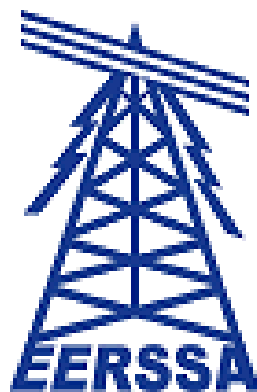


**EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A.**  
**Desde 1897, con ENERGÍA desarrolla e ilumina su futuro.**



**“NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO  
DE REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES”**

**Enero - 2012**

## CAPITULO I

### GENERALIDADES <sup>[1]</sup>

La Empresa Eléctrica Regional del Sur S.A. (EERSSA) es una empresa distribuidora de energía eléctrica, cuya área de concesión corresponde a las provincias de Loja y Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza de Morona Santiago. En éste ámbito la EERSSA tiene que cumplir y hacer cumplir el marco jurídico establecido para el sector eléctrico formado por la Constitución, Leyes, Reglamentos y Regulaciones.

Los diseños que se presenten en la EERSSA para su aprobación, previo a la ejecución de obras de electrificación, deben cumplir con lo que establece el “**Reglamento Sustitutivo del Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad**”<sup>[7]</sup>, la Regulación de “**Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución**”<sup>[6]</sup>, el documento “**Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica**”<sup>[2]</sup> y esta norma.

El ámbito de la presente norma enmarca a todos los diseños eléctricos clasificados como distribución, esto es para los proyectos eléctricos de media y baja tensión y serán de aplicación obligatoria en toda el área de concesión de la EERSSA.

La EERSSA utiliza los siguientes niveles de tensión en su área de concesión.

**Alta tensión:** la EERSSA mantiene en toda su área de concesión un nivel de tensión de 69 kV, destinado específicamente al sistema de subtransmisión.

**Media tensión:** se tiene dos niveles de tensión en zonas bien definidas:

**Zona de Loja,** corresponde a toda la provincia de Loja en la cual el sistema de distribución opera a una tensión de **13.8/7.97 kV**.

**Zona Oriental:** corresponde a la provincia de Zamora Chinchipe y el cantón Gualaquiza, en esta zona la tensión en el sistema de distribución es de **22/12.7 kV**.

**Baja tensión:** las redes de distribución de la EERSSA pueden ser monofásicas o trifásicas, con niveles de tensión de.

- Sistemas monofásicos de distribución 240/120 V
- Sistemas trifásicos de distribución 220/127 V.
- Otras tensiones solicitadas para sistemas eléctricos industriales o comerciales pueden ser utilizadas y serán servidas desde el secundario del transformador a instalar, según el requerimiento.

## **CAPITULO II**

### **CONTENIDO DEL DISEÑO [1]**

Previo a la ejecución de un diseño eléctrico, el profesional, consultará en la EERSSA, las posibilidades y limitaciones que existan en el área del proyecto, debiendo suscribirse el acta respectiva de condicionamientos básicos del proyecto.

El diseño de cada uno de los proyectos de electrificación se presentará en la EERSSA en tres carpetas, las que deberán contener la siguiente información básica:

- Acta de condicionamientos básicos del proyecto.
- Memoria técnica descriptiva.
- Cálculo de la caída de tensión en media y baja tensión.
- Cálculo lumínico de vías públicas, parques, plazoletas y otros según sea el caso.
- Control de estructuras elaboradas bajo los formularios de la EERSSA.
- Presupuesto de materiales.
- Presupuesto de mano de obra calificada.
- Presupuesto de mano de obra no calificada.
- Presupuesto general de toda la obra.
- Lista de potenciales clientes (para diseños ubicados en el área rural).
- Mediciones de tensión y corrientes (proyectos de baja tensión).
- Levantamiento topográfico georeferenciado bajo sistema de coordenadas UTM WGS84 zona 17 sur.
- Catálogos cuando fuere el caso.
- Planos, normalizados por la EERSSA.

Los planos se presentarán de acuerdo a lo que se establece a continuación:

**Zona urbana**, los planos contendrán las planimetrías de las redes de media tensión y baja tensión que deberán presentarse por separado, además, se presentará en el caso de edificios y edificaciones nuevas, la fachada del mismo. En los planos de las redes de baja tensión se detallará: las líneas de baja tensión en las que se incluirá el alumbrado público, transformadores y si es el caso, la distribución de los lotes.

**Zona rural**, se presentará como planos el perfil de la línea y la planimetría. Las planimetrías contendrán las líneas de media y baja tensión, transformadores, ubicación de las viviendas y la longitud de las acometidas, el perfil de la línea deberá ser dibujado bajo las siguientes escalas horizontal 1:2500 y vertical 1:500.

En el Anexo 1 se indica el modelo y la información que debe contener el **acta de condicionamientos básicos del proyecto**.

En los proyectos que consideren realizar mejoras a las redes de distribución o inserción de nuevas cargas en las redes antiguas, adicionalmente a los requisitos ya indicados, se adjuntará al proyecto lo siguiente:

- Diagnóstico eléctrico del sistema de distribución actual a ser intervenido.
- Listado de materiales existentes y su estado.
- Planos que detallen exactamente las redes existentes.

Para aquellos proyectos que puedan ser incluidos dentro del presupuesto de inversiones de la EERSSA, el proyectista debe indicar dentro de la memoria técnica descriptiva lo siguiente:

- Especificar claramente que el proyecto se lo elabora con la finalidad de que se lo incluya dentro del plan de inversiones de la EERSSA.
- Estudio socio-económico del sector
- Lista de nombres de los usuarios a ser beneficiados con el servicio eléctrico, si ya tienen este servicio, incluir el número del medidor.
- Indicar la distancia en kilómetros que existe por carretera desde la ciudad de Loja hasta el lugar del proyecto.
- El presupuesto se lo elaborará con los precios vigentes aprobados por el Directorio de la EERSSA.
- Si la obra se encuentra ubicada en el sector rural y el acceso de los postes resulta dificultoso, el proyectista debe indicar la conveniencia o no de construir (fundir) los postes en el sitio.

Para los proyectos de baja tensión cuya demanda máxima sea inferior a 10 kVA y requiera instalarse directamente de la red de baja tensión, el proyectista deberá presentar tres mediciones tomadas en tres puntos de la red, se solicita esta información con la finalidad de determinar si el transformador puede suministrar la potencia requerida por esta carga, así como también establecer la influencia de la nueva carga sobre la red de baja tensión. Los puntos a medir son: en el transformador (voltaje y corriente), en el poste desde donde se derivará la acometida (voltaje) y al final del circuito de la red de baja tensión (voltaje).

La memoria técnica y sus anexos serán presentados en hojas de 75 gramos de tamaño INEN A4. Los planos serán elaborados en los formatos establecidos en la norma INEN (A4, A3, A2, A1 o A0) y se los doblará de acuerdo a las indicaciones de esta misma norma.

El dibujo estará conforme a la simbología propuesta en el anexo 2“. El plano deberá contener toda la información necesaria para una adecuada interpretación (simbología, notas, etc.).

Toda la documentación se presentará en 3 carpetas debidamente encuadradas de tal manera que se impida la separación, pérdida o confusión de las hojas.

## **CAPITULO III**

### **CRITERIOS DE DISEÑO <sup>[1]</sup>**

Las líneas de media tensión se proyectarán para 15 años y las redes de baja tensión y centros de transformación se proyectarán para un período de 10 años.

Los proyectos que se presentan en la EERSSA, deberán contener por lo menos lo siguiente, previo a su aprobación:

#### **3.1 NIVEL DE AISLAMIENTO:**

Los equipos como transformadores, seccionadores, pararrayos, capacitores, etc. que se instalen en el sistema de distribución del área de concesión de la EERSSA deben cumplir con los siguientes niveles de aislamiento:

| <b>Nivel de Tensión</b> | <b>Nivel de aislamiento BIL</b> |
|-------------------------|---------------------------------|
| 13.8 kV                 | 95 kV                           |
| 22 kV                   | 125 kV                          |
| 69 kV                   | 350 kV                          |

#### **3.2. CÁLCULO DE LA DEMANDA DE DISEÑO**

La demanda de diseño deberá ser determinada para un punto dado y su cálculo considera los siguientes casos:

- Demanda de diseño para edificaciones centros comerciales, talleres y fábricas construidas en el área urbana.
- Demanda de diseño para urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

##### **3.2.1. Demanda Máxima Proyectada para edificaciones, centros comerciales, talleres y fábricas.**

Será determinada por el ingeniero proyectista y se calculará en base a la carga total instalada, sobre la cual se aplicarán factores como el de simultaneidad y coincidencia, lo que permitirá determinar la demanda máxima de diseño (DMD) de la edificación, centro comercial, taller o fábrica.

La EERSSA proporcionará el servicio eléctrico a edificios o edificaciones cuya carga instalada no supere los 10 kW y se encuentre dentro de zona de servidumbre (200 metros. desde el transformador mas cercano) directamente de sus redes de distribución secundarias.

Los edificios o edificaciones que superen la carga instalada de 10 kW, deberán considerar la instalación de un transformador a colocarse en la red aérea o en una cabina de transformación ubicada en el interior del edificio, salvo el caso que exista capacidad en el transformador y en la red de distribución de la EERSSA (debidamente demostrada), de ser el caso se tendrá que realizar mejoras en la red de B.T. para obtener la capacidad requerida.

Si un edificio o edificación se encuentran dentro de la zona de la red subterránea, su demanda máxima es inferior a los 30 kVA y existe la capacidad en la red de distribución de B.T., la EERSSA podrá proporcionarle el servicio eléctrico desde su red de distribución secundaria, pero si la demanda máxima es superior a los 30 kVA o no existe disponibilidad en la red de B.T., se considerará la instalación de un transformador en una cabina de transformación ubicada en el interior del edificio.

### 3.2.2. Demanda Máxima Unitaria Proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

Las demandas máximas unitarias proyectadas serán consideradas tomando en consideración el área de los lotes para el sector urbano y el tipo de usuarios para el sector rural. Se establece la siguiente clasificación:

#### Sector Urbano

| ÁREA PROMEDIO DE LOTES [m <sup>2</sup> ] | TIPO DE USUARIO | DMUp [kVA] [10 años] |
|--|-----------------|----------------------|
| A > 400                                  | A               | 4.48                 |
| 300 < A < 400                            | B               | 2.35                 |
| 200 < A < 300                            | C               | 1.33                 |
| 100 < A < 200                            | D               | 0.82                 |
| A < 100                                  | E               | 0.56                 |

#### Sector Rural

| TIPO DE SECTOR    | TIPO DE CLIENTE | DMUp [kVA] [10 años] |
|-------------------|-----------------|----------------------|
| Periferia Ciudad  | F               | 0.60                 |
| Centro Parroquial | G               | 0.50                 |
| Rural             | H               | 0.40                 |

### 3.2.3. Demanda Máxima Proyectada, Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.

En un punto considerado, se determina de acuerdo a la ecuación (1).

$$DMP = DMU_p * N * FC \quad (1)$$

Donde:

|                  |   |  |       |
|------------------|---|--|-------|
| DMP              | = | Demanda máxima proyectada en el punto dado.      | [kVA] |
| DMU <sub>p</sub> | = | Demanda máxima unitaria proyectada.              | [kVA] |
| N                | = | Número de Usuarios.                              |       |
| FC               | = | Factor de coincidencia, dado por la ecuación (2) |       |

$$FC = N^{-0.0944} \quad (2)$$

En el **Anexo 3**, se presenta el desarrollo numérico de la ecuación (1), para cada una de las categorías mencionadas en el punto 3.2.2. Esta demanda corresponde exclusivamente al conjunto de usuarios típicos, además, deberá incorporarse la demanda de las cargas especiales como las de alumbrado público y otras que sean incidentes para el cálculo.

$$DMD = DMP + AP + Ce \quad (3)$$

Donde:

|     |   |                                |       |
|-----|---|--------------------------------|-------|
| DMD | = | Demanda Máxima de Diseño.      | [kVA] |
| AP  | = | Carga de alumbrado público.    | [kVA] |
| Ce  | = | Cargas Especiales (puntuales). | [kVA] |

### 3.3 CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES.

La capacidad del transformador a instalar se determinará en base a la demanda máxima calculada según lo establecido en los numerales 3.2.1; 3.2.2; y, 3.2.3.

Todos los transformadores deben cumplir con las normas NTE INEN 2114 y 2115, referidas a las máximas pérdidas admisibles en los transformadores monofásicos y trifásicos, además, el aceite de dichos transformadores no debe tener contenido de PCB.

Los requerimientos de servicios monofásicos serán atendidos con transformadores tipo autoprottegidos (CSP).

Para los requerimientos de servicio trifásico, los transformadores a utilizar en todos los casos serán trifásicos y el uso de transformadores monofásicos en bancos queda restringido para los casos de emergencia o de servicio temporal <sup>[2]</sup>.

#### 3.3.1 Transformadores para edificaciones, centros comerciales, talleres o fábricas:

Para determinar la capacidad del (los) transformador(es), deberá considerarse los valores de demanda máxima de diseño (DMD) establecidos en el punto 3.2.1. y se aplicará un factor de sobrecarga adecuado a buen criterio del proyectista.

Los transformadores a instalar en las redes de distribución aérea serán autoprotegidos para sistemas monofásicos y convencionales en sistemas trifásicos <sup>[2]</sup>, para su funcionamiento se colocarán las respectivas protecciones.

En las cabinas de transformación ubicadas fuera del área de influencia de la red subterránea, los transformadores a instalarse serán de tipo convencional, para lo cual se montarán las respectivas protecciones, debiendo las partes vivas ser aisladas para evitar accidentes, también se pueden utilizar los transformadores tipo pedestal (padmounted), que pueden también ser instalados en sitios adecuados que tengan una buena ventilación y colocados sobre una base de hormigón de 5 cm de altura.

En los proyectos localizados dentro de las áreas definidas como subterráneas, los transformadores a instalar serán de tipo pedestal (padmounted) y se los colocarán en cabinas de transformación, cuyo diseño deberá cumplir con lo establecido en el capítulo VI de esta norma

Para evitar los efectos de la resonancia, los transformadores tipo pedestal trifásicos instalados a distancias mayores a 60 metros de su arranque, tendrán un interruptor on-off, de igual manera todos los transformadores que se ubicarán dentro de un área definida como subterránea.

