

**MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD**

**NORMA DGE**

**“BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y  
REDES SECUNDARIAS CON  
CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA  
ELECTRIFICACIÓN RURAL”**

**Diciembre, 2003**

**BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES  
AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL**

**INDICE**

	<b>Página</b>
<b>1. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>2</b>
<b>2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS</b>	<b>4</b>
<b>3. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR</b>	<b>7</b>
<b>4. CÁLCULOS MECÁNICOS DE ESTRUCTURAS Y RETENIDAS</b>	<b>10</b>
<b>5. CIMENTACIÓN</b>	<b>12</b>
<b>ANEXO N° 1 : PUESTA A TIERRA EN REDES SECUNDARIAS</b>	<b>20</b>

## **BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL**

### **1.0 ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1 ALCANCE**

Los cálculos eléctricos y mecánicos que forman parte de este documento corresponden a las redes secundarias en 380-220 V y 440-220 V, con conductor autoportante con portante de aleación de aluminio desnudo, de los Pequeños Sistemas Eléctricos que se ejecutan en la Electrificación Rural.

#### **1.2 BASES DE CÁLCULO**

Los cálculos de las redes secundarias deberán cumplir con las siguientes normas y disposiciones legales.

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2001
- Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas D.S. N° 009-93-EM
- Normas DGE/MEM, vigentes
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Redes de Distribución Secundaria), vigentes.

#### **1.3 PUNTOS DE ALIMENTACION PARA REDES SECUNDARIAS**

Los puntos de alimentación para las redes de servicio particular, alumbrado público y conexiones domiciliarias, serán de los tableros de distribución de las subestaciones de distribución.

#### **1.4 DEMANDA DE POTENCIA**

##### **1.4.1 Cargas de Servicio Particular**

Para la calificación eléctrica de servicio particular se han agrupado las localidades en 2 sectores sobre la base de su desarrollo relativo y configuración urbana

##### **Localidades tipo I**

Son aquéllas que son capitales de distritos o Centros Poblados Urbano-Rurales que presentan configuración urbana definida, compuesta de plaza y calles.

La calificación asignada es de 600 W por lote.

## **Localidades tipo II**

Son grupos de viviendas situadas en áreas rurales que no presentan aún configuración urbana o es incipiente. Las viviendas están generalmente situadas a lo largo de carreteras, caminos de herradura o dentro de chacras de los propietarios.

La calificación asignada es de 400 W por lote.

Los Consultores encargados de elaborar o actualizar los proyectos, podrán recomendar y adoptar otros valores de calificación sobre la base de las verificaciones que efectuarán en cada una de los centros poblados.

### **1.4.2 Cargas de Alumbrado Público**

Los puntos de iluminación se ubicaran según lo establecido en la Norma DGE de Alumbrado de Vías Públicas vigente para la zona donde se desarrolle el proyecto.

Las lámparas de alumbrado y sus cargas serán las siguientes :

Tipo de Lámpara	Pot. de Lámpara (W)	Pérdidas (W)	Total (W)
Vapor de Sodio	50	10,00	60,00
Vapor de Sodio	70	11,60	81,60
Vapor de Sodio	150	18,60	168,60

### **1.4.3 Cargas Especiales**

La calificación eléctrica para las cargas especiales será determinada por los Consultores encargados del diseño de las redes secundarias.

## 2.0 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

### 2.1 CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

La fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente :

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

Donde :

I = Corriente que recorre el circuito, en A

L = Longitud del tramo, en m

K = Factor de caída de tensión

Para circuitos trifásicos  $K = \sqrt{3} (r_1 \cos \alpha + X_1 \text{ Sen } \alpha)$

Para circuitos monofásicos  $K = 2 (r_2 \cos \alpha + X_2 \text{ Sen } \alpha)$

Los factores de caída de tensión se muestran en el cuadro N° 1.

