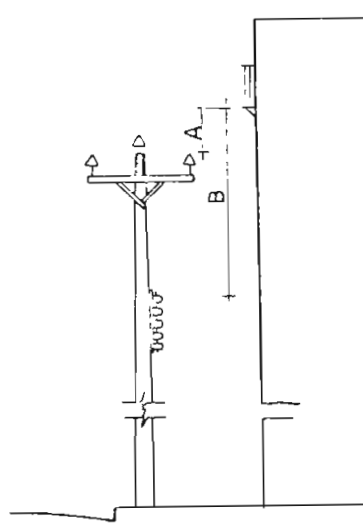
SEPARACION ENTRE CONDUCTORES Y EDIFICIOS

SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES Y LA PARTE MAS ALTA DE LOS EDIFICIOS

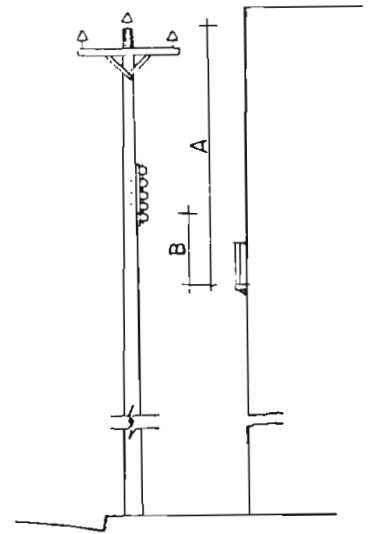
SEPARACION VERTICAL ENTRE EL PISO DE BALCONES O SALIENTES Y LOS CONDUCTORES



CASO 1

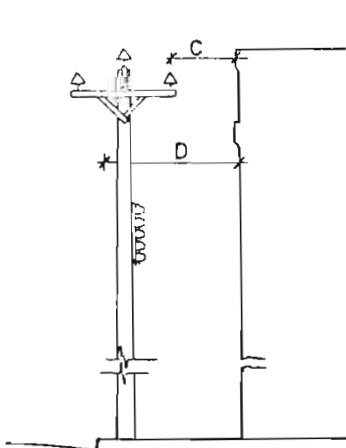


CASO 2

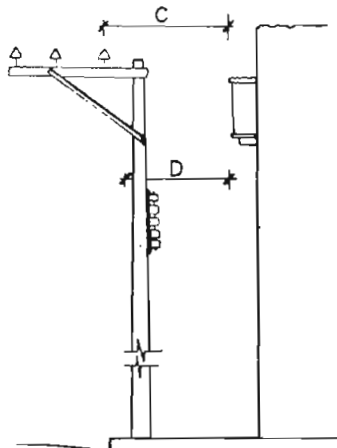


CASO 3

SEPARACION HORIZONTAL



CASO 4



CASO 5

SEPARACIONES MINIMAS - METROS									
CASO	SOLO PRIMARIO				SOLO SECUN-DARIO	PRIMARIO Y SECUN-DARIO			
	A		C		B	D	PRIMARIO		SECUN-DARIO
	23	63	23	63			23	63	23
1	3	25			20	-	-		20
2	2.5	1.0			0.5	2.5	1.0		-
3	3.5	30			25	-	-		25
4			2.0	1.0	1.0		2.0	1.0	-
5			2.0	1.5	1.0		2.0	1.5	1.0

NOTAS:

- (1) NO ES PERMISIBLE
- (2) SI LAS SEPARACIONES VERTICALES PARA LOS CASOS 2 y 3 NO PUEDEN SER MANTENIDAS, SE EXIGE LA SEPARACION HORIZONTAL DEL CASO 5