### 3.3.2 Transformadores para Proyectos de Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales.

Para determinar la capacidad de los transformadores, deberá considerarse los valores de demanda máxima de diseño (DMD) establecidos en el punto 3.2.2. y 3.2.3. y el factor de sobrecarga (FS), para lo cual se deberá aplicar la siguiente relación:

$$MD_T = DMD \times FS \quad (4)$$

Donde:

DMD<sub>T</sub> = Demanda Máxima de Diseño del Transformador. [kVA]  
DMD = Demanda Máxima de Diseño según ecuación (3). [kVA]  
FS = Factor de Sobrecarga. [p.u.]

El factor de sobrecarga (FS) de los transformadores es el siguiente:

| CATEGORÍA | FS  |
|-----------|-----|
| A         | 0,9 |
| B y C     | 0,8 |
| D....H    | 0,7 |

En las redes de distribución aéreas los transformadores monofásicos a instalarse serán del tipo autoprotegidos (CSP), con excepción de los casos emergentes o temporales, en los cuales se pueden utilizar los bancos de transformadores <sup>[2]</sup>.



El montaje de los transformadores convencionales conlleva la instalación de protecciones como pararrayos y seccionador-fusibles en media tensión, los que serán montados en crucetas ubicadas por debajo de la estructura de M.T. y en baja tensión de un interruptor termomagnético.

Los transformadores de capacidad inferior a los 75 kVA se los podrá montar en estructuras de un solo poste, desde los 75 kVA hasta los 200 kVA en castillos conformados por dos postes y para potencias mayores, los transformadores serán instalados en cabinas.

### **3.4 CALCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.**

Para el cálculo de la caída de tensión se aplicará el método de momento de potencia aparente de cada conductor para 1% de caída de tensión, para el cual se aplicarán los valores de kVA x km para media tensión (22 y 13.8 kV); y, kVA x metro para baja tensión.

Los valores de los FDV necesarios para el cálculo de las caídas de tensión tanto para media como baja tensión, se encuentran establecidas en el **Anexo 4**.

Se recomienda que las hojas en las que se demuestran los cálculos de las caídas de tensión de las líneas primarias y secundarias se presenten según los formatos indicados en el **Anexo 5**.

#### **3.4.1 Caída de tensión admisible para Red Primaria.**

Los límites máximos de la caída de tensión considerados desde el punto de salida de la subestación hasta el transformador más alejado eléctricamente en el proyecto, no deberán exceder los siguientes valores:

**Área Urbana: 3.5 %**  
**Área Rural: 7.0 %**

Para su cómputo, la EERSSA facilitará el valor de caída de tensión en el punto de arranque del proyecto.

#### **3.4.2 Caída de tensión admisible para Red Secundaria.**

La máxima caída de tensión se calcula desde el transformador hasta la vivienda más alejada eléctricamente (red de distribución secundaria sumada la acometida), este valor no deberá exceder los siguientes límites:

**Área Urbana: 4.5 %**  
**Área Rural: 5.5 %**

Para el caso de edificios o edificaciones, el proyectista deberá incluir el cálculo de la caída de tensión hasta el tablero de distribución principal mas alejado, debiendo cumplir además con los límites establecidos.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LINEAS Y REDES AEREAS PARA MEDIA TENSIÓN <sup>[1]</sup>**

#### **4.1. RUTA**

Previo a la ejecución del diseño, el ingeniero proyectista recorrerá la ruta con la finalidad de escoger la más adecuada técnicamente y comprobar que no existan problemas en el terreno causado por deslizamientos.

En aquellos sitios en los que se visualice problemas por deslizamientos, la EERSSA solicitará la ejecución de un estudio de geología para garantizar la estabilidad de la obra a construir.

#### **4.2 DISEÑO ELECTRICO**

Todas las líneas de media tensión se proyectaran para 15 años y su diseño se realizará respetando el nivel de tensión correspondiente a la zona en la cual se ubicará el proyecto (zona de Loja 13.8/7.97 kV, zona Oriental 22/12.7 kV).

La configuración de las redes o alimentadores primarios pueden ser monofásicos, bifásicos o trifásicos.

No se podrá realizar la instalación de estructuras de líneas eléctricas en zonas de influencias de las carreteras, cursos de agua, canales, etc. de conformidad a lo que establece las leyes pertinentes.

##### **4.2.1 Determinación del conductor.**

El conductor en media tensión se determinará en función de la carga y la caída de tensión permisible descrita en el punto 3.4, para su cálculo la EERSSA proporcionará al ingeniero proyectista el valor de la caída de tensión y las pérdidas de potencia en el punto de arranque del diseño eléctrico, desde este punto el diseñador efectuará los cálculos respectivos.

El conductor a utilizar será de aluminio reforzado con acero tipo ACSR o cables de aleación de aluminio.

Los sistemas aéreos pueden tener las siguientes calibres de conductores: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0), 4/0(4/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis. Por ningún motivo se puede utilizar conductores de calibres menores a los señalados.

#### 4.2.2 Protecciones.

En todas las ramificaciones trifásicas y monofásicas que derivan de un alimentador primario trifásico, se instalarán seccionadores fusibles.

En las derivaciones monofásicas de un alimentador primario monofásico que superen los 300 metros, se instalarán seccionadores fusibles.

Cada 3 km de red de distribución o alimentador primario se instalarán seccionadores fusibles y pararrayos.

Los seccionadores fusible tipo abierto, serán de 100 A de capacidad.

Cuando se diseñe la instalación de seccionador-fusible o seccionador de barra en los recorridos principales de los alimentadores, deberá consultarse su capacidad en la EERSSA.

Los niveles de aislamiento de los sistemas de media y baja tensión serán los establecidos en esta norma.

#### 4.2.3 Derivaciones de alimentadores primarios o redes de distribución

En un poste que contenga media tensión trifásica, se permitirá una sola derivación trifásica o dos derivaciones monofásicas, para realizar mas derivaciones será necesario cambiar el poste por uno de mayor altura.

Para postes que contengan media tensión monofásica, se permitirá un máximo de dos derivaciones monofásicas, para realizar más derivaciones podrá colocarse una cruceta metálica o un poste de mayor altura.

#### 4.3 DISEÑO MECANICO.

Al realizar el estudio de una red de distribución, la EERSSA podrá solicitar la ejecución del cálculo mecánico, con la finalidad de determinar las tensiones de tendido y las distancias entre conductores que debe cumplir cada vano de un A/P.

Los valores de las tensiones y fechas para el tendido del conductor, así como también los parámetros para la obtención de las catenarias para los estados de máxima temperatura y mínima temperatura necesarios para el diseño de una línea, se obtienen a partir de la resolución de la ecuación de cambio de estado, cuya fórmula es:

$$T_2^2 \left[ T_2 + \alpha E (\theta_2 - \theta_1) - T_1 + \frac{a^2 m_1^2 \omega^2 E}{24 T_1^2} \right] = \frac{a^2 m_2^2 \omega^2 E}{24}$$

Donde:

$T_2$ = tensión unitaria, condición final a calcular [Kg/mm<sup>2</sup>]

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| $T_1$ = tensión unitaria, condición inicial   | [Kg/mm <sup>2</sup> ]       |
| $\theta_1$ = temperatura inicial del cable  | [°C]                        |
| $\theta_2$ = temperatura final del cable  | [°C]                        |
| $\omega$ = peso del cable o peso aparente del cable en condiciones de carga del viento. | [Kg/(m x mm <sup>2</sup> )] |
| $m_1$ = coeficiente de sobrecarga por velocidad viento, condición inicial               |                             |
| $m_2$ = coeficiente de sobrecarga por velocidad viento, condición final.                |                             |
| $a$ = vano horizontal   | [m]                         |
| $E$ = módulo de elasticidad del cable   | [kg/mm <sup>2</sup> ]       |
| $\alpha$ = coeficiente de dilatación lineal del cable                                   | [1 / °C]                    |

En la elaboración del cálculo mecánico, se considerará que las tensiones de tendido del conductor no superen el 20% de su tensión a la rotura.

El área de concesión de la EERSSA es muy abrupta y diversa, su altitud es muy variante, va de los 500 metros sobre el nivel del mar en adelante, lo que ocasiona una variación de las temperaturas promedios.

Para facilitar el cálculo mecánico, se ha procedido a su zonificación:

**Zona 1**, considera las áreas comprendidas en una elevación sobre el nivel del mar inferior a los 1.800 metros.

**Zona 2**, las restantes áreas con una elevación superior a los 1.800 metros.

Los siguientes criterios se deben considerar para la resolución de la ecuación de cambio de estado:

| Criterio | Estado                       | ZONA 1                  |                      | ZONA 2           |                      |
|----------|------------------------------|-------------------------|----------------------|------------------|----------------------|
|          |                              | Temperatura [°C]        | Viento Máximo [km/h] | Temperatura [°C] | Viento Máximo [km/h] |
| I        | Temperatura mínima           | 5                       |                      | -5               |                      |
| II       | Máxima carga (viento)        | 15                      | 50                   | 5                | 60                   |
| III      | Tensión de todos los días    | Según zona del proyecto |                      | 15               |                      |
| IV       | Temperatura máxima conductor | 55                      |                      | 45               |                      |

**Parámetro de diseño** 
$$C(m) = \frac{T_2}{Y} \quad (7)$$

Para el diseño del perfil, se deberá utilizar el parámetro 1.300 hasta vanos de 300 metros, y el parámetro 1.700 para vanos mayores a 300 metros.

#### 4.3.1. Cálculo del Esfuerzo Útil del poste.

Adicionalmente al cálculo mecánico, el Ingeniero Proyectista deberá elaborar el cálculo del esfuerzo útil del poste bajo condiciones de máximo viento, con la finalidad de determinar el tipo de poste a utilizar según su resistencia a la rotura.

Para su cálculo se considera que el viento pega sobre las cargas instaladas en el poste en forma perpendicular, que es el caso más crítico, las cargas a considerar en el cálculo son: conductores, aisladores, accesorios, transformadores, equipos de protección y seccionamiento, centro de gravedad del poste y en las estructuras angulares se debe incluir la tensión mecánica de los conductores en condiciones normales.

Su cálculo se elabora bajo la siguiente formulación:

- a) Momento debido a la carga del viento que sopla en dirección perpendicular al eje de la línea:

$$\begin{aligned}M_{vc} &= P_{v2} * \Sigma (\phi_c * V_v * h_i) \\M_{vp} &= P_{v1} * [(2 * d_1 + H_l * C_o) * H_l / 2] * H_g \\M_{cv} &= P_{v2} * \Sigma (A_{ev} * V_v * h_i)\end{aligned}$$

- b) Momento debido a la carga de los conductores en estructuras donde la línea forma un ángulo:

$$M_{vc\alpha} = 2 * T_o * \text{sen}(\alpha/2) * \Sigma (h_i)$$

- c) Otras fórmulas:

$$P_{v1} = 0.0076 * v^2, \text{ Kg/m}^2$$

$$P_{v2} = 0.0048 * v^2, \text{ en Kg/m}^2$$

$$H_e = (H_p / 10) + 0.5$$

$$H_l = H - H_e$$

$$C_o = (d_1 - d_2) / H_p$$

$$H_g = (H_l/3) * [(2 * d_1 + d_2) / (d_1 + d_2)]$$

- d) Cálculo:

$$EU = (M_{vc} + M_{vc\alpha} + M_{vp} + M_{cv}) / (H_l - 0.2)$$

Donde:

$P_{v1}$  = Presión del viento sobre área rectangular:

$P_{v2}$  = Presión del viento sobre área circular:

$V$  = Velocidad del Viento, en Km/h.

$M_{vc}$  = Momento debido a la carga del viento sobre los conductores.

$M_{vp}$  = Momento debido a la carga del viento sobre el poste, aplicado sobre su centro de gravedad.

$M_{vc\alpha}$  = Momento debido a los conductores por el ángulo de la línea.

$M_{cv}$  = Momento debido a la carga del viento sobre otros elementos instalados en el poste

$d_1$  = Ancho del poste en su parte superior, en metros.

- d2 = Ancho del poste en la línea de empotramiento, en metros.
- $\phi_c$  = Diámetro del conductor, en metros.
- hi = Altura del conductor "i" con respecto al suelo, en metros.
- Vv = Vano viento, en metros.
- Vp = Vano peso, en metros.
- Hp = Longitud del poste, en metros.
- He = Altura de empotramiento del poste, en metros.
- HI = Altura libre del poste, en metros.
- Co = Conicidad, se determina por, en metros.
- Hg = Centro de gravedad del poste, cálculo, en metros.
- $\alpha$  = Angulo de desvío topográfico en grados.
- To = Tensión de tendido de la línea, en Kg.
- Pc = Peso del conductor, en Kg.
- Pa = Peso de los aisladores, en Kg.
- Ph = Peso de la herrajería, en Kg.
- Aev = Área expuesta al viento del elemento

#### 4.3.1 Vano vs. tipo de estructura

Las estructuras normalizadas por la EERSSA son las que se establecen en el documento "**Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica**"<sup>[2]</sup>, elaborada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y aprobada por el Directorio de la EERSSA.

El tipo de estructura a utilizar en una línea de media tensión se determina de acuerdo a la longitud del vano máximo que puede soportar una estructura, la que se determina por el cálculo mecánico y por la configuración del sistema, esto es si es monofásico o trifásico.

Como alternativa, se presenta una tabla en la que se indica el número de postes a usarse de acuerdo a la longitud del vano que se puede utilizar en el diseño de una línea de M.T.

| Sistema Trifásico |                  | Sistema Monofásico |                  |
|-------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Vano [m]          | Número de Postes | Vano [m]           | Número de Postes |
| a < 200           | 1                | a < 700            | 1                |
| 200 < a < 400     | 2                | a > 700            | 2                |
| 400 < a < 700     | 3                |                    |                  |
| a > 700           | 4                |                    |                  |

Para los vanos que sobrepasan los 700 metros tanto en los sistemas monofásicos como en trifásicos, el conductor del neutro se lo colocará en un solo poste.

### 4.3.2 Amortiguadores

Se instalarán amortiguadores en el conductor de fase y en el neutro, del tipo adecuado para el calibre del conductor, el número de éstos depende de la longitud del vano tal como se muestra a continuación:

| <b>Longitud Vano<br/>[metros]</b> | <b>Número<br/>Amortiguadores por<br/>cada conductor</b> |
|-----------------------------------|---|
| $450 < a < 600$                   | 1   |
| $a > 600$                         | 2 superpuestos  |

Criterio que se aplica también para vanos en redes de baja tensión.