### 2.2 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA DEL CONDUCTOR

$$r_{40^\circ \text{ C}} = r_{20^\circ \text{ C}} [ 1 + \alpha (t_2 - 20) ]$$

Donde :

$r_{40^\circ \text{ C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 40° C

$r_{20^\circ \text{ C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 20 °C

$\alpha$  = Coeficiente de corrección de temperatura 1/°C : 0,0036

$t_2$  = 40 °C

Las resistencias eléctricas de los conductores de fase y del portante, se muestran en el Cuadro N° 1.

### 2.3 CÁLCULO DE LA REACTANCIA INDUCTIVA

$$X_1 = \frac{0,1746 \log \text{DMG}}{\text{RMG}}$$

Donde :

DMG = Distancia media geométrica

RMG = Radio medio geométrico

En el cuadro N° 1 se muestra las reactancias inductivas para cada configuración de conductores.

CUADRO N° 1

**PARAMETROS Y FACTORES DE CAIDA DE TENSION DE LOS CABLES AUTOPORTANTES**

FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE (O/Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE ALUMBRADO PUBLICO (O/Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO (O/Km)		REACTANCIA INDUCTIVA (O/Km)		FACTOR DE CAIDA DE TENSION			CAPACIDAD DE CORRIENTE A 40 °C (A)	
	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	XL(30)	XL (10)	K (380-220 V)	K(440-220 V)	K(220 VAP)	Cond. Fase	Cond. A.P.
3x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,094	0,123	1,607	-	3,272	102	64
3x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,100	0,116	2,223	-	3,272	83	64
3x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,110	0,110	3,538	-	3,272	64	64
3x35/25	0,868	0,929	-	-	1,38	1,478	0,091	-	1,607	-	-	102	-
3x25/25	1,200	1,285	-	-	1,38	1,478	0,095	-	2,223	-	-	83	-
3x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	0,103	-	3,538	-	-	64	-
2x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,086	0,114	-	3,780	3,272	102	64
2x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,093	0,109	-	3,776	3,272	83	64
2x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,096	0,096	3,538	3,765	3,272	64	64
2x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,096	-	3,765	3,272	64	-
1x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,094	-	-	3,272	64	-

## 2.4 MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE

La caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7,0 % de la tensión nominal, según la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico(NTCSE) para zonas rurales, los valores calculados serán:

Sistema 380/220 V	: Máxima caída tensión 26,6 V
Sistema 440/220 V	: Máxima caída tensión 30,8 V
Sistema 220 V	: Máxima caída tensión 15,4 V

## 2.5 FACTOR DE POTENCIA (Cos f) :

- Para cargas de servicio particular 1,00
- Para cargas de alumbrado público 0,90

## 2.6 FACTOR DE SIMULTANEIDAD

- Cargas de servicio particular 0,50
- Cargas de alumbrado público 1,00

## 2.7 DISTANCIA MÍNIMAS DEL CONDUCTOR A SUPERFICIE DEL TERRENO

- En lugares accesibles sólo a peatones : 5,0 m
- En zonas no accesibles a vehículos o personas : 3,0 m
- En lugares con circulación de maquinaria agrícola: 6,0 m
- A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas : 6,0 m
- En cruce de calles, avenidas y vías férreas : 6,5 m

### 3.0 CÁLCULOS MECÁNICOS DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES

#### 3.1 OBJETO

Los cálculos mecánicos tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES AUTOPORTANTES

FORMACION	SECCION DEL CONDUCTOR PORTANTE (mm <sup>2</sup> )	DIAM.EXTERIOR TOTAL (mm)	MASA TOTAL (kg/m)	MODULO DE ELAST.DEL PORTANTE (kN/mm <sup>2</sup> )	COEFICIEN. DE DILAT. TERMICA (1/°C)
3x35+16/25	25	20,0	0,481	60,82	21x10-6
3x25+16/25	25	18,5	0,397	60,82	21x10-6
3x16+16/25	25	16,5	0,310	60,82	21x10-6
3x35/25	25	20,0	0,419	60,82	21x10-6
3x25/25	25	18,5	0,336	60,82	21x10-6
3x16/25	25	16,5	0,249	60,82	21x10-6
2x35+16/25	25	20,0	0,362	60,82	21x10-6
2x25+16/25	25	18,5	0,307	60,82	21x10-6
2x16+16/25	25	16,5	0,249	60,82	21x10-6
2x16/25	25	16,5	0,187	60,82	21x10-6
1x16/25	25	16,5	0,125	60,82	21x10-6

#### 3.3 HIPOTESIS DE ESTADO

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los factores meteorológicos.