VANO en m.	Poste 10 m.		Poste 11 m.		ANEXO N° 16
	* VANO - 1/1 m. flecha - 2.16 m.	* VANO - 1/1 m. flecha - 2.16 m.	* VANO - 2/0 m. flecha - 2.53 m.	* VANO - 2/0 m. flecha - 2.53 m.	
	1/2 VANO	1/4 VANO	1/2 VANO	1/4 VANO	
100	1.41	1.60	2.23	2.42	2.15
105	1.34	1.55	2.16	2.37	2.37
110	1.26	1.49	2.08	2.31	2.60
115	1.17	1.42	1.99	2.24	2.84
120	1.09	1.36	1.91	2.18	3.09
125	.99	1.28	1.81	2.10	3.33
130	.90	1.22	1.72	2.04	3.63
135	.80	1.14	1.62	1.96	3.91
140	.70	1.06	1.52	1.89	4.21
145	.59	.98	1.41	1.80	4.51
150	.48	.90	1.30	1.72	4.83
155	.37	.82	1.19	1.64	5.16
160	.25	.73	1.07	1.55	5.50
165	.13	.64	.95	1.46	5.84
170		.54	.82	1.36	6.20
175	.12	.45	.70	1.27	6.57
180	.26	.35	.56	1.17	6.96
185	.39	.25	.43	1.07	7.35
190	.53	.14	.29	.96	7.75
195	.68	.03	.14	.85	8.16
200	.82	.08		.75	8.59
205	.97	.19	.15	.63	9.02
210	1.13	.31	.31	.51	9.47
215	1.29	.43	.47	.39	9.92
220	1.45	.55	.63	.27	10.39
225	1.61	.67	.79	.15	10.87
230	1.78	.80	.96	.03	11.36
235	1.96	.93	1.14	.11	11.86
240	2.14	1.07	1.32	.24	12.36
245	2.32	1.20	1.50	.38	12.89
250	2.50	1.34	1.68	.52	13.42
275	3.48	2.07	2.66	1.25	16.23
300	4.55	2.87	3.73	2.05	19.32
325	5.72	3.75	4.90	2.93	22.67
350	6.97	4.69	6.15	3.87	26.30
400	9.77	6.79	8.95	5.63	34.35

FACTOR de LEVANTAMIENTO de LINEA

\* Vano máximo permisible en terreno plano

Coste 10 m.  
Vano 107 m  
Flecha 2.15 m

Coste 10 m.  
Vano 107 m  
Flecha 2.34 m

Tabla de Levantamiento  
# 1/0 ACSR- # 4/0 ACSR  
Light Loading  
ANEXO N° 17

Vano en m.	Coste 10 m. Vano 107 m Flecha 2.15 m		Coste 10 m. Vano 107 m Flecha 2.34 m		ANEXO N° 17
	1/2 vano	1/4 vano	1/2 vano	1/4 vano	
100	1.38	1.54	2.17	2.36	2.23
105	1.30	1.51	2.09	2.30	2.45
110	1.21	1.45	2.00	2.24	2.69
115	1.13	1.39	1.92	2.18	2.94
120	1.04	1.32	1.83	2.11	3.20
125	.94	1.24	1.73	2.03	3.48
130	.84	1.17	1.63	1.96	3.76
135	.74	1.09	1.53	1.88	4.06
140	.64	1.02	1.43	1.81	4.36
145	.52	.93	1.32	1.73	4.68
150	.41	.85	1.20	1.64	5.01
155	.29	.76	1.08	1.55	5.35
160	.17	.67	.96	1.46	5.70
165	.05	.58	.84	1.37	6.06
170	.08	.48	.71	1.28	6.43
175	.22	.37	.57	1.16	6.82
180	.35	.27	.44	1.07	7.21
185	.49	.17	.30	.96	7.62
190	.64	.06	.15	.85	8.03
195	.79	.06		.74	8.46
200	.94	.17	.15	.62	8.90
205	1.10	.29	.31	.50	9.35
210	1.26	.41	.47	.39	9.81
215	1.42	.53	.63	.26	10.29
220	1.59	.66	.80	.14	10.77
225	1.76	.78	.97	.01	11.27
230	1.94	.92	1.15	.13	11.77
235	2.12	1.05	1.33	.26	12.29
240	2.30	1.19	1.51	.40	12.82
245	2.49	1.33	1.70	.54	13.36
250	2.68	1.47	1.89	.68	13.91
275	3.69	2.23	2.90	1.44	16.83
300	4.80	3.06	4.01	2.27	20.03
325	6.01	3.97	5.22	3.18	23.51
350	7.32	4.95	6.53	4.16	27.26
375	8.72	6.00	7.93	5.21	31.30
400	10.21	7.12	9.42	6.33	35.61