## **CAPITULO V**

### **REDES AEREAS PARA BAJA TENSION Y ACOMETIDAS <sup>[1]</sup>**

#### **5.1 CONDUCTORES**

Las redes de distribución para B.T. serán proyectadas para 10 años, su diseño se basará en lo que se estableció en los numerales 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 y 3.4.2.

Los conductores que se utilizarán en la construcción de los sistemas de distribución aéreos serán: cables de aleación de aluminio (5005 ó 6201) cables de aluminio reforzados con acero (ACSR) y cables preensamblados.

Los sistemas aéreos pueden tener las siguientes configuraciones: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis. Por ningún motivo se puede utilizar conductores menores a los calibres señalados, se exceptúa el hilo piloto en los sistemas de alumbrado público, su calibre mínimo puede ser el 6 AWG.

Para el caso de acometidas se podrá utilizar cables para distribución (multiplex) de aluminio ACSR, ACS (acometida corta) o antihurto, la chaqueta aislante de las fases será de polietileno negro (PE) para el múltiplex y XLPE para el antihurto. El calibre mínimo utilizado será el 6 AWG.

El calibre de los conductores se lo determinará a partir del cálculo de la caída de tensión.

#### **5.2 RED DE BAJA TENSION**

Pueden ser monofásicos a 2, 3 o 4 hilos, bifásicos y trifásicos a 3, 4 o 5 hilos (se considera el hilo piloto), la tensión en los sistemas monofásicos es de 240/120 V y para los trifásicos 220/127 V, otras tensiones se pueden obtener bajo autorización de la EESSA. El hilo piloto para el sistema de alumbrado público deberá ser considerado en el diseño.

Los calibres de los conductores para las redes de baja tensión son determinados en base a la capacidad del transformador y del cálculo de la caída de tensión, el valor máximo admisible se indica en el 3.4.2.

Los tipos de estructuras a utilizar en el diseño de las redes de B.T. serán las indicadas en el documento **“Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica”** <sup>[2]</sup>, elaborada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y aprobada por el Directorio de la EERSSA.

En las redes distribución con vanos inferiores a los 60 metros, se utilizarán estructuras con bastidores de 2, 3, 4 y 5 vías, para vanos superiores a los 60 metros se utilizarán bastidores de 1 vía, para incrementar la distancia entre conductores, evitando la ocurrencia de fallas por la cercanía entre estos, para estos casos, los conductores serán del tipo ACSR ó 6201.

### **5.3. ACOMETIDAS**

Se denominan a los conductores que conectan las redes de baja tensión con los medidores de energía para servir a las cargas residenciales, comerciales, industriales, etc.

Las acometidas para cargas residenciales se las realizará por medio de conductores dúplex, tríplex o cuádruplex del tipo ACSR, ACS (vanos cortos) o del tipo antihurto, la longitud máxima permitida será la siguiente:

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>Sector urbano:</b> | <b>30 metros.</b> |
| <b>Sector rural:</b>  | <b>60 metros.</b> |

## **CAPITULO VI**

### **REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEAS [1]**

#### **6.1 MEDIA TENSIÓN.**

##### **6.1.1 Acometida**

Los diseños eléctricos considerarán instalaciones subterráneas cuando se encuentren dentro del área de influencia de la red subterránea delimitada por la EERSSA, o cuando el caso lo amerite no obstante el proyecto estuviese fuera del área de influencia subterránea.

En todos los casos, el cable a utilizarse para las fases será monopolar, con aislamiento XLPE o similar, y para el neutro conductor de cobre desnudo cableado. El calibre del cable será como mínimo el 2 AWG.

Las acometidas subterráneas diseñadas para servir a una cabina de transformación o a un transformador tipo pedestal (padmounted) que esté ubicada fuera de la influencia del área subterránea, considerarán los siguientes aspectos:

- En el poste de arranque de la acometida se instalarán los seccionadores fusibles tipo abiertos, pararrayos y puntas terminales tipo exterior. Para el caso de sistemas trifásicos las protecciones se montarán sobre crucetas ubicadas bajo la estructura de arranque.
- El conductor se lo protegerá con una tubería EMT en una longitud de 6 mts, se asegurará al poste por medio de cinta metálica eriband; además se colocará un codo reversible para impedir el ingreso de agua.
- Los pozos y zanjas se diseñarán de acuerdo a las formas y tamaños especificados por esta norma en el numeral 6.3.2 y anexos No. 6 y 7.

Cuando una acometida se proyecte realizar dentro del área que influencia la red subterránea, la acometida en media tensión deberá cumplir con lo siguiente:

- En el caso que la red de media tensión subterránea no se encuentre consolidada, la derivación se la realizará de la forma descrita anteriormente y su punto de arranque será definido por la EERSSA. Caso contrario, la acometida derivará desde una cabina de transformación determinada por la EERSSA.
- El diseño de la acometida se lo elaborará en base al proyecto de la red subterránea elaborada para la zona.
- La acometida llegará hasta las barras de seccionamiento ubicadas en el interior de la cabina de transformación.
- Las características de los pozos y zanjas se establecen en el numeral 6.3.2 y anexos No. 6 y 7.

## 6.1.2 Cabinas de transformación

### Cabinas ubicadas fuera del área de influencia de la red subterránea:

El cuarto o bóveda estará situado de preferencia en la planta baja; de lo contrario, máximo en el mezanine o en el primer piso alto.

El área mínima rectangular y libre de la cabina, será de 9 m<sup>2</sup> con una longitud y ancho no menor a 3 metros, la altura mínima será de 2.2 metros. La puerta de entrada tendrá una altura mínima de 1.80 metros, por 1.20 metros de ancho.

La cabina deberá tener una ventilación adecuada para que la temperatura en el interior de la misma, con el transformador funcionando a plena carga, no exceda los 40°C.

La malla de puesta a tierra deberá tener dimensiones mínimas de 3 x 2 metros, atravesada por conductores formando un mínimo de seis (6) grillas, el conductor será de cobre cableado desnudo, calibre mínimo 2 AWG; en los extremos se colocarán varillas cooperweld, la resistividad de la puesta a tierra debe ser inferior a 10 ohm.

Para una mayor seguridad del personal se colocará una malla de protección que impida el paso de personas no autorizadas, y un letrero de peligro de alta tensión.

La malla de protección deberá estar conectada a la malla de puesta a tierra.

### Cabinas ubicadas dentro del área de influencia de la red subterránea:

Las instalaciones de las cabinas de transformación particulares que se encuentran ubicadas en el área de influencia de la red subterránea de la ciudad de Loja, deben permitir ejecutar la instalación o el mantenimiento de los equipos en la cabina sin necesidad de interrumpir el servicio eléctrico en otros sectores de la red de distribución, por lo tanto en su diseño y construcción se debe considerar:

1. Los equipos a instalar deben ser ubicados en un sector del edificio dedicado exclusivamente para este propósito (cabina de transformación), la que debe tener una apropiada ventilación y fácil acceso.
2. La cabina de transformación tendrá el espacio suficiente para permitir la instalación adecuada de los equipos y para que el personal técnico autorizado pueda realizar cómodamente la operación y el mantenimiento de los mismos.
3. Las cabinas de transformación tendrán un sistema de seccionamiento mínimo de tres puertos: uno para la entrada desde el alimentador primario subterráneo, un segundo para la salida hacia el transformador y el tercer puerto servirá para una futura salida hacia otra cabina de

transformación, para lo cual se obtendrá por escrito el compromiso del propietario para autorizar esta derivación.

4. El sistema de seccionamiento puede realizarse por medio de regletas de derivación de M.T. (TapMaster Junctions), celdas modulares compactas para media tensión, interruptor encapsulado on-off o cualquier otro equipo de seccionamiento aprobado por la EERSSA y que cumpla con las normas IEC 298, 265.1 y 420.
5. Para el caso de utilizar regletas de derivación de M.T., los transformadores a instalarse deben traer incluido un interruptor on-off de dos posiciones para media tensión.
6. En caso que el transformador no tenga su equipo de protección para media tensión, el puerto que se destine al transformador, además de seccionarlo deberá cumplir con la función de protección del equipo.
7. En las zanjas y pozos construidos para la acometida de media tensión y que llegan a la cabina de transformación, deben tener como mínimo tres tubos de 110 mm, con el fin de permitir realizar por lo menos una derivación.

Revisar anexo No. 8

## **6.2 ACOMETIDA EN BAJA TENSION**

Para baja tensión se utilizarán cables de cobre con aislamiento tipo TTU.

La acometida en baja tensión será tomada desde la red aérea hasta el tablero de medidores o tablero general, deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el poste de arranque lugar en el que se encuentra la red aérea se deberá instalar la acometida de baja tensión.
- La bajante deberá ser a través de tubería EMT, amarrada al poste con cinta metálica eriband; además se colocará un codo reversible para impedir el ingreso de agua.
- Los pozos de revisión y zanjas se las ejecutarán de acuerdo a los diseños y especificaciones de la EERSSA.
- La acometida terminará en un tablero de medidores o tablero general el cual contendrá la protección general de caja moldeada y protecciones secundarias.

La acometida en baja tensión tomada desde la red subterránea hasta el tablero de medidores o tablero general, deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- Su derivación se diseñará desde la red subterránea de baja tensión más próxima, se lo efectuará por medio de empalmes adecuados y avalizados por la EERSSA.
- Se diseñarán los pozos y zanjas de acuerdo a las formas y tamaños especificados por la EERSSA, de así requerirlo.

- La acometida terminará en un tablero de medidores o tablero general el cual contendrá la protección general de caja moldeada y protecciones secundarias.

## 6.3 OBRAS CIVILES.

### 6.3.1 Pozos de revisión

Se normalizan los siguientes tipos de pozos (ver Anexo 6):

| Tipo | Dimensiones Netas Pozo [cm] | Material Paredes | Uso                              |
|------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|
| A    | 150 x 80 x 150              | H° simple        | Media y Baja tensión             |
| B    | 68 x 68 x 120               | Ladrillo         | Media y Baja tensión             |
| C    | 50 x 50 x 40                | Ladrillo         | Baja Tensión y Alumbrado Público |
| D    | 30 x 30 x 40                | Ladrillo         | Baja Tensión y Alumbrado Público |

En la red subterránea de la ciudad de Loja, los cables deberán ser colocados dentro de tubería de PVC, de diámetro de 2, 3 y 4 pulgadas según sea el caso.

### 6.3.2 Zanjas

Se tienen para media tensión y baja tensión (ver Anexo 7):

- **Zanja Nro. 1:** La canalización para media tensión debe ser de 60 cm de ancho por 110 cm de profundidad. El relleno se realizará de la siguiente manera: los primero 10 cm rellenos de arena, luego se colocará la tubería de PVC para media tensión seguida de la tubería de PVC para baja tensión y alumbrado público, estas tuberías estarán rodeadas de arena, sobre éstas se colocará una capa de ladrillo, para finalmente ponerse 45 cm de relleno compactado y replantillo de grava.
- **Zanja Nro. 2:** La canalización para baja tensión debe ser de 50 cm de ancho por 50 cm de profundidad. El relleno se realizará de la siguiente manera: los primeros 10 cm con arena, luego se colocará la tubería de PVC rodeada de arena, sobre esta una capa de ladrillos, para finalmente ponerse 30 cm entre relleno compactado y replantillo de grava.

El compactado del terreno se realizará por capas, cada 15 cm.

La tubería a utilizarse en la canalización subterránea será de PVC corrugada doble pared o tubería conduit metálica.

## **CAPITULO VII**

### **ALUMBRADO PUBLICO** <sup>[1]</sup>

#### **7.1 DEFINICIONES:**

**Candela (cd):** es la intensidad luminosa, en una dirección dada, que emite una fuente de radiación monocromática, de frecuencia  $540 \times 10^{12}$  Hz, de forma que la intensidad de la radiación emitida, en la dirección indicada, es de 1/683 W por estereoradián

**Deslumbramiento:** Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

**Eficiencia luminosa de una fuente:** relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (lámpara) y la potencia disipada por la luminaria, se expresa en lúmenes por vatio (lm/W).

**Flujo luminoso ( $\Phi$ ):** cantidad de energía radiada por una fuente de luz por unidad de tiempo, ponderado por la sensibilidad espectral del ojo humano, se mide en lumen (lm).

**Fuente Luminosa:** Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

**Grado de uniformidad de la luminancia vial ( $U_o$ ):** relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio en un plano especificado (publicación CIE No. 140-2000).

**Iluminancia (E):** densidad del flujo luminoso que incide sobre la superficie, la unidad es el lux (lx).

**Incremento del Umbral (Ti):** pérdida de visibilidad causada por el deslumbramiento molesto desde las luminarias de alumbrado vial, el proceso matemático es dado en la publicación CIE No. 31-1976.

**Intensidad luminosa (I):** flujo luminoso en una cierta dirección, radiada por unidad de ángulo sólido, su unidad es la candela (cd).

**Lúmen (lm):** unidad de medida del flujo luminoso. Se determina de la potencia radiante fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela por esteoradián (cd \* sr).

**Luminancia:** intensidad luminosa emitida por unidad de área de una superficie en una dirección especificada, se expresa en candelas por metro cuadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

**Lux:** unidad de medida de la iluminancia. Un 1 lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ( $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$ ).

**Luz:** La luz se define como cualquier radiación capaz de actuar sobre la retina del ojo humano provocando una reacción visual.

**Promedio de luminancia en la superficie de la vía (L):** valor mínimo a ser mantenido durante toda la vida de la instalación. Su valor depende la distribución de la luz de las luminarias, del flujo luminoso de las lámparas, la geometría de la instalación y de las propiedades de reflejo de la superficie de la vía. Su cálculo se lo realizará bajo la recomendación elaborada en la publicación CIE No. 140-2000.

**Relación de alrededores:** es asegurar que la luz dirigida a los alrededores sea suficiente para que los objetos sean revelados. Esta luz es también un beneficio para los peatones donde una vía peatonal esta presente.

**Uniformidad longitudinal de luminancia (U<sub>L</sub>):** la menor medida de la relación de la luminancia mínima y máxima sobre un eje longitudinal paralelo al eje de la vía que pasa por la posición del observador y situado en el centro de cada uno de los carriles de circulación, su cálculo se basa en la publicación CIE No. 140-2000.

**Vatio luminoso:** vatio de potencia radiado a una longitud de onda de 555 nm (máxima sensibilidad del ojo).

## 7.2. EFICIENCIA ENERGÉTICA [3]:

Las luminarias a instalar en el área de concesión de EERSSA deben poseer un alto rendimiento fotométrico, determinada por el conjunto óptico compuesto por lámpara-proyector-protector y las pérdidas de energía propias de la luminaria deben ser mínimas.