- Velocidad del Viento
- Temperatura
- Hielo

Sobre la base de la zonificación del territorio del Perú, definir las Hipótesis de estado según el Código Nacional de Electricidad Suministro y SENAMHI; a continuación las hipótesis base ha considerar para el cálculo:

##### **HIPOTESIS N° 1 : CONDICION DE MAYOR DURACION (EDS)**

- Temperatura : Media anual (entre 15 y 25 °C, salvo excepciones)
- Velocidad de viento : Nula
- Sobrecarga de hielo : Nula



### **HIPÓTESIS N° 2 : DE MÍNIMA TEMPERATURA Y MÁXIMA VELOCIDAD**

- Temperatura : Mínima
- Velocidad de viento : Máxima
- Sobrecarga de hielo : Nula

### **HIPÓTESIS N° 3 : DE MÁXIMA TEMPERATURA**

- Temperatura : 40 °C
- Velocidad de viento : Nula
- Sobrecarga de hielo : Nula

### **HIPÓTESIS N° 4 : DE MÁXIMA CARGA DE HIELO**

- Temperatura : Mínima
- Velocidad de viento : 50 % de la Velocidad Máxima
- Sobrecarga de hielo : 6 mm de espesor

En el caso que los Consultores, luego de evaluar las condiciones climáticas particulares en el ámbito de cada proyecto, encontraran diferencias significativas respecto a las condiciones consignadas en este documento, podrán plantear las modificaciones pertinentes debidamente justificadas.

## **3.4 ESFUERZOS MECÁNICOS EN EL CONDUCTOR PORTANTE**

- El esfuerzo del conductor portante de aleación de aluminio será en todos los casos, de 52,3 N/mm<sup>2</sup>, aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor.
- El esfuerzo máximo del conductor no superará 176 N/mm<sup>2</sup>.
- Cuando, debido a la presencia de hielo, los esfuerzos en el conductor portante sobrepasaran lo máximo establecido, el consultor podrá adoptar un esfuerzo EDS menor a 52,3 N/mm<sup>2</sup>.

## **3.5 CÁLCULO DE CAMBIO DE ESTADO**

Los cálculos de cambio de estado se han efectuado mediante la ecuación cúbica cuya expresión matemática es :

$$T_2^3 - \left[ T_1 - \frac{d^2EW_1^2}{24S^2T_1} - \alpha E(t_2 - t_1) \right] T_2^2 = \frac{d^2EW^2}{24S^2}$$

Donde :

$T_i$  = Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición  $i$ , en  $N/mm^2$ .

$d$  = Vano de cálculo, en m.

$E$  = Módulo de elasticidad final del conductor, en  $N/mm^2$

$S$  = Sección del conductor en  $mm^2$

$W_i$  = Carga en el conductor en la condición  $i$

$t_i$  = Temperatura en la condición  $i$

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación ( $1/^\circ C$ )

Las longitudes de vanos serán calculados según la normatividad y necesidades de la aplicaciones.

## 4.0 CÁLCULOS MECÁNICOS DE ESTRUCTURAS Y RETENIDAS

### 4.1 OBJETO

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes, cables de retenidas y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, es decir a temperatura mínima y máxima de velocidad de viento no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro.

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de madera 3
- Postes de concreto 2
- Cables de retenida 2
- Accesorios de ferretería 2

No se efectuarán cálculos en condiciones de emergencia, es decir, con rotura de conductor.