sobresaliente

sobresaliente

sobresaliente

sobresaliente

depresión

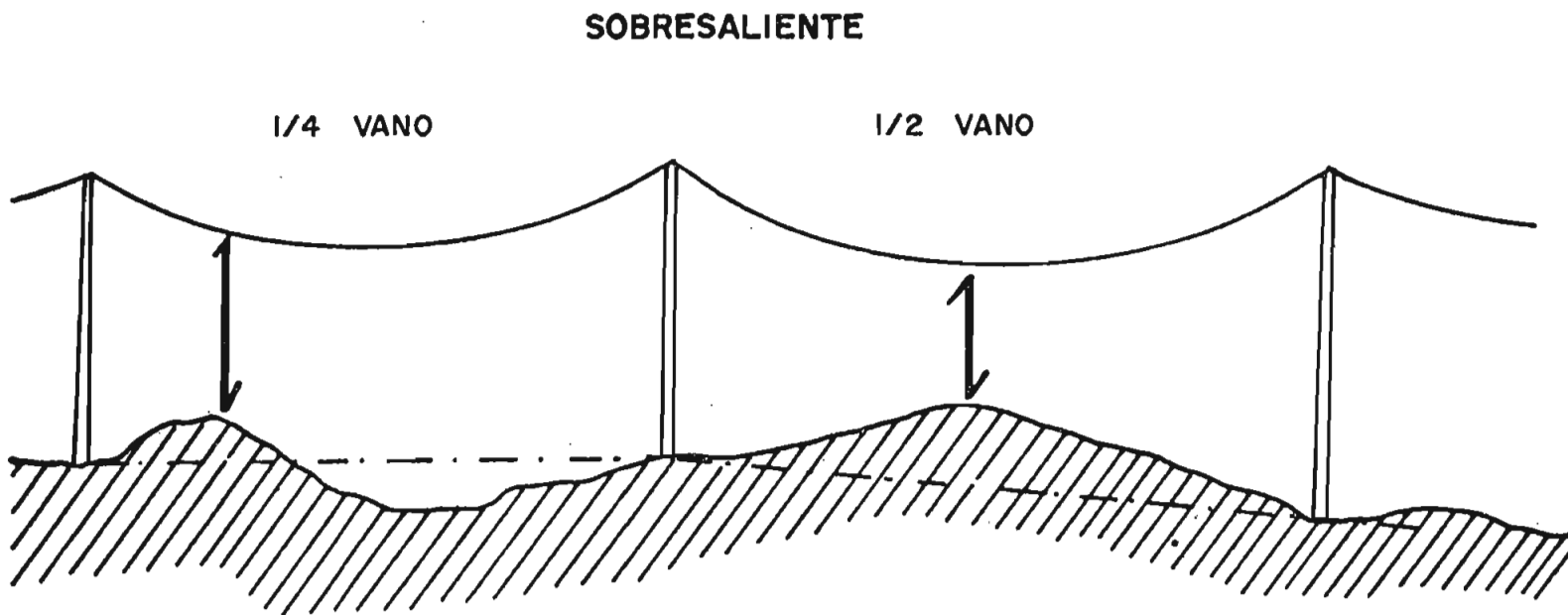
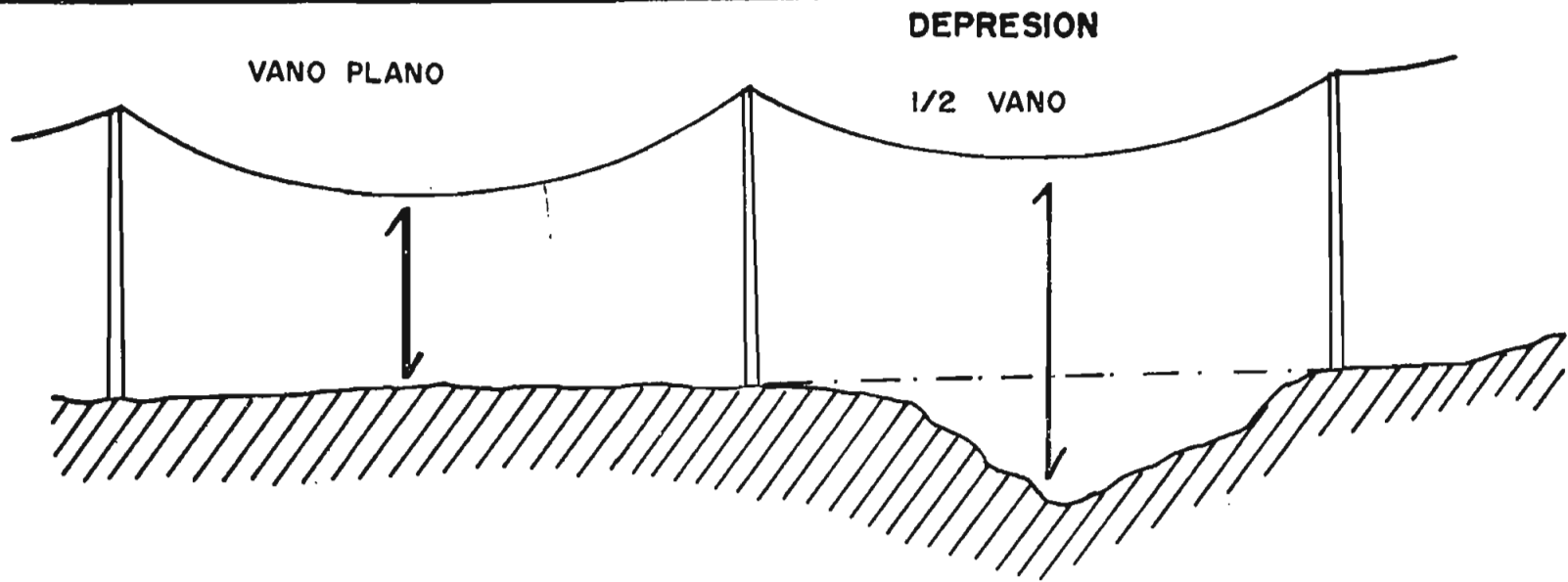
depresión