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación y para la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \quad \text{en} \quad \frac{\text{m}^2 * \text{lux}}{\text{W}}$$

Donde:

$\varepsilon$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $\text{m}^2 \text{ lux}/\text{W}$ ).



$E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).  
 $S$  = Superficie iluminada ( $m^2$ ).  
 $P$  = potencia activa total instalada de lámparas y equipos auxiliares (W).

La eficiencia energética puede determinar utilizando los siguientes factores:

$\varepsilon_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares.  
 $f_m$  = factor de mantenimiento.  
 $f_u$  = factor de utilización de la instalación.

$$\varepsilon = \varepsilon_L * f_m * f_u \text{ en } \frac{m^2 * \text{lux}}{W} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Lúmen}}{W}$$

Donde:

**Eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ( $\varepsilon_L$ )**, Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

**Factor de mantenimiento ( $f_m$ )**, relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la instalación de alumbrado y los valores iniciales, en el anexo No. 13 se indica la forma de cálculo de este factor.

**Factor de utilización de la instalación ( $f_u$ )**, es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias. Este factor es determinado mediante la curva del factor de utilización entregada por los fabricantes de las luminarias, revisar anexo No. 13.

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores sea máximo.

### 7.3. PROPOSITO DEL ALUMBRADO PÚBLICO <sup>[4]</sup>:

El objetivo fundamental que tiene el alumbrado público, es proporcionar una visibilidad adecuada durante el desarrollo de las actividades de tránsito vehicular como peatonal en vías públicas, parques públicos y demás espacios de libre circulación. Debe permitir a los peatones y vehículos transitar en la noche con la misma seguridad, comodidad y velocidad como lo hace durante el día.

La seguridad depende de la fiabilidad visual que su vez es percibida por un conductor cuándo procesa una información visual de una situación conflictiva que es remitida por un escenario urbano bien iluminado. Por otro lado, la comodidad visual facilita la concentración del conductor, contribuyendo a disminuir la tasa de accidentes.

El alumbrado público tiene tres principales propósitos:

- a. Permitir a los usuarios de automotores, motociclistas, bicicletas y otros motores que transiten sobre la vía pública en forma segura.
- b. Permitir a los peatones ver los riesgos, orientarles, reconocer a otros peatones y darles una sensación de seguridad.
- c. Mejorar la apariencia del medio ambiente en la noche.

Cada uno tiene su forma particular de concebir la iluminación, la primera se considera como alumbrado vial y se basa en el concepto de la luminancia ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ); la segunda resalta la importancia de la luz para distinguir a las personas y objetos en parques, andenes, conceptualiza la iluminancia (lux) para la iluminación; y la tercera, de carácter ornamental, se basa en la iluminancia (lux).

Los cálculos para determinar la iluminación se realizarán siguiendo los criterios establecidos en las publicaciones **CIE 115 - 1995**. “Recomendaciones para el Alumbrado de Carreteras con Tráfico Motorizado y Peatonal” y **CIE 140 – 2000**. “Métodos de cálculo para la iluminación de carreteras”.

En la presente norma se establece los parámetros mínimos que debe cumplir el alumbrado público, los cálculos se pueden realizar por medio de programas computarizados diseñados para el efecto, software que estará avalizado por un laboratorio reconocido por la CIE.

En general, cuando el proyecto se encuentre localizado en una área adyacente a otras cuyas instalaciones existentes sean definitivas en servicio, el proyectista deberá mantener en las nuevas instalaciones, criterios y disposiciones similares con el propósito de alcanzar en lo posible, la máxima uniformidad en el aspecto estético del conjunto, siempre que satisfagan los requerimientos mínimos establecidos.

### **7.3.1. Alumbrado de Vías <sup>[3]</sup>.**

Al aplicar el concepto de la luminaria en el alumbrado de vías, es la de aprovechar la propiedad reflectante de la vía con la finalidad de mejorar la visión o descubrir objetos ubicados a la distancia en la calzada, por lo tanto el concepto de luminancia es proporcionar una vía con una superficie de calzada adecuadamente iluminada.

El diseño, en consecuencia, comprenderá la determinación de los niveles de iluminación, mismas que cumplirán con factores de uniformidad; selección de las luminarias y fuentes luminosas; la adopción de esquemas de control; y la localización y disposición de elementos para su montaje.

Las recomendaciones dadas en la publicación CIE 115-1995 establecen cinco tipos de iluminación, su selección dependerá de la función de la vía, densidad de

tráfico, complejidad, separación entre carriles y existencia de medios para el control del tránsito (semáforos, señalización).

| Descripción de vías  | Clases de Alumbrado |
|--|---------------------|
| Vías de alta velocidad con carriles separados, libres de cruces en proporción y con un completo control de acceso; autopistas vías rápidas.<br>Densidad de tráfico y diagramas de complejidad de vía <sup>(1)</sup><br>Alto<br>Mediano<br>Bajo                             | M1<br>M2<br>M3      |
| Vías de alta velocidad, vías de autopistas dobles.<br>Control de tráfico <sup>(2)</sup> y separación <sup>(3)</sup> de diferentes tipos de usuarios de vías <sup>(4)</sup><br>Malo<br>Bueno  | M1<br>M2            |
| Vías importantes de tráfico urbano, vías radiales, zona distribuidora de vías.<br>Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías:<br>Malo<br>Bueno  | M2<br>M3            |
| Conectando vías menos importantes, distribuidores locales de vías, vías residenciales de mayor acceso. Vías que proporcionan acceso directo a propiedades y vías de conexión.<br>Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías:<br>Malo<br>Bueno | M4<br>M5            |

<sup>(1)</sup> Se refiere a infraestructura, movimiento del tráfico y visualización de los alrededores. Se considera: número de carriles, pendientes, señales, desniveles de entrada y salida.

<sup>(2)</sup> Se refiere a la presencia de señales y signos y existencia de regulaciones. Métodos de control: semáforos, regulaciones prioritarias, señales de tránsito, marcas de vías. La ausencia o escasez del control de tránsito se considera como pobre (malo)

<sup>(3)</sup> Puede ser por carriles dedicados o por la restricción de uso de uno o más de los tipos de tráfico.

<sup>(4)</sup> Automóviles, camiones, vehículos livianos buses, ciclistas y peatones.

En el numeral 5.1.2 de la regulación CONELEC 008/2011<sup>[10]</sup>, se estable los criterios a utilizar para determinar la clase de vía.

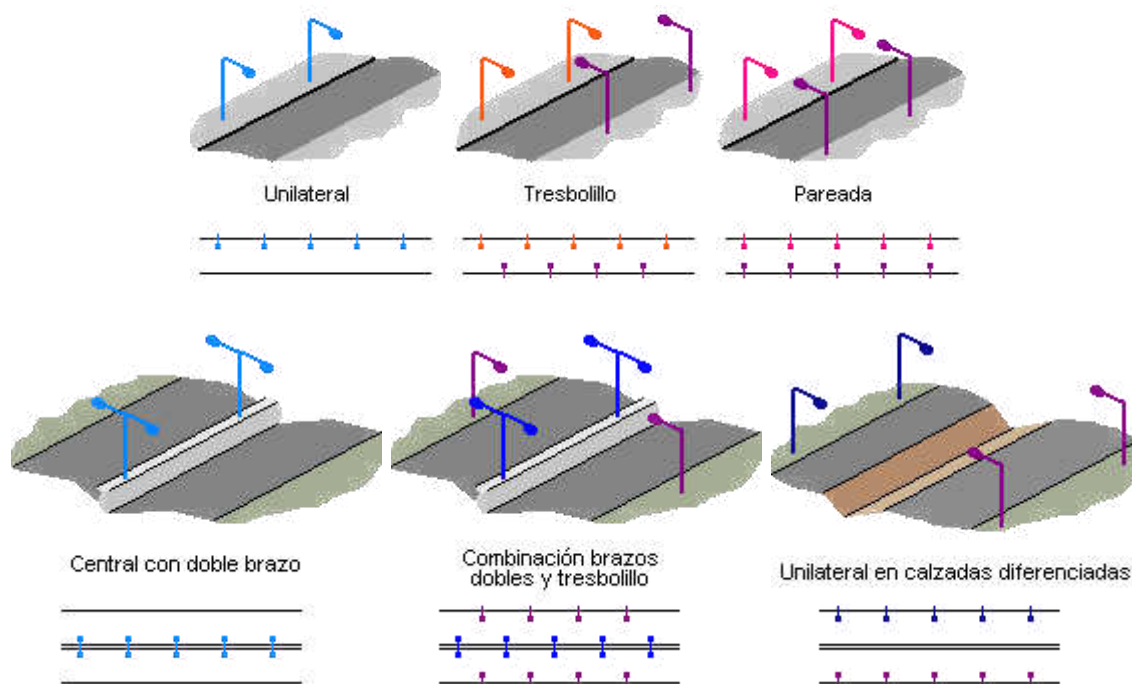
Criterios admitidos para la selección del tipo de vía.

| Tipo de Vía | Velocidad de Circulación (km/h) |               | Tránsito de Vehículos (Vehículos/h) |                  |
|-------------|---------------------------------|---------------|-------------------------------------|------------------|
|             |                                 |               |                                     |                  |
| M1          | Muy importante                  | $V > 80$      | Muy importante                      | $T > 1000$       |
| M2          | Importante                      | $60 < V < 80$ | Importante                          | $500 < T < 1000$ |
| M3          | Media                           | $30 < V < 60$ | Media                               | $250 < T < 500$  |
| M4          | Reducida                        | $V < 30$      | Reducida                            | $100 < T < 250$  |
| M5          | Muy Reducida                    | Al paso       | Muy Reducida                        | $T < 100$        |

Requerimientos de alumbrado para tráfico vial, basados en la luminancia sobre la superficie de la vía.

| Clase de Alumbrado | L (cd/m <sup>2</sup> )<br>Mantenimiento<br>o<br>Mínimo | U <sub>0</sub><br>Mínimo | TI %<br>Máximo | U <sub>L</sub><br>Mínimo | SR<br>Mínimo |
|--------------------|--|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------|
| M1                 | 2.00   | 0.4                      | 10             | 0.7                      | 0.5          |
| M2                 | 1.50   | 0.4                      | 10             | 0.7                      | 0.5          |
| M3                 | 1.00   | 0.4                      | 10             | 0.5                      | 0.5          |
| M4                 | 0.75   | 0.4                      | 15             | NR                       | NR           |
| M5                 | 0.50   | 0.4                      | 15             | NR                       | NR           |
| NR no es requerido |  |                          |                |                          |              |

Se recomienda el uso de las siguientes disposiciones de Luminarias:



### 7.3.2. Alumbrado de Áreas Conflictivas [3].

Son áreas en las que la vía sufre cambios como por ejemplo: disminución o aumento de carriles, entradas o salidas de redondeles, etc., son lugares donde se puede producir congestión vehicular, su existencia resulta un incremento potencial de choques.

En estos lugares el concepto de luminancia no es aplicable, en su lugar se utiliza el criterio de iluminancia, para el diseño de estos tramos de vía se utilizan las siguientes tablas:

| Área de Conflicto  | Illuminancia:<br>Clases de Iluminación |
|--|--|
| Pasos deprimidos   | C (N) = M (N)                          |
| Cruces, rampas, tejido de secciones, áreas con carriles anchos restringidos                          | C (N) = M (N-1)                        |
| Cruces de ferrocarril:<br>Simple<br>Complejo   | C (N) = M (N)<br>C (N) = M (N-1)       |
| Redondeles sin señales:<br>Complejos o grandes<br>Medianamente complejos<br>Simples o pequeños       | C1<br>C2<br>C3                         |
| Áreas de espera (fila – cola)<br>Complejos o grandes<br>Medianamente complejos<br>Simples o pequeños | C1<br>C2<br>C3                         |

**Nota:** En esta tabla la letra en paréntesis es el número de clase, ejemplo: si la vía principal del área de conflicto es M3, entonces C(N) = M(N-1) es igual a C2

| Clase de Alumbrado | E (lx) | Uo Mínimo |
|--------------------|--------|-----------|
| C0                 | 50     | 0,40      |
| C1                 | 30     | 0,40      |
| C2                 | 20     | 0,40      |
| C3                 | 15     | 0,40      |
| C4                 | 10     | 0,40      |
| C5                 | 7,5    | 0,40      |

### 7.3.3. Alumbrado de Vías para Peatones <sup>[3]</sup>.

La tarea de visualización y las necesidades de los peatones difieren de los de un conductor en algunos sentidos como por ejemplo la velocidad de los movimientos, los objetos que se encuentran cerca de los peatones son más importantes que su visualización a lo lejos, diferencias que nos permiten concluir la importancia de la luz percibida por el ojo humano.

El concepto aplicado a este tipo de iluminación es la de la iluminancia, que al ser aplicada en los diseños debe considerar lo establecido en las siguientes tablas:

| Descripción de la Vía   | Clase de Alumbrado |
|---|--------------------|
| Vías de alto prestigio  | P1                 |
| Pesado en la noche usado por ciclistas o peatones   | P2                 |
| Moderado en la noche usado por ciclistas o peatones   | P3                 |
| Menor en la noche usado por ciclistas o peatones, solamente asociados con propiedades adyacentes.   | P4                 |
| Menor en la noche usado por ciclistas o peatones, solamente asociados con propiedades adyacentes.<br>Importante para preservar el carácter arquitectónico del medio ambiente    | P5                 |
| Muy leve en la noche usado por ciclistas o peatones, solamente asociados con propiedades adyacentes.<br>Importante para preservar el carácter arquitectónico del medio ambiente | P6                 |
| Vías donde solamente la guía visual es proporcionada por la luz directa que las luminarias están proporcionando   | P7                 |

| Clase de Alumbrado | Iluminación Horizontal (lx)<br>En completo uso de la superficie mantenida |              |
|--------------------|---|--------------|
|                    | Promedio  | Mínimo       |
| P1                 | 20  | 7.5          |
| P2                 | 10  | 3            |
| P3                 | 7.5   | 1.5          |
| P4                 | 5   | 1            |
| P5                 | 3   | 0,6          |
| P6                 | 1.5   | 0,2          |
| P7                 | No aplicable  | No aplicable |

## 7.4 ESPECIFICACION DE LUMINARIAS <sup>[4]</sup>.

Las luminarias a instalarse en el área de concesión de la EERSSA, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

### 7.4.1 Marcaciones e indicadores.

En conformidad con el estándar IEC 598-1, las luminarias deberán ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa exterior, que no sea remachada y que garantice su permanencia e información durante su vida útil, la mínima información que contendrá es la siguiente:

- a. Nombre del fabricante.
- b. Marca y modelo.
- c. Voltajes de funcionamiento del equipo.
- d. Frecuencia nominal de operación.
- e. Potencia y tipo.
- f. Grado de hermeticidad de la parte óptica y para la eléctrica.
- g. De ser el caso, indicará si la luminaria permite ajustes ópticos y la posición actual de este ajuste.
- h. Diagrama eléctrico de conexión.

### 7.4.2 Fotometría.

Toda luminaria a ser instalada en el área de concesión de la EERSSA debe tener la siguiente información fotométrica, la que debe ser acreditada por un laboratorio calificado por la IEC.

- Curva Isolux.
- Curva polar de intensidades luminosas.
- Matriz de intensidades.

- Coeficiente de utilización.

Estas curvas fotométricas servirán para realizar los cálculos lumínicos y ayudará a determinar la eficiencia energética de la instalación, según los parámetros establecidos en el numeral 7.3 de esta norma.

### **7.4.3 Aspectos constructivos.**

El diseño y construcción de las luminarias deben estar realizados de tal manera que durante su uso funcionen con seguridad sin provocar daños a las personas y sus alrededores.

Deben cumplir con lo que establece los estándares CIE 598-1-2 y CIE 60598.

En la información a solicitar debe contener:

- Resistencia al viento.
- Estructura de la luminaria: segura a lo largo del tiempo, grado de resistencia a impactos mecánicos IK08 (5 joules), hermeticidad IP 65 para la parte óptica <sup>[2]</sup> e IP 54 parte eléctrica.
- Compartimiento eléctrico: el acceso a este compartimiento debe ser de fácil acceso para permitir las acciones de mantenimiento a cada uno de sus elementos sin tener la necesidad de retirar un componente para acceder a otro
- El factor de potencia debe ser superior a 0.92 en retraso.
- Pruebas de corrosión.
- Mantenimiento: fácil acceso a todos los componentes reemplazables, no tendrá bordes afilados, fácil y rápida apertura de la luminaria.

## **7.5 ESQUEMAS DE CONTROL**

Se permite el uso de luminarias con fotocélulas incorporadas.

Las luminarias a instalarse en el área de concesión de la EERSSA de potencias iguales o superiores a 150 W, deben ser de doble potencia.

Para el caso de utilización del hilo piloto se cumplirá con lo que se indica en los siguientes numerales:

### **7.5.1 En redes subterráneas.**

Circuitos independientes, conformados por dos conductores de fase, aislamiento tipo TTU o plastiplomo, para la protección mecánica se utilizará manguera de polietileno. No se aceptará conductores tipo TW. Los circuitos serán controlados por célula fotoeléctrica y contactor con su protección termomagnética -ubicados

al exterior- Cada uno de los circuitos tendrá una capacidad máxima de 30 amperios.

### **7.5.2 En redes aéreas.**

A partir de cada centro de transformación se llevará un conductor adicional -hilo piloto- controlado por el "control de alumbrado público" compuesto por célula fotoeléctrica y contactor, con su protección termomagnética, conectado a una de las fases; las luminarias se conectarán en paralelo entre el hilo piloto y uno de los conductores de fase de la red secundaria que corresponda a una fase diferente de la controlada.

Los circuitos de control serán independientes entre centros de transformación y tendrán una capacidad máxima de 30 amperios.

En el caso de proyectar una o dos luminarias en el área rural, se lo realizará con luminarias autocontroladas, es decir con fotocélula incorporada.

El cableado del control de alumbrado se lo debe realizar con conductor aislado de Cu, tipo TW # 10 AWG, e irá conectado a la red mediante conectores adecuados de Cu/Al.

## **7.6 CAÍDAS DE TENSIÓN POR ALUMBRADO**

Para el cálculo de la caída de tensión en cada punto, debe considerarse la potencia de las luminarias (lámpara(s) y reactor(es)), incluidos su factor de potencia que para todos los casos se establece en 0.85, la caída de tensión permisible será de 2%.

## **7.7 ALUMBRADO DE PARQUES**

El alumbrado de parques se lo realizará en forma subterránea. En el poste de arranque se ubicará el respectivo control de alumbrado que será independiente de la red de alumbrado público. La EERSSA se reserva el derecho de exigir la instalación de un sistema de medición.

Para la bajante del poste se utilizará tubería EMT y codo reversible. Al pie del poste se construirá un pozo de revisión tipo "C" y para cada derivación hacia las luminarias pozos tipo "D". Las zanjas serán de tipo "2" indicado en el Anexo 7 y llevarán en paralelo 2 tuberías de 1 pulgada de diámetro, que servirán para la protección de los conductores.

Los conductores a utilizarse será de cobre tipo plastiplomo, TTU o similares cuyos calibres estarán acordes a los cálculos de caídas de tensión máximos admisibles dictados por esta norma.



Para las estructuras de tipo ornamental se utilizará tubos de hierro galvanizado por inmersión en caliente, sección circular, de un diámetro mínimo de 3 pulgadas, 4 mm de espesor y 5 metros de altura. La sujeción de los postes deberá realizarse por medio de una base de hormigón simple con 4 anclajes como mínimo. La altura mínima de montaje de las luminarias será de 4.5 metros.

Las luminarias a utilizarse contendrán lámparas de mercurio halogenadas, cuya potencia será dada por el cálculo lumínico que se adjuntará al proyecto.

Para los empalmes, se utilizará cinta autofundente.

## CAPITULO VIII

### MEDICION Y CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA <sup>[1]</sup>

#### 8.1 MEDICIÓN.

Los sistemas de medición pueden ser monofásicos, monofásicos a tres hilos, bifásicos o trifásicos; el tipo de los medidores y su capacidad serán determinados en base al estudio de la demanda, el que además establecerá si la instalación se realizará en baja tensión o en media tensión. En las tablas del Anexo 9 se describen los diferentes sistemas de medición utilizados por la EERSSA.

Las tablas del Anexo 9 definen entre otras cosas las siguientes:

**Clase:** determina la corriente máxima que soporta el medidor.

**Forma:** Identifica el tipo de conexión del sistema de medición: “A” tipo de bornera. Para medición directa: 1A una fase dos hilos, 13A dos fases tres hilos, 16A tres fases cuatro hilos y 10A tres fases cuatro hilos para medición indirecta

“S” tipo base socket, medición directa: 2S una fase tres hilos, 12S dos fases tres hilos, 16S tres fases cuatro hilos; para medición indirecta: 3S una fase dos hilos, 4S una fase tres hilos, 5S tres fases cuatro hilos conexión triángulo, 9S tres fases cuatro hilos conexión estrella.

**Tipo:** características de registro del medidor: **A** registro de energía activa; **D** registro de demanda máxima; **R** registro de energía reactiva; **L** perfil de carga; **C** compensación de pérdidas; y, **Q** calidad de la energía.

Todo medidor ira instalado en un tablero metálico, cuando el caso requiera la instalación de dos o más medidores, deberá contemplarse la instalación de un tablero de medidores.

El tablero para la instalación de tres medidores o más, se lo diseñará con tres compartimientos, anexo 11, el primero contendrá las barras y la protección general usando un interruptor termomagnético, el segundo albergará los medidores requeridos por la instalación del inmueble, y el tercer compartimiento con los interruptores termomagnéticos de caja moldeada para la protección de los diferentes circuitos internos.

El interruptor termomagnético de caja moldeada para la protección general se lo dimensionará de acuerdo a la demanda máxima que se determinará en el estudio eléctrico, la capacidad nominal del interruptor no debe superar la capacidad del conductor conectado a él.

Las barras de los tableros de medidores serán de cobre y se las dimensionará para que soporten 1.5 veces la corriente de demanda máxima. Las dimensiones de las barras puede observarse en el Anexo 10.

Para potencias superiores a las indicadas en el Anexo 9, la medición se realizará en media tensión, para lo cual deberá establecer las características técnicas de los transformadores de potencial y corriente.

## **8.2 CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA**

La EERSSA exige a sus clientes que el factor de potencia promedio mensual sea mayor o igual a 0.92 en retraso, caso contrario se aplicará la penalización por bajo factor de potencia contemplada en la reglamentación vigente.

Si la EERSSA detecta que el factor de potencia es inferior al valor mencionado, notificará al cliente para que efectúe su corrección, otorgándole un plazo perentorio.

Es necesario que previo a la instalación de los bancos de capacitores, la EERSSA apruebe el estudio técnico, en el cual se describirá claramente el funcionamiento actual del sistema, especificará la forma de instalación, conexión, operación, capacidad y demás características técnicas del equipo.

## **8.3 CARGAS FLUCTUANTES**

Para aquellas cargas intermitentes como soldadoras, aparatos de rayos X, hornos de arco, calentadores, compresores, transmisores de radio, etc. que producen armónicos, distorsiones o fenómenos transitorios en las redes de distribución, mismos que exceden los límites legalmente permitidos en la normativa de la calidad del producto y la calidad del servicio técnico, la EERSSA solicitará se eliminen dichas perturbaciones, para lo cual, dependiendo de la capacidad y características de la carga, requerirá del cliente la instalación de un transformador individual, filtros de armónicos o cualquier otro equipo que atenúe o elimine la deficiencia, a costo del cliente.

## **CAPITULO IX**

### **PUESTAS A TIERRA** <sup>[1]</sup>

#### **9.1 PUESTAS A TIERRA.**

La resistencia de puesta a tierra tendrá un valor máximo de 10 ohmios, de tenerse valores superiores podrá colocarse un mayor número de varillas de cooperweld, mejorarse el terreno o diseñarse mallas de puesta a tierra.

Se conectará la “**puesta a tierra**” con el conductor neutro en los siguientes casos:

- En alimentadores primarios cada 500 ó 600 metros.
- En cada centro de transformación.
- En cada juego de pararrayos.
- En las cabinas de transformación, para lo cual la puesta a tierra se formará mediante una malla compuesta de 6 grillas.
- En todos los terminales y divisiones de las redes de baja tensión urbanas.
- En las estructuras terminal de las redes de baja tensión mayores a 200 m medidos a partir del transformador.
- En todas las luminarias (se conectará la carcasa de la luminaria al neutro del sistema que estará a su vez multiterrado).
- En todos los tableros o equipos de medición.

La puesta a tierra se la realizará con conductor de cobre cableado desnudo o con cable de cobre con recubrimiento de cobre, el calibre mínimo será el 4 AWG, el mismo que se conectará al neutro de las redes de distribución mediante un conector perno hendido Cu-Al de 6-2/0 AWG o Cu-Cu de tamaño adecuado, también se conectará a una varilla de cooperweld de  $\varnothing 16 \times 1.800$  mm.

El cable de puesta a tierra, en la parte inferior de los postes, deberá ir dentro de un tubo metálico tipo EMT de  $\varnothing 12.5 \times 3\ 000$  mm sujetado al poste mediante cintas metálicas. No se aceptará la sujeción con hilos de alambre.

En forma alternativa, el conductor de cobre para la puesta a tierra podrá estar fundido en el poste o también podrá colocarse una tubería PVC de  $\varnothing 12.7$  mm para pasar el conductor de puesta a tierra.

La EERSSA no energizará las instalaciones con el incumplimiento de estas exigencias.

## **CAPITULO X**

### **TENSORES, POSTES DE HORMIGON ARMADO Y MISCELÁNEOS <sup>[1]</sup>**

#### **10.1. TENSORES.**

Los soportes angulares y terminales del sistema de distribución en los cuales, los esfuerzos transversales o longitudinales resultantes sobre los postes superen la carga útil especificada, serán anclados en el terreno mediante tensores.

El montaje de tensores simples y dobles está determinado por el tipo de estructuras, longitud y ángulo de los vanos.

En lo posible se debe evitar el uso de tensores tipo farol, y en el caso de utilizarse, el poste deberá ser del tipo pesado.

El proyectista deberá establecer la posición del anclaje al terreno, evitando la interferencia con el tránsito de vehículos y peatones.

En la instalación de tensores se utilizará varilla de anclaje galvanizada de  $\varnothing$  16 mm (5/8") x 2.4 metros para el caso de alimentadores primarios trifásicos, y de  $\varnothing$  16 mm (5/8") x 2 metros para el caso de alimentadores primarios monofásicos y redes de distribución.

La unión al poste se realizará por medio de cable de acero galvanizado de alta resistencia de  $\varnothing$  9.5 mm (3/8") (7 hilos) y asegurado por medio de varillas de retención preformadas GDE-1107, sujetadas al poste por medio de un eslabón angular y a la varilla de anclaje por medio de guardacabo de 3/8 pulgadas.

Para la protección de las personas por posibles fugas de corriente causadas por contactos de los conductores de fase con el cable tensor, en el cable deberá instalarse un aislador tipo retenida, clase ANSI 54-2 en niveles de 13.8 kV y clase ANSI 54-3 para niveles de 22 kV.

#### **10.2. POSTES.**

##### **Definición:**

**Esfuerzo a la rotura:** es el máximo esfuerzo de trabajo admisible que un poste puede soportar cuando se aplica una carga horizontal expresada en kilogramos, aplicada a 20 cm del extremo superior.

### **Características:**

En el área de concesión de la EERSSA se utilizará postes circulares de hormigón armado o plásticos reforzados con fibra de vidrio.

Las alturas normalizadas para los postes son de 10, 12, 13, 14 y 15 metros, con cargas de rotura de 400 Kg., 500 Kg. y 1200 Kg, especificados en el **“Documento de homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica”** [2], su uso lo establecerá el cálculo mecánico, esfuerzo útil del poste y las recomendaciones que especifique la EERSSA para cada proyecto.

La EERSSA se reserva el derecho de exigir pruebas de tensión a la rotura en los postes de hormigón que no sean de su producción.

Se recomienda que los postes para urbanizaciones sean ubicados en los límites de los lotes y junto a los bordillos.

### **Altura de enterramiento:**

La altura de enterramiento de los postes lo determina el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Altura de enterramiento} = \text{altura de poste}/10 + 0,5$$

### **10.3. MISCELÁNEOS**

- En las derivaciones, cruces, puentes, etc. de conductores que se requiera el uso de conectores, éstos serán del tipo cuña impulsados por cartuchos acelerados por gas, para lo cual se utilizará la herramienta adecuada.
- La conexión de las grapas de línea energizada se realizará a través de un estribo, para evitar el contacto eléctrico directo con el conductor principal.
- Los conductores aéreos de media tensión tendrán que ser aislados en 1.5 metros a cada lado de la estructura de suspensión o retención, al igual que las conexiones para los transformadores, seccionadores y pararrayos, siempre que el caso así lo amerite
- El galvanizado de la herrajería debe cumplir con la norma internacional de calidad ASTM-A153.
- Los brazos de luminarias se sujetarán a los postes usando dos pernos máquina de las dimensiones adecuadas.
- Las bajantes del transformador a la red de baja tensión serán mediante conductor tipo TTU.

Todas las tuberías de los pozos de revisión o los finales de las tuberías de las cabinas de transformación deberán llevar tapones para evitar el ingreso de roedores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] EERSSA, “**Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales**”, julio 2006
- [2] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍA RENOVABLE, “**Documento de homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica**”, 2010
- [3] REAL DECRETO 1890/2008, “**Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07**”.
- [4] SCHEREDER, “**Como especificar luminarias de alumbrado público**”,
- [5] EERSSA, “**Regulaciones para Presentación de Proyectos y Ejecución de Obras de Electrificación No Contratadas por la EERSSA**”, Loja, 14 de noviembre de 1997.
- [6] Regulación No. CONELEC-004/01 “**Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución**”
- [7] “*Reglamento Sustitutivo al Reglamento de Suministro del Servicio de Electricidad*”
- [8] Regulación No. CONELEC-002/10 “**Distancias de Seguridad**”
- [9] Normas para Diseño de Líneas de Subtransmisión a 69 kV, INECEL.
- [10] Regulación No. CONELEC-008/11 “**Prestación del servicio de alumbrado público general**”

## ANEXO No. 1

### ACTA DE CONDIONAMIENTOS BASICOS DEL PROYECTO

|  |   |
|--|---|
| <b>FECHA</b>                                       |   |
| <b>ANTECEDENTES</b>                                |   |
| 1) <b>Nombre del proyecto:</b>                     |   |
| 2) Provincia:                                      | Cantón:   |
| Parroquia:   | Barrio o calles:                                |
| 3) <b>Generalidades</b>                            |   |
| Nombre de Ing, Proyectista:                        |   |
| Nombre de Propietario:                             |   |
| <b>DATOS TECNICOS</b>                              |   |
| Número de transformador mas cercano:               | Sección de SICAP:                               |
| Caida de tensión en el punto de arranque:          |   |
| Características del sistema existente:             |   |
| <b>RESUMEN DE OBRA</b>                             |   |
| <b>Media tensión</b>                               | <b>Estación de transformación</b>               |
| Tipología:   | Potencia  |
| Cantidad   | Cantidad  |
| <b>Baja Tensión</b>                                | <b>Acometida</b>                                |
| Topología:   | Topología:                                      |
| Cantidad   | Cantidad  |
| <b>POSIBILIDADES, LIMITACIONES Y OBSERVACIONES</b> |   |
| Ing. Proyectista<br>Registro Profesional           | Ing. Jorge Muñoz v.<br>GERENTE DE PLANIFICACION |



## ANEXO No. 2

### Simbología

La simbología que utiliza la EERSSA para la elaboración de los diseños eléctricos es la que se establece en la sección 4 “**Simbología de los elementos de distribución**” del documento de “**Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica**”



### ANEXO No. 3

#### DEMANDAS MAXIMAS PROYECTADAS [DMP EN KVA]

| NÚMERO DE USUARIOS | URBANO |       |       |       |       | RURAL |       |       |
|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | A      | B     | C     | D     | E     | F     | G     | H     |
| 1                  | 4.48   | 2.35  | 1.33  | 0.82  | 0.56  | 0.60  | 0.50  | 0.40  |
| 2                  | 8.39   | 4.40  | 2.49  | 1.54  | 1.05  | 1.12  | 0.94  | 0.75  |
| 3                  | 12.12  | 6.36  | 3.60  | 2.22  | 1.51  | 1.62  | 1.35  | 1.08  |
| 4                  | 15.72  | 8.25  | 4.67  | 2.88  | 1.97  | 2.11  | 1.75  | 1.40  |
| 5                  | 19.24  | 10.09 | 5.71  | 3.52  | 2.41  | 2.58  | 2.15  | 1.72  |
| 6                  | 22.70  | 11.91 | 6.74  | 4.15  | 2.84  | 3.04  | 2.53  | 2.03  |
| 7                  | 26.10  | 13.69 | 7.75  | 4.78  | 3.26  | 3.50  | 2.91  | 2.33  |
| 8                  | 29.45  | 15.45 | 8.74  | 5.39  | 3.68  | 3.94  | 3.29  | 2.63  |
| 9                  | 32.77  | 17.19 | 9.73  | 6.00  | 4.10  | 4.39  | 3.66  | 2.93  |
| 10                 | 36.05  | 18.91 | 10.70 | 6.60  | 4.51  | 4.83  | 4.02  | 3.22  |
| 11                 | 39.30  | 20.61 | 11.67 | 7.19  | 4.91  | 5.26  | 4.39  | 3.51  |
| 12                 | 42.52  | 22.30 | 12.62 | 7.78  | 5.31  | 5.69  | 4.75  | 3.80  |
| 13                 | 45.72  | 23.98 | 13.57 | 8.37  | 5.71  | 6.12  | 5.10  | 4.08  |
| 14                 | 48.89  | 25.64 | 14.51 | 8.95  | 6.11  | 6.55  | 5.46  | 4.37  |
| 15                 | 52.04  | 27.30 | 15.45 | 9.53  | 6.51  | 6.97  | 5.81  | 4.65  |
| 16                 | 55.17  | 28.94 | 16.38 | 10.10 | 6.90  | 7.39  | 6.16  | 4.93  |
| 17                 | 58.29  | 30.57 | 17.30 | 10.67 | 7.29  | 7.81  | 6.51  | 5.20  |
| 18                 | 61.38  | 32.20 | 18.22 | 11.24 | 7.67  | 8.22  | 6.85  | 5.48  |
| 19                 | 64.46  | 33.81 | 19.14 | 11.80 | 8.06  | 8.63  | 7.19  | 5.76  |
| 20                 | 67.53  | 35.42 | 20.05 | 12.36 | 8.44  | 9.04  | 7.54  | 6.03  |
| 21                 | 70.58  | 37.02 | 20.95 | 12.92 | 8.82  | 9.45  | 7.88  | 6.30  |
| 22                 | 73.62  | 38.62 | 21.85 | 13.47 | 9.20  | 9.86  | 8.22  | 6.57  |
| 23                 | 76.64  | 40.20 | 22.75 | 14.03 | 9.58  | 10.26 | 8.55  | 6.84  |
| 24                 | 79.65  | 41.78 | 23.65 | 14.58 | 9.96  | 10.67 | 8.89  | 7.11  |
| 25                 | 82.65  | 43.36 | 24.54 | 15.13 | 10.33 | 11.07 | 9.22  | 7.38  |
| 26                 | 85.64  | 44.92 | 25.42 | 15.68 | 10.71 | 11.47 | 9.56  | 7.65  |
| 27                 | 88.62  | 46.48 | 26.31 | 16.22 | 11.08 | 11.87 | 9.89  | 7.91  |
| 28                 | 91.58  | 48.04 | 27.19 | 16.76 | 11.45 | 12.27 | 10.22 | 8.18  |
| 29                 | 94.54  | 49.59 | 28.07 | 17.30 | 11.82 | 12.66 | 10.55 | 8.44  |
| 30                 | 97.49  | 51.14 | 28.94 | 17.84 | 12.19 | 13.06 | 10.88 | 8.70  |
| 31                 | 100.43 | 52.68 | 29.81 | 18.38 | 12.55 | 13.45 | 11.21 | 8.97  |
| 32                 | 103.36 | 54.22 | 30.68 | 18.92 | 12.92 | 13.84 | 11.54 | 9.23  |
| 33                 | 106.28 | 55.75 | 31.55 | 19.45 | 13.28 | 14.23 | 11.86 | 9.49  |
| 34                 | 109.19 | 57.28 | 32.42 | 19.99 | 13.65 | 14.62 | 12.19 | 9.75  |
| 35                 | 112.09 | 58.80 | 33.28 | 20.52 | 14.01 | 15.01 | 12.51 | 10.01 |
| 36                 | 114.99 | 60.32 | 34.14 | 21.05 | 14.37 | 15.40 | 12.83 | 10.27 |
| 37                 | 117.88 | 61.83 | 35.00 | 21.58 | 14.74 | 15.79 | 13.16 | 10.53 |
| 38                 | 120.76 | 63.35 | 35.85 | 22.10 | 15.10 | 16.17 | 13.48 | 10.78 |
| 39                 | 123.64 | 64.85 | 36.70 | 22.63 | 15.45 | 16.56 | 13.80 | 11.04 |
| 40                 | 126.50 | 66.36 | 37.56 | 23.15 | 15.81 | 16.94 | 14.12 | 11.29 |
| 41                 | 129.36 | 67.86 | 38.41 | 23.68 | 16.17 | 17.33 | 14.44 | 11.55 |
| 42                 | 132.22 | 69.36 | 39.25 | 24.20 | 16.53 | 17.71 | 14.76 | 11.81 |
| 43                 | 135.07 | 70.85 | 40.10 | 24.72 | 16.88 | 18.09 | 15.07 | 12.06 |
| 44                 | 137.91 | 72.34 | 40.94 | 25.24 | 17.24 | 18.47 | 15.39 | 12.31 |
| 45                 | 140.74 | 73.83 | 41.78 | 25.76 | 17.59 | 18.85 | 15.71 | 12.57 |
| 46                 | 143.57 | 75.31 | 42.62 | 26.28 | 17.95 | 19.23 | 16.02 | 12.82 |
| 47                 | 146.40 | 76.79 | 43.46 | 26.80 | 18.30 | 19.61 | 16.34 | 13.07 |
| 48                 | 149.21 | 78.27 | 44.30 | 27.31 | 18.65 | 19.98 | 16.65 | 13.32 |
| 49                 | 152.03 | 79.75 | 45.13 | 27.83 | 19.00 | 20.36 | 16.97 | 13.57 |
| 50                 | 154.83 | 81.22 | 45.97 | 28.34 | 19.35 | 20.74 | 17.28 | 13.82 |



## ANEXO No. 4

### FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]

### ALIMENTADORES PRIMARIOS [KVA-KM]

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 13 800 - 7 967 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR             |         |         | 6201    |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C          | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 215              | 863     | 1,292   | 211     | 844     | 1,263   | 210     | 842     | 1,260   |
| 2 ( 4 )                               | 261              | 1,046   | 1,565   | 255     | 1,024   | 1,532   | 254     | 1,021   | 1,527   |
| 2 ( 2 )                               | 330              | 1,323   | 1,977   | 323     | 1,297   | 1,938   | 322     | 1,291   | 1,930   |
| 1/0 ( 2 )                             | 397              | 1,593   | 2,379   | 389     | 1,562   | 2,333   | 387     | 1,555   | 2,323   |
| 2/0 ( 2 )                             | 427              | 1,716   | 2,562   | 419     | 1,684   | 2,514   | 417     | 1,677   | 2,504   |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 544              | 2,187   | 3,261   | 534     | 2,147   | 3,202   | 532     | 2,138   | 3,188   |
| 3/0 ( 1/0 )                           | 583              | 2,346   | 3,498   | 579     | 2,330   | 3,473   | 577     | 2,321   | 3,460   |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 649              | 2,615   | 3,895   | 646     | 2,602   | 3,876   | 644     | 2,594   | 3,863   |
| 4/0 ( 1/0 )                           | 632              | 2,546   | 3,793   | 621     | 2,499   | 3,724   | 618     | 2,489   | 3,709   |
| 4/0 ( 2/0 )                           | 711              | 2,865   | 4,265   | 699     | 2,815   | 4,191   | 696     | 2,805   | 4,176   |

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 22 000 - 12 700 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR              |         |         | 6,201   |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C           | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 547               | 2,192   | 3,280   | 535     | 2,143   | 3,208   | 533     | 2,137   | 3,199   |
| 2 ( 4 )                               | 662               | 2,656   | 3,973   | 648     | 2,600   | 3,889   | 646     | 2,591   | 3,877   |
| 2 ( 2 )                               | 837               | 3,359   | 5,020   | 820     | 3,293   | 4,922   | 817     | 3,279   | 4,901   |
| 1/0 ( 2 )                             | 1,007             | 4,044   | 6,041   | 988     | 3,966   | 5,924   | 983     | 3,949   | 5,898   |
| 2/0 ( 2 )                             | 1,085             | 4,358   | 6,506   | 1,064   | 4,275   | 6,383   | 1,060   | 4,257   | 6,357   |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 1,380             | 5,553   | 8,281   | 1,355   | 5,452   | 8,131   | 1,350   | 5,428   | 8,096   |
| 3/0 ( 1/0 )                           | 1,480             | 5,958   | 8,881   | 1,470   | 5,916   | 8,819   | 1,465   | 5,893   | 8,785   |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 1,649             | 6,640   | 9,890   | 1,641   | 6,607   | 9,841   | 1,635   | 6,586   | 9,810   |
| 4/0 ( 1/0 )                           | 1,605             | 6,464   | 9,631   | 1,576   | 6,346   | 9,455   | 1,570   | 6,320   | 9,417   |
| 4/0 ( 2/0 )                           | 1,805             | 7,275   | 10,830  | 1,774   | 7,147   | 10,641  | 1,768   | 7,123   | 10,604  |

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 22 000 - 12 700 V |         |         | 13 800 - 7 967 V |         |         |
|---------------------------------------|-------------------|---------|---------|------------------|---------|---------|
|                                       | Cobre             |         |         | Cobre            |         |         |
|                                       | 1F - 2C           | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C          | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 796               | 3,182   | 4,758   | 313              | 1,253   | 1,874   |
| 2 ( 4 )                               | 966               | 3,863   | 5,771   | 380              | 1,521   | 2,273   |
| 2 ( 2 )                               | 1,224             | 4,897   | 7,309   | 482              | 1,929   | 2,879   |
| 1/0 ( 2 )                             | 1,481             | 5,923   | 8,831   | 583              | 2,333   | 3,478   |
| 2/0 ( 2 )                             | 1,583             | 6,331   | 9,435   | 623              | 2,493   | 3,716   |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 2,021             | 8,083   | 12,024  | 796              | 3,183   | 4,735   |
| 3/0 ( 1/0 )                           | 2,222             | 8,887   | 13,210  | 875              | 3,500   | 5,202   |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 2,452             | 9,807   | 14,563  | 966              | 3,862   | 5,735   |
| 4/0 ( 1/0 )                           | 2,386             | 9,544   | 14,176  | 940              | 3,759   | 5,583   |
| 4/0 ( 2/0 )                           | 2,653             | 10,612  | 15,746  | 1,045            | 4,179   | 6,201   |