### 4.2 FÓRMULAS APLICABLES

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores :

$$MVC = (PV) (L) (f_c) (S H_i) \text{Cos} (\alpha/2)$$

- Momento debido a la carga de los conductores :

$$MTC = 2 (T_c) (S H_i) \text{Sen} (\alpha/2)$$

$$MVP = [ (P_v) (h^2) (D_m + 2 D_o)]/600$$

- Momento total en condiciones normales :

$$MRN = MVC + MTC + MVP$$

- Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento en postes de madera :

$$R_H = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times (C)^3}$$

- Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(kl)^2} \quad I = \frac{\pi D_m^3 D_o}{64}$$

- Deflexión Máxima del Poste de Madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\%$$

- Carga en la punta del poste de concreto, en hipótesis de condiciones normales:

$$QN = \frac{MRN}{(hl - 0,15)}$$

Donde :

Pv	=	Presión del viento sobre superficies cilíndricas
L	=	Longitud del vano, en m
Tc	=	Carga del conductor portante en N
fc	=	Diámetro total del cable autoportante, en m
a	=	Angulo de desvío topográfico, en grados
Do	=	Diámetro del poste en la cabeza, en cm
Dm	=	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
h	=	Altura libre del poste, en m
H	=	Altura de la carga en la estructura con respecto al suelo, en m
Wc	=	Masa total del cable autoportante, en kg/m
WAD	=	Peso de un hombre con herramientas, igual a 100 kg
C	=	Circunferencia del poste en la línea de empotramiento, en cm
E	=	Módulo de Elasticidad del poste, a kN/cm <sup>2</sup>
I	=	Momento de inercia del poste, en cm <sup>4</sup>
l	=	Altura respecto al suelo del punto de ubicación de la retenida en el poste.
K	=	Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste.

Los resultados de los cálculos mecánicos, por cada tipo de estructuras y configuración de conductores, deberán resumirse en cuadros de prestaciones mecánicas similares a los que se adjuntan en los formatos siguientes:

Para el cálculo de retenidas se considerará cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 10 mm de diámetro. El ángulo de inclinación respecto del cable de retenida respecto al eje vertical será de 30°

## 5.0 CIMENTACION DE POSTES

El cálculo de las cimentaciones de los postes se basa en su estabilidad, para ello se utiliza el método de Sulzberger; este método se aplica según la capacidad portante del tipo de terreno donde se va a efectuar la instalación de los Postes de Redes Secundarias.

PRESTACIONES MECANICAS DE ESTRUCTURAS DE MADERA PARA REDES SECUNDARIAS (POSTE DE MADERA 8 m, Clase 7)											
ESTRUCTURA E1, EDS = 18 %, 9 000 Mpa											
CONFIGURAC. DEL CONDUCTOR	VANO MAXIMO POR DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD				VANO Y DESVIACION ANGULAR MAXIMO PARA EL USO DE RETENIDAS						
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	VANO (m)	SIN RETENIDA			CON UNA RETENIDA		
						Ang. Máx. (°)	Deflex. (<=4,0%)	C.S. Flexi. (<=3,0p.u.)	Ang. Máx. (°)	Deflex. (> 4,0%)	C.S. Compres. (<=2,0p.u.)
1x16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
1x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x25 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x25 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x35 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
2x35 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x25 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x25 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x35 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						
3x35 + 16 / 25	A lo largo				30.00						
	Al Cruce				40.00 60.00 80.00 100.00 120.00						

PRESTACIONES MECANICAS DE ESTRUCTURAS DE MADERA PARA REDES SECUNDARIAS (POSTE DE MADERA 8 m, Clase 7)											
ESTRUCTURA E1, EDS = 7,00 %, 9 000 Mpa											
CONFIGURAC. DEL CONDUCTOR	VANO MAXIMO POR DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD				VANO Y DESVIACION ANGULAR MAXIMO PARA EL USO DE RETENIDAS						
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transilables	VANO (m)	SIN RETENIDA			CON UNA RETENIDA		
						Ang. Máx. (°)	Deflex. (<=4,0%)	C.S. Flexi. (<=3,0p.u.)	Ang. Máx. (°)	Deflex. (> 4,0%)	C.S. Compres. (<=2,0p.u.)
1x16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
1x16 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x16 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x25 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x25 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x35 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
2x35 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x16 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x25 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x25 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x35 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						
3x35 + 16 / 25	A lo largo				20.00						
	Al Cruce				30.00 40.00 50.00 60.00 70.00						