depresión

depresión

FACTOR de LEVANTAMIENTO de LINEA

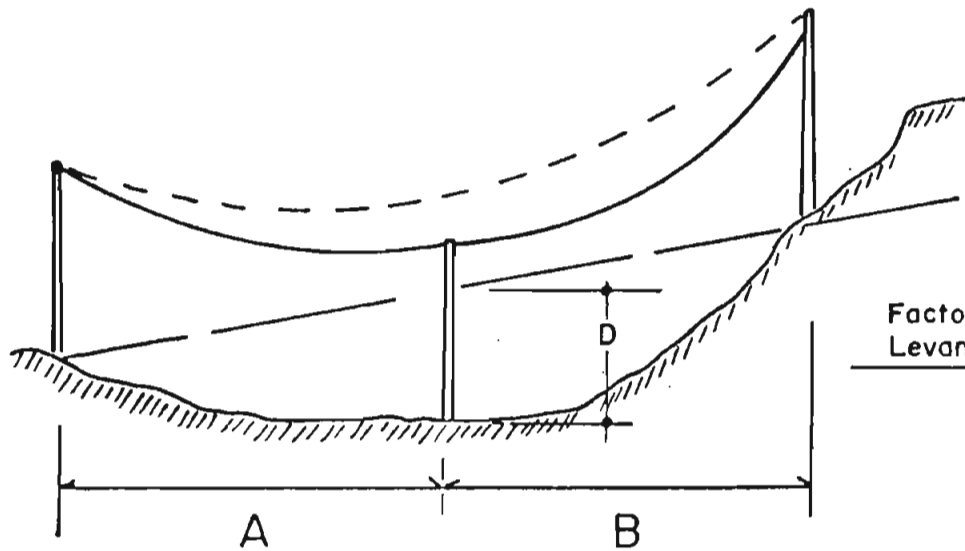
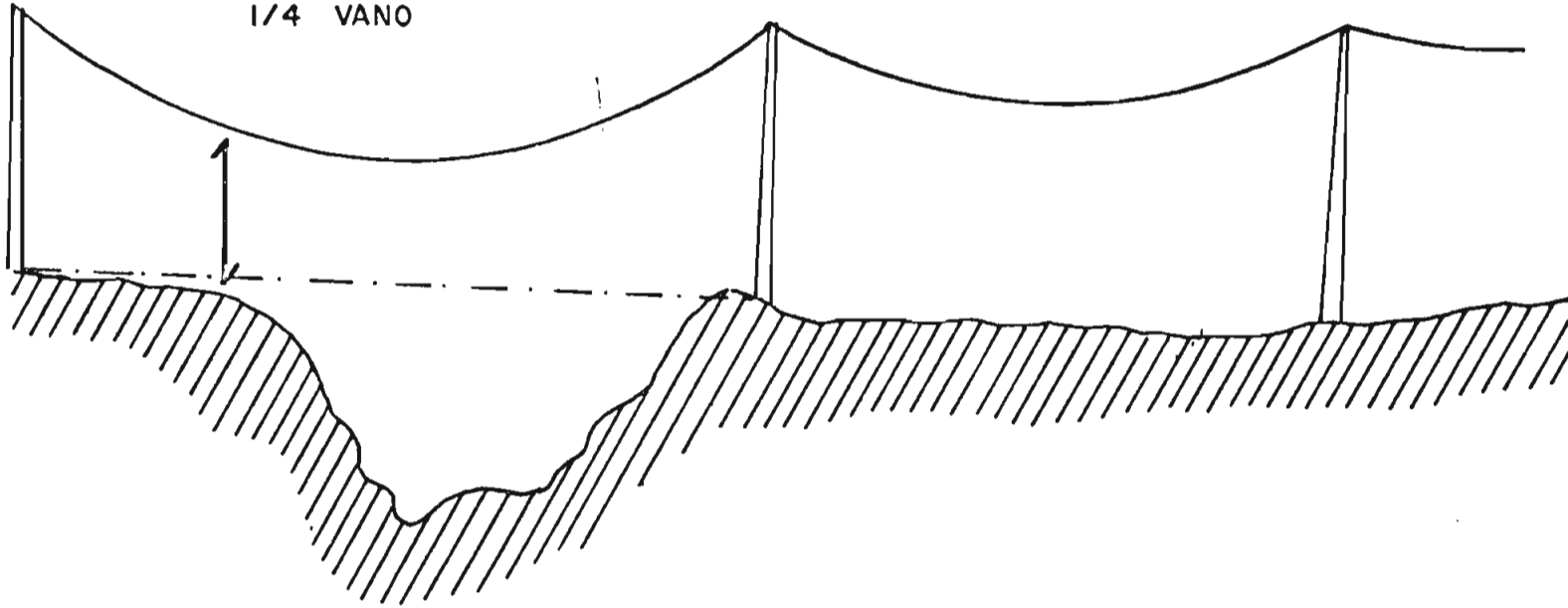
\* Vano máximo permisible en terreno plano





DEPRESION

1/4 VANO



$$\frac{\text{Factor de Levantamiento A} + \text{Factor de Levantamiento B}}{2} > \text{Distancia D}$$

A y B en metros (vano)

ANEXO N° 19

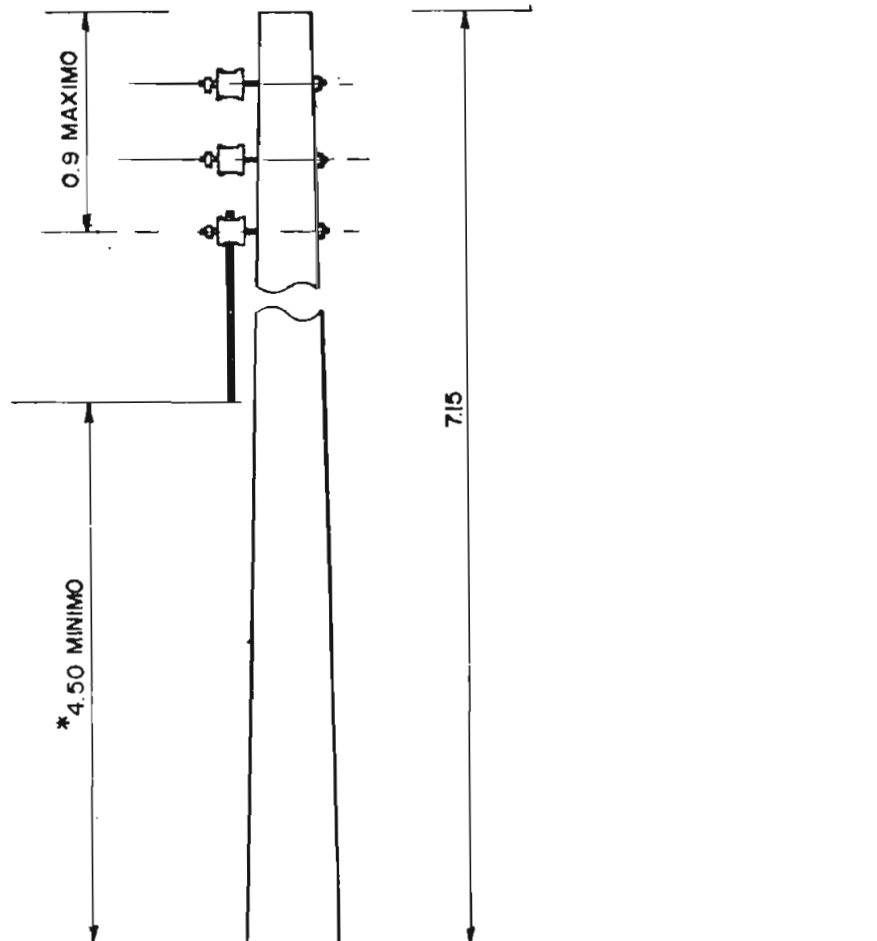
INECEL  
UNEPER

HOJA DE  
FECHA

LINEAS SECUNDARIAS

ANEXO N° 20

POSTES DE 8.5m.

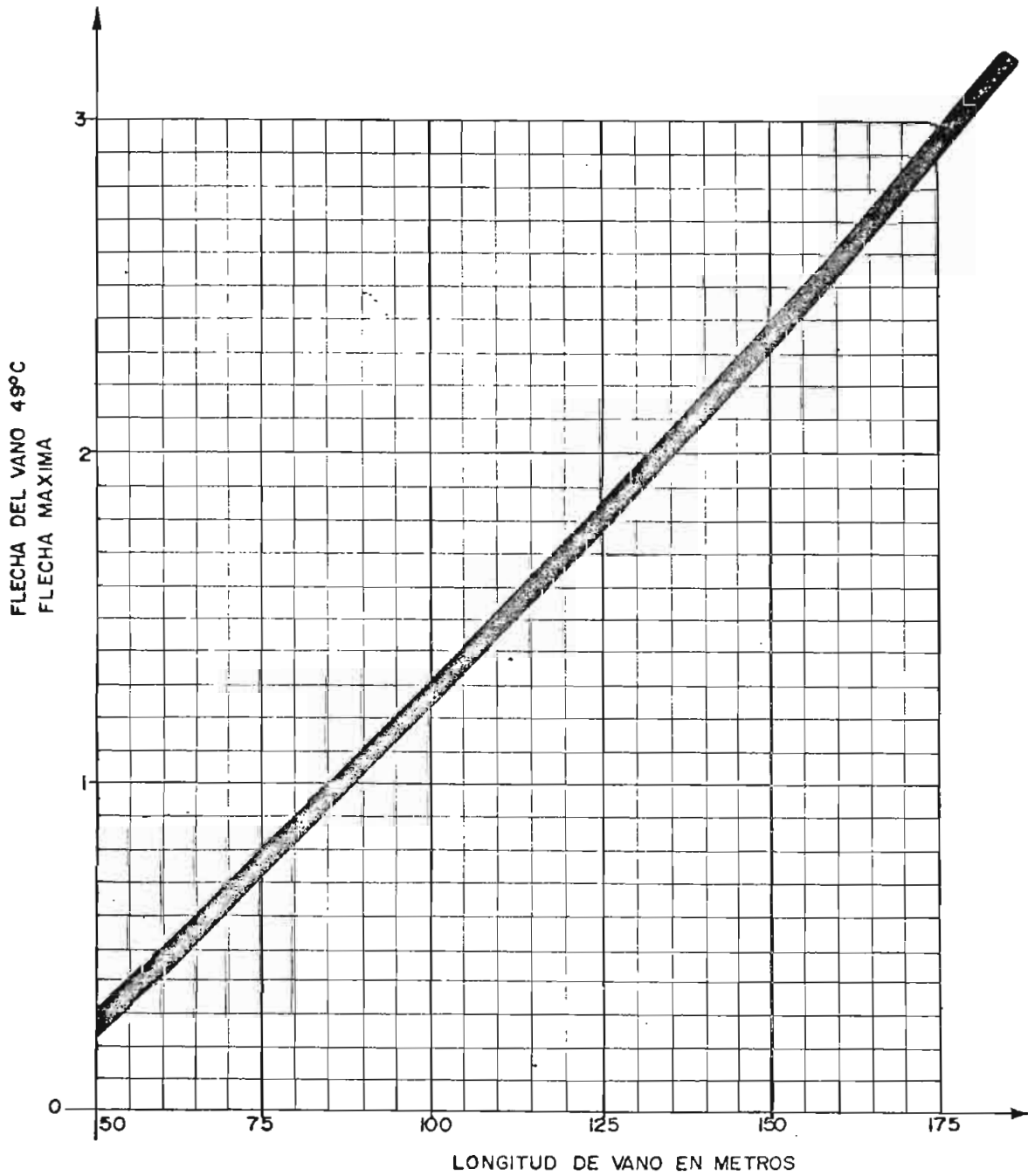


\* NOTA : VER NORMA -SEPARACION MINIMA A TIERRA

LINEA 120/240 V.

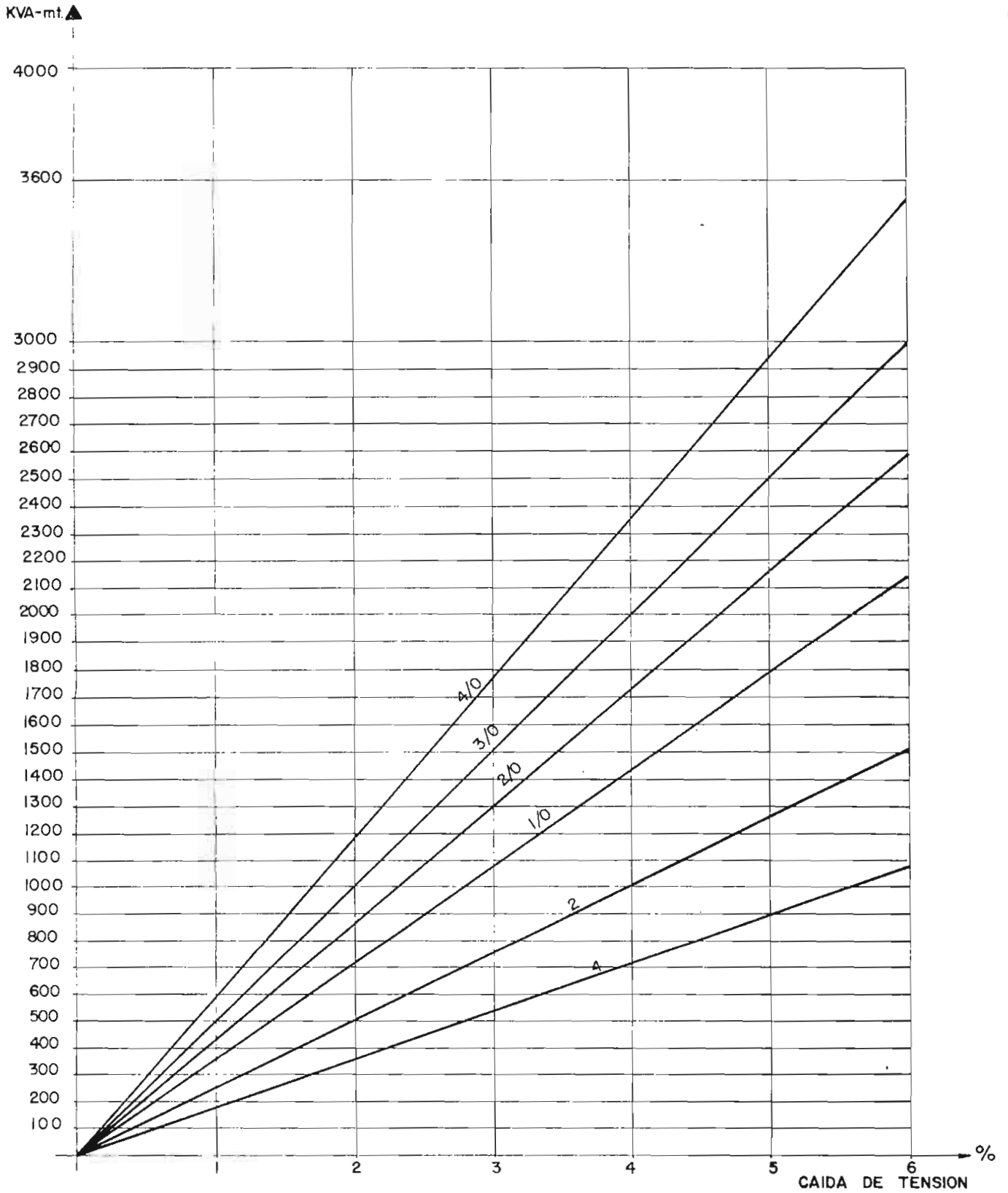
	VANO MAXIMO PERMITIDO SOBRE TERRENO PLANO
ZONA ACCESIBLE A PEATONES SOLAMENTE	120 m.
ZONA POBLADA O CRUCES DE CARRETERA	75 m.

FLECHA MAXIMA PARA LINEAS SECUNDARIAS



UNIDAD EJECUTORA DEL PLAN DE ELECTRIFICACION RURAL  
UNEPER

CURVAS DE REGULACION PARA 240 V. - 1 Ø  
CONDUCTORES DE ACSR A .20m.  $\cos\phi=0.9$



## Vano Máximo Permisible

	# 4	# 2	# 1/0	# 4	# 2	# 1/0	# 2/0	# 4/0
10-6	535	423	336	265	220	181	158	126
10-5	691	547	434	342	284	234	205	163
11-6	531	420	333	263	218	180	157	125
11-5	686	543	431	340	282	233	204	162
12-5	681	538	427	337	280	232	202	161