## ANEXO No. 4

### FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]

#### REDES DE DISTRIBUCION AEREAS PARA BAJA TENSION CON CONDUCTOR DESNUDO [KVA-M]

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | 220 - 127 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                    | ACSR        |         |         | 6,201   |         |         | ASC     |         |         |
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                            | 56          | 223     | 334     | 55      | 218     | 327     | 54      | 218     | 326     |
| 2 ( 4 )                            | 68          | 272     | 406     | 66      | 266     | 398     | 66      | 265     | 396     |
| 2 ( 2 )                            | 86          | 346     | 516     | 85      | 338     | 506     | 84      | 337     | 504     |
| 1/0 ( 2 )                          | 105         | 418     | 625     | 103     | 410     | 612     | 102     | 408     | 610     |
| 2/0 ( 2 )                          | 113         | 452     | 675     | 111     | 443     | 662     | 110     | 441     | 659     |
| 2/0 ( 1/0 )                        | 145         | 582     | 868     | 143     | 571     | 851     | 142     | 568     | 847     |
| 3/0 ( 1/0 )                        | 157         | 627     | 934     | 155     | 622     | 927     | 155     | 619     | 923     |
| 3/0 ( 2/0 )                        | 176         | 702     | 1,046   | 175     | 699     | 1,040   | 174     | 696     | 1,037   |
| 4/0 ( 1/0 )                        | 171         | 683     | 1,017   | 167     | 670     | 997     | 167     | 667     | 993     |
| 4/0 ( 2/0 )                        | 193         | 774     | 1,151   | 190     | 759     | 1,130   | 189     | 757     | 1,126   |

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | ACSR        |         |         | 6,201       |         |         | ASC         |         |         |
|------------------------------------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
|                                    | 240 - 120 V |         | 208 V   | 240 - 120 V |         | 208 V   | 240 - 120 V |         | 208 V   |
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                            | 50          | 199     | 299     | 49          | 195     | 292     | 49          | 194     | 291     |
| 2 ( 4 )                            | 61          | 242     | 363     | 59          | 237     | 355     | 59          | 236     | 354     |
| 2 ( 2 )                            | 77          | 308     | 462     | 76          | 302     | 452     | 75          | 301     | 450     |
| 1/0 ( 2 )                          | 93          | 373     | 559     | 92          | 366     | 547     | 91          | 364     | 545     |
| 2/0 ( 2 )                          | 101         | 403     | 603     | 99          | 396     | 591     | 98          | 394     | 589     |
| 2/0 ( 1/0 )                        | 130         | 519     | 776     | 127         | 510     | 761     | 127         | 507     | 757     |
| 3/0 ( 1/0 )                        | 140         | 559     | 835     | 139         | 555     | 828     | 138         | 553     | 825     |
| 3/0 ( 2/0 )                        | 157         | 627     | 935     | 156         | 624     | 930     | 155         | 622     | 927     |
| 4/0 ( 1/0 )                        | 152         | 609     | 909     | 149         | 598     | 892     | 149         | 595     | 888     |
| 4/0 ( 2/0 )                        | 173         | 691     | 1,029   | 169         | 678     | 1,010   | 169         | 675     | 1,007   |

| Calibre Conductor<br>Fase / Neutro | 240 - 120 V |         | 220 - 127 V |
|------------------------------------|-------------|---------|-------------|
|                                    | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C     |
| Dx 6                               | 30          |         |             |
| Dx 4                               | 50          |         |             |
| Tx 6                               |             | 120     |             |
| Tx 4                               |             | 180     |             |
| Cx 6                               |             |         | 195         |
| Cx 4                               |             |         | 305         |



## ANEXO No. 4

### FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]

#### REDES DE DISTRIBUCION AEREAS PARA BAJA TENSION CON CONDUCTOR PREENSAMBLADO [KVA-M]

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 220 - 127 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR        |         |         | 6,201   |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 51          | 204     | 306     | 50      | 200     | 299     | 50      | 199     | 298     |
| 2 ( 4 )                               | 63          | 250     | 375     | 61      | 245     | 367     | 61      | 244     | 366     |
| 2 ( 2 )                               | 80          | 322     | 482     | 79      | 315     | 472     | 78      | 313     | 470     |
| 1/0 ( 2 )                             | 98          | 393     | 590     | 96      | 385     | 578     | 96      | 383     | 575     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 126         | 504     | 755     | 123     | 493     | 740     | 123     | 490     | 736     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 140         | 560     | 840     | 137     | 548     | 822     | 136     | 546     | 818     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 157         | 628     | 942     | 154     | 615     | 923     | 153     | 613     | 919     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 157         | 628     | 942     | 154     | 615     | 923     | 153     | 613     | 919     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 174         | 697     | 1045    | 171     | 682     | 1023    | 170     | 680     | 1020    |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 195         | 779     | 1168    | 191     | 762     | 1144    | 190     | 760     | 1140    |

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | 208 - 120 V |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | ACSR        |         |         | 6201    |         |         | ASC     |         |         |
|                                       | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C | 2F - 3C | 3F - 4C |
| 4 ( 4 )                               | 46          | 183     | 274     | 45      | 178     | 268     | 44      | 178     | 267     |
| 2 ( 4 )                               | 56          | 224     | 335     | 55      | 219     | 328     | 54      | 218     | 327     |
| 2 ( 2 )                               | 72          | 287     | 431     | 70      | 281     | 422     | 70      | 280     | 420     |
| 1/0 ( 2 )                             | 88          | 352     | 527     | 86      | 344     | 516     | 86      | 343     | 514     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 113         | 450     | 675     | 110     | 441     | 661     | 110     | 438     | 658     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 125         | 500     | 751     | 123     | 490     | 735     | 122     | 488     | 732     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 140         | 561     | 842     | 138     | 550     | 825     | 137     | 548     | 822     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 140         | 561     | 842     | 138     | 550     | 825     | 137     | 548     | 822     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 156         | 623     | 934     | 152     | 610     | 915     | 152     | 608     | 911     |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 174         | 696     | 1044    | 170     | 682     | 1022    | 170     | 680     | 1019    |



## ANEXO No. 4

### FACTOR DE CAIDA DE TENSION [FDV]

### REDES DE DISTRIBUCION PARA BAJA TENSION CON CONDUCTOR AISLADO [KVA-M]

| Calibre<br>Conductor<br>Fase / Neutro | Cobre       |         |         |             |         |         |             |         |
|---------------------------------------|-------------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------|---------|
|                                       | 220 - 127 V |         |         | 208 - 120 V |         |         | 240 - 120 V |         |
|                                       | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C | 3F - 4C | 1F - 2C     | 2F - 3C |
| 10 ( 10 )                             | 21          | 83      | 125     | 19          | 74      | 111     | 19          | 74      |
| 8 ( 8 )                               | 33          | 132     | 197     | 29          | 118     | 176     | 29          | 117     |
| 6 ( 8 )                               | 40          | 161     | 242     | 36          | 144     | 216     | 36          | 144     |
| 6 ( 6 )                               | 52          | 208     | 311     | 46          | 185     | 278     | 46          | 185     |
| 4 ( 6 )                               | 63          | 254     | 380     | 57          | 227     | 340     | 57          | 226     |
| 4 ( 4 )                               | 81          | 325     | 488     | 73          | 291     | 436     | 73          | 290     |
| 2 ( 4 )                               | 99          | 397     | 595     | 89          | 355     | 532     | 89          | 354     |
| 2 ( 2 )                               | 127         | 507     | 760     | 113         | 453     | 680     | 113         | 452     |
| 1/0 ( 2 )                             | 154         | 617     | 926     | 138         | 552     | 828     | 138         | 551     |
| 1/0 ( 1/0 )                           | 196         | 783     | 1,174   | 175         | 700     | 1,050   | 175         | 699     |
| 2/0 ( 2 )                             | 165         | 662     | 993     | 148         | 592     | 888     | 148         | 591     |
| 2/0 ( 1/0 )                           | 214         | 856     | 1284    | 191         | 765     | 1147    | 191         | 764     |
| 2/0 ( 2/0 )                           | 235         | 941     | 1411    | 210         | 841     | 1261    | 210         | 840     |
| 3/0 ( 1/0 )                           | 237         | 946     | 1420    | 211         | 846     | 1269    | 211         | 845     |
| 3/0 ( 2/0 )                           | 263         | 1051    | 1577    | 235         | 940     | 1410    | 235         | 938     |
| 3/0 ( 3/0 )                           | 297         | 1187    | 1780    | 265         | 1061    | 1591    | 265         | 1059    |
| 4/0 ( 1/0 )                           | 255         | 1021    | 1532    | 228         | 913     | 1369    | 228         | 911     |
| 4/0 ( 2/0 )                           | 286         | 1144    | 1717    | 256         | 1023    | 1535    | 255         | 1022    |
| 4/0 ( 4/0 )                           | 362         | 1446    | 2169    | 323         | 1293    | 1939    | 323         | 1291    |
| 250 ( 2/0 )                           | 302         | 1210    | 1815    | 270         | 1081    | 1622    | 270         | 1080    |
| 250 ( 4/0 )                           | 388         | 1552    | 2328    | 347         | 1387    | 2081    | 346         | 1385    |
| 250 ( 250 )                           | 414         | 1657    | 2485    | 370         | 1481    | 2222    | 370         | 1479    |
| 300 ( 2/0 )                           | 319         | 1277    | 1915    | 285         | 1141    | 1712    | 285         | 1140    |
| 300 ( 4/0 )                           | 416         | 1664    | 2496    | 372         | 1488    | 2231    | 371         | 1485    |
| 300 ( 300 )                           | 481         | 1926    | 2888    | 430         | 1721    | 2582    | 430         | 1719    |
| 350 ( 2/0 )                           | 331         | 1326    | 1989    | 296         | 1185    | 1778    | 296         | 1183    |
| 350 ( 4/0 )                           | 437         | 1748    | 2622    | 391         | 1563    | 2344    | 390         | 1560    |
| 350 ( 350 )                           | 539         | 2155    | 3232    | 482         | 1926    | 2889    | 481         | 1923    |



## ANEXO No. 5

### FORMATO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION

#### ALIMENTADORES PRIMARIOS

| <b>ALIMENTADOR PRIMARIO</b>  | <b>PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN<br/>CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE<br/>REDES PRIMARIAS</b> |            |                      |             | <b>ANEXO:<br/>HOJA:</b> |           |                |                |
|------------------------------|--|------------|----------------------|-------------|-------------------------|-----------|----------------|----------------|
| PROVINCIA:                   | CANTÓN:  | PARROQUIA: | BARRIO:              | FECHA:      |                         |           |                |                |
| LONGITUD TOTAL:           km | NUMERO DE CLIENTES:  |            | PROYECTISTA:         |             |                         |           |                |                |
| VOLTAJE NOMINAL:        kV   | No SECCION SICAP:  |            | RESPONSABLE:         |             |                         |           |                |                |
| NÚMERO DE FASES:             | DV DE ARRANQUE:  |            | REVISO:              |             |                         |           |                |                |
| <b>ESQUEMA:</b>              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
| TRAMOS                       | LONGITUD (KM)  | CARGA KVA  | N° FASE/<br>N° COND. | CALIBRE AWG | FDV KVxKM               | MP. KVxKM | DV% PARCIAL    | DV % ACUMULADO |
| A                            | B  | C          | D                    | E           | F                       | G=BxC     | H=G/F          | Í              |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
|                              |  |            |                      |             |                         |           |                |                |
| NOTAS:                       |  |            |                      |             |                         |           | DV MAXIMO: [%] |                |



## ANEXO No. 5

### FORMATO COMPUTO DE CAIDA DE TENSION

#### REDES PARA BAJA TENSION

| <b>REDES</b>                    | <b>PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN</b> |                 |                    |               |                     |                 | <b>ANEXO:</b> |              |                       |               |
|---------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------|---------------------|-----------------|---------------|--------------|-----------------------|---------------|
| <b>SECUNDARIAS</b>              | <b>CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE</b> |                 |                    |               |                     |                 | <b>HOJA:</b>  |              |                       |               |
| PROVINCIA:                      | CANTÓN:                            |                 | PARROQUIA:         |               | BARRIO:             |                 | FECHA:        |              |                       |               |
| C. TRANSFORMACION No.:          |                                    |                 | CATEGORIA ABONADO: |               | NUMERO DE ABONADOS: |                 |               |              |                       |               |
| <b>DATOS DEL TRANSFORMADOR:</b> |                                    |                 | POTENCIA:          |               |                     | PROYECTISTA:    |               |              |                       |               |
| REFERENCIA:                     |                                    |                 | V. NOMINAL A.T.:   |               |                     | RESPONSABLE:    |               |              |                       |               |
| NUMERO DE FASES:                |                                    |                 | V. NOMINAL B.T.:   |               |                     | REVISOR:        |               |              |                       |               |
| <b>ESQUEMA:</b>                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
| TRAMO                           | LONGIT.<br>(M)                     | N° DE<br>CONSU. | KVA DE<br>AP/CE.   | DMD.<br>(KVA) | N°FASES<br>N° CON.  | CALIBRE<br>AWG. | FDV.<br>KVAxM | MP.<br>KVAxM | DV%<br>PARCIAL        | DV %<br>ACUM. |
| A                               | B                                  | C               | D                  | E             | F                   | G               | H             | I=BxE        | J=I/H                 | K             |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
|                                 |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              |                       |               |
| <b>NOTAS:</b>                   |                                    |                 |                    |               |                     |                 |               |              | <b>DV MAXIMO:</b> [%] |               |

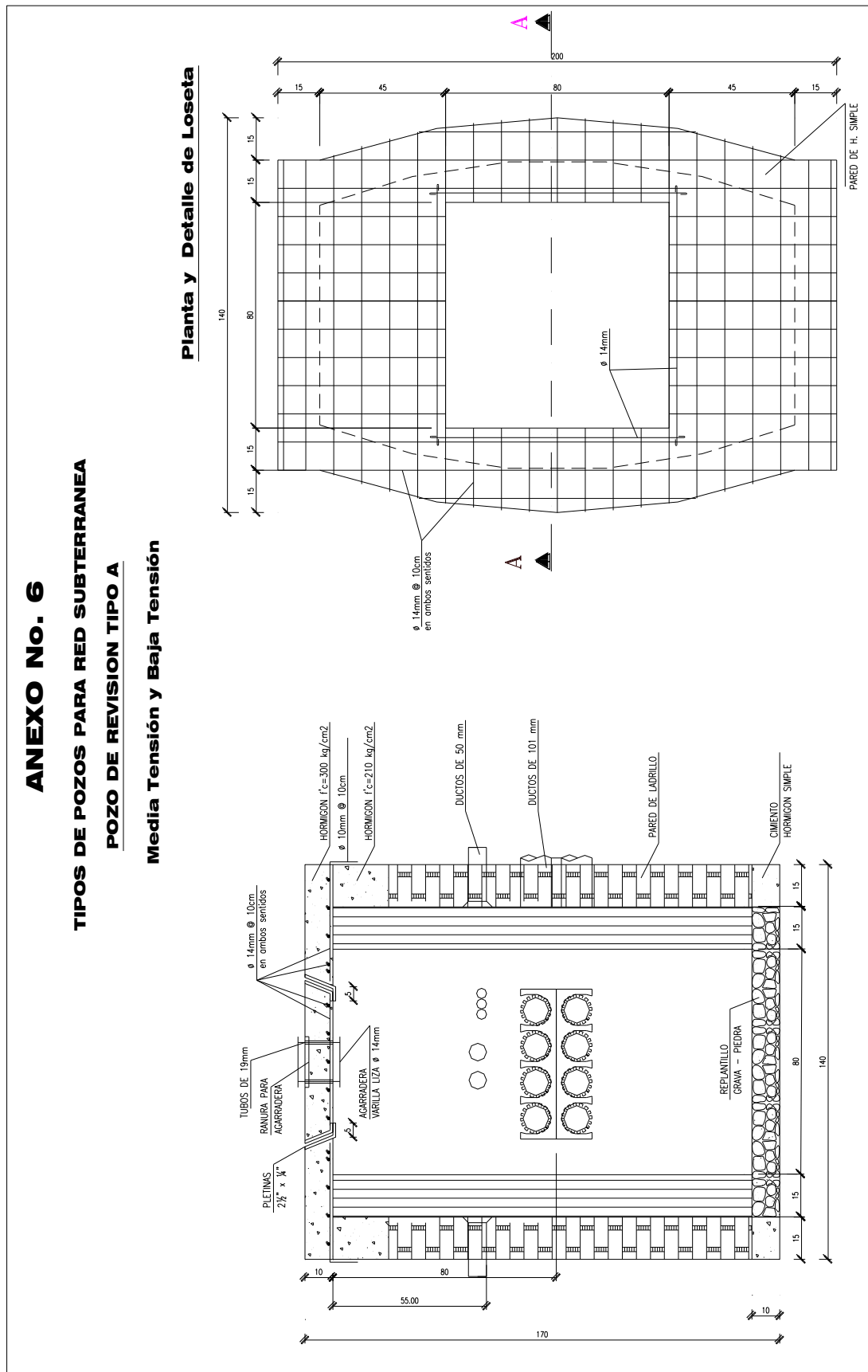


## ANEXO No. 6

### TIPOS DE POZOS PARA RED SUBTERRANEA

#### POZO DE REVISION TIPO A

##### Media Tensión y Baja Tensión

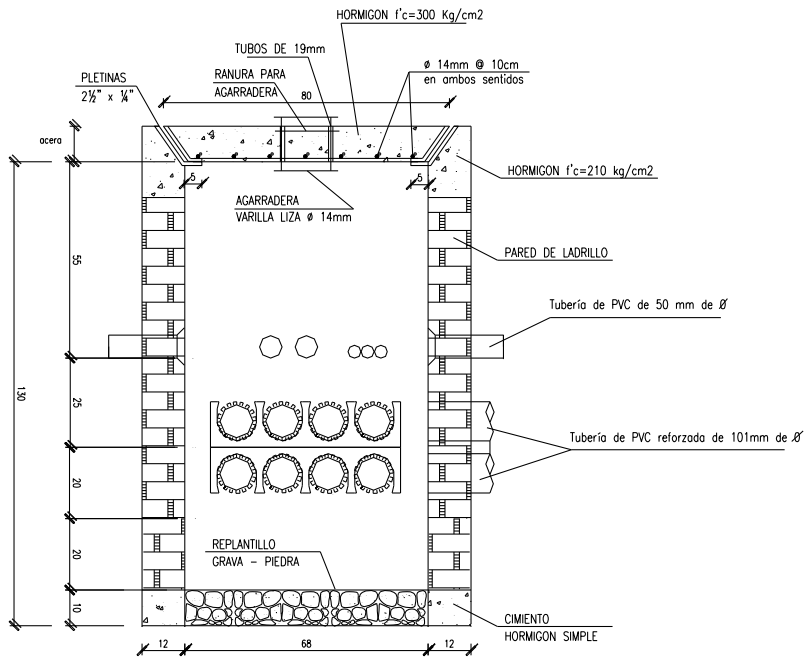


**Planta y Detalle de Loseta**

**ANEXO No. 6**

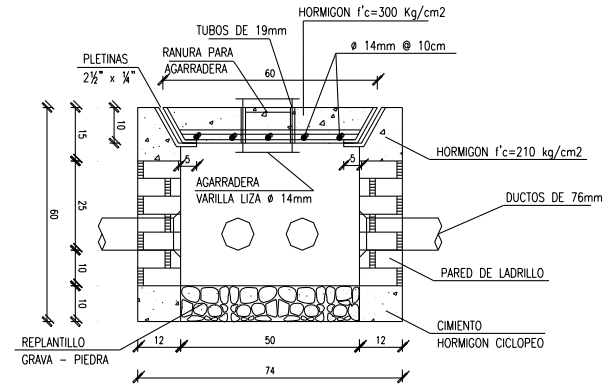
**TIPOS DE POZOS PARA RED SUBTERRANEA**

**Media Tensión y Baja Tensión**

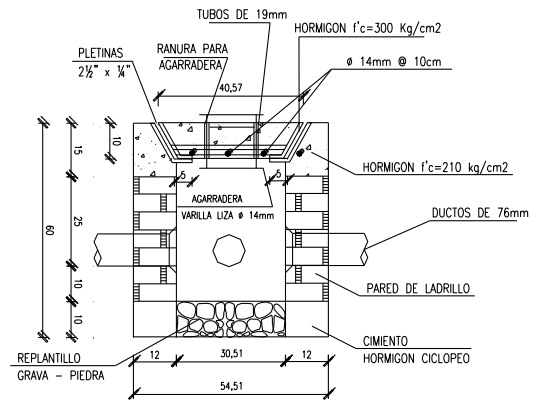


**POZO DE REVISION TIPO B**

**Alumbrado Público, Acometidas y Puestas a Tierra**



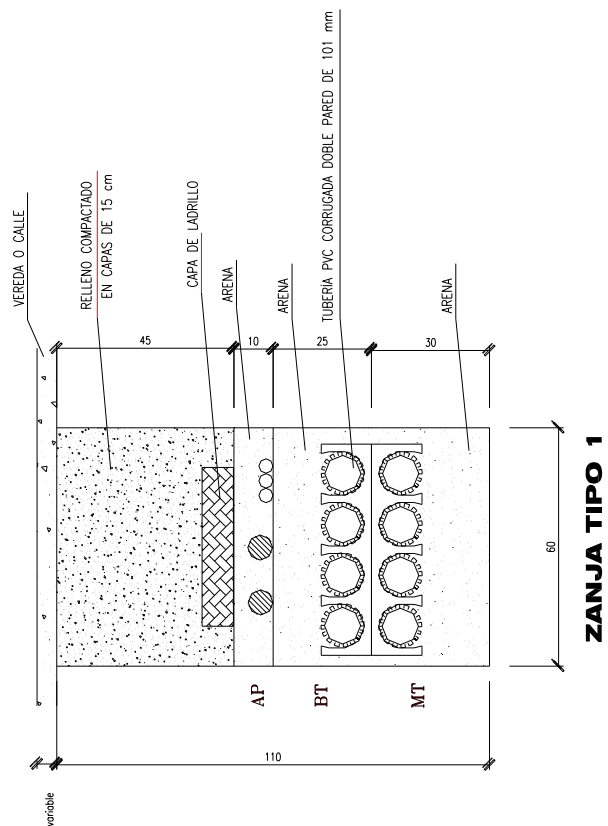
**POZO DE REVISION TIPO C**



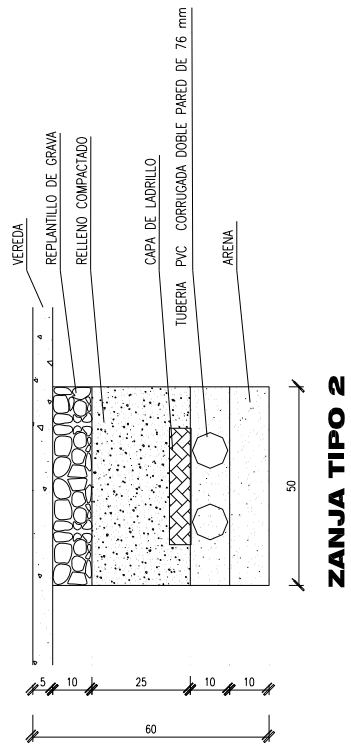
**POZO DE REVISION TIPO D**

## ANEXO No. 7

### TIPOS DE ZANJAS

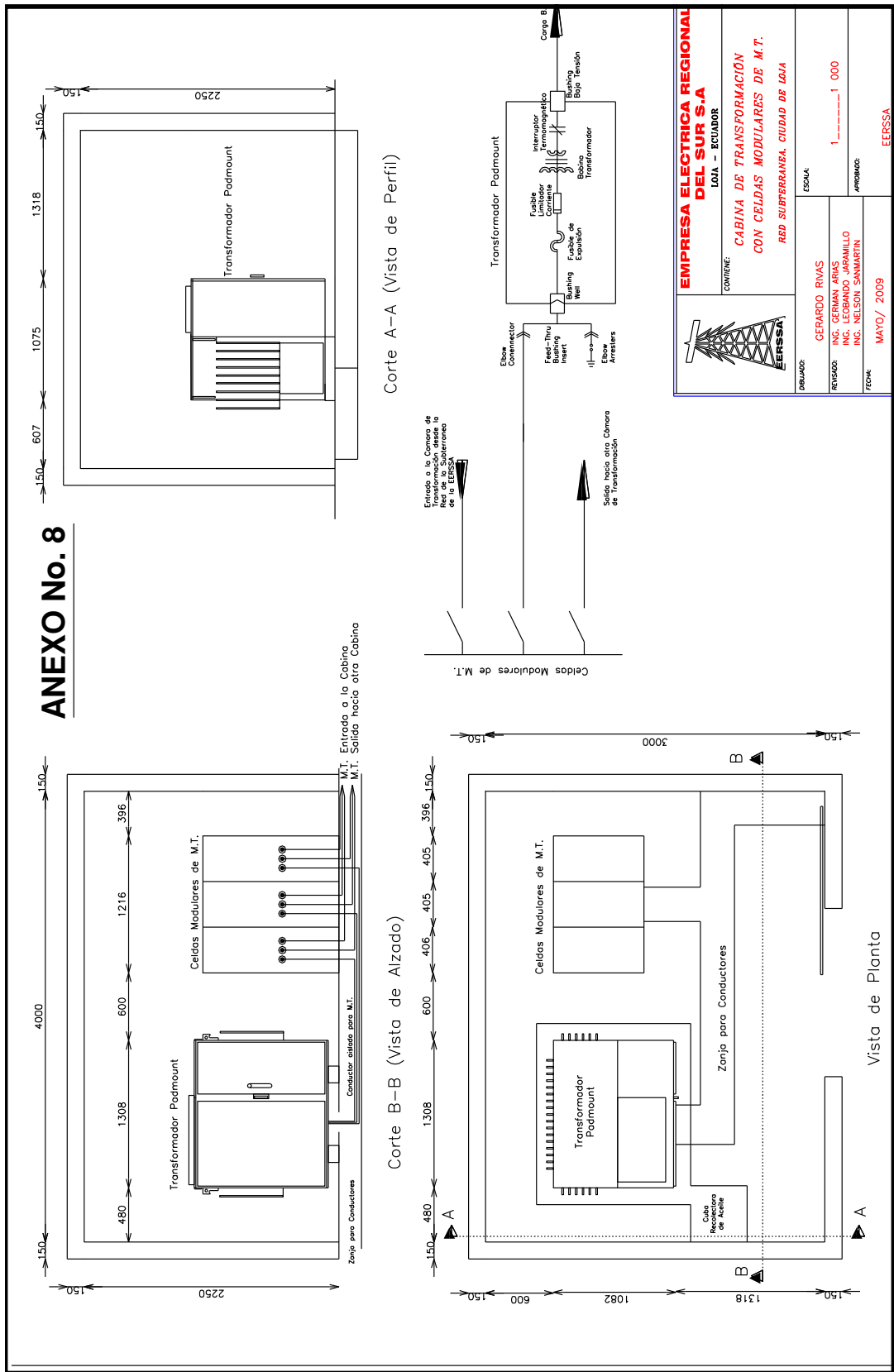


**ZANJA TIPO 1**



**ZANJA TIPO 2**







## ANEXO No. 9

### SISTEMAS DE MEDICION

#### MEDICION EN BAJA TENSION

| SISTEMAS DE MEDICION MONOFASICO |                  |                     |                               |                                   |
|---------------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Potencia Nominal KVA            | Corriente (Arms) | Sistema de Medición | Protección Máxima (Amperios)* | Tipo de Medidor                   |
| 5                               | 20.83            | Directa             | 20                            | Clase 100, Forma 1A, 13A          |
| 10                              | 41.67            | Directa             | 40                            | Clase 100, Forma 1A, 13A          |
| 15                              | 62.50            | Directa             | 60                            | Clase 100, Forma 13A, Tipo A o AR |
| 25                              | 104.17           | Directa             | 100                           | Clase 200, Forma 2S, Tipo ARL     |
| 37.5                            | 156.25           | Directa             | 150                           | Clase 200, Forma 2S, Tipo ARL     |
| 50                              | 208.33           | TC 250/5 A          | 200                           | Clase 20, Forma 4S, Tipo ARL      |
| 75                              | 312.50           | TC 350/5 A          | 300                           | Clase 20, Forma