PRESTACIONES MECANICAS DE ESTRUCTURAS DE MADERA PARA REDES SECUNDARIAS (POSTE DE MADERA 8 m, Clase 6)											
ESTRUCTURA E1, EDS = 18 %, 9 000 Mpa											
CONFIGURAC. DEL CONDUCTOR	VANO MAXIMO POR DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD				VANO Y DESVIACION ANGULAR MAXIMO PARA EL USO DE RETENIDAS						
	Dirección del Vano	En Carreteras y Avenidas	En Calles y Caminos	Areas No Transitables	VANO (m)	SIN RETENIDA			CON UNA RETENIDA		
						Ang. Máx. (°)	Deflex. (≤4,0%)	C.S. Flexi. (≤3,0p.u.)	Ang. Máx. (°)	Deflex. (> 4,0%)	C.S. Compres. (≤2,0p.u.)
1x16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
1x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x25 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x25 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x35 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
2x35 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x16 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x25 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x25 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x35 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						
3x35 + 16 / 25	A lo largo				30.00 40.00 60.00 80.00						
	Al Cruce				100.00 120.00						







## **ANEXO N° 1**

### **PUESTAS A TIERRA EN REDES SECUNDARIAS**

#### **1. Objetivo**

Establecer los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en Redes Secundarias, para los proyectos de Electrificación Rural .

El adecuado diseño de las Puestas a tierra en Redes Secundarias busca garantizar la seguridad de las personas, de los equipos y lograr una adecuada operación de los sistemas.

#### **2. Antecedentes**

Se ha normalizado valores máximos de resistencias de puesta a tierra en líneas y redes primarias, redes secundarias y subestaciones de distribución; aplicando para este fin las más actualizadas normas internacionales y analizando los principios físicos que dan lugar a tales requerimientos.

#### **3. Valores máximos de resistencia de puesta a tierra**

##### **3.1 Redes Secundarias en 380-220 V**

El valor equivalente de todas las puestas a tierra del conductor neutro , sin incluir las puestas a tierra de la subestación de distribución, ni del usuario, debe tener un valor máximo de 6  $\Omega$ .

##### **3.2 Redes Secundarias en 440-220 V**

El valor equivalente de todas las puestas a tierra del conductor neutro , sin incluir las puestas a tierra de la subestación de distribución, ni del usuario, debe tener un valor máximo de 10  $\Omega$ .

## Resolución Ministerial N° 031-2003-EM/DGE

Lima, 30 de diciembre del 2003

### CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 1° de la Ley N° 27744, Ley de Electrificación Rural y de Localidades Aisladas y de Frontera, declara de necesidad nacional y utilidad pública la electrificación de las zonas comprendidas en la mencionada norma legal;

Que, el Artículo 11° de la misma Ley señala que la Electrificación Rural deberá contar con normas específicas de diseño y construcción adecuadas a las zonas rurales;

Que, las Bases para el Diseño de Líneas y Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación Rural, originalmente propuestas por la Dirección Ejecutiva de Proyectos, han sido actualizadas y adecuadas a las necesidades técnicas y legales para la ampliación de la frontera eléctrica;

Que, en aplicación de lo dispuesto en la Resolución Ministerial N° 162-2001-EM/SG, el proyecto de la presente Resolución Directoral fue prepublicado en la página Web del Ministerio de Energía y Minas;

De conformidad con lo establecido en el Artículo 37° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Energía y Minas, aprobado por el Decreto Supremo N° 025-2003-EM;

### SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Aprobar la Norma DGE "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación Rural", cuyo texto forma parte integrante de la presente Resolución, la cual es de cumplimiento obligatorio para los proyectos que se desarrollan en el marco de la Ley de Electrificación Rural y de Localidades Aisladas y de Frontera.

**Artículo 2°.-** La presente Resolución entrará en vigencia a partir del 01 de abril de 2004.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

**JORGE AGUINAGA DÍAZ**  
**Director General**  
**Dirección General de Electricidad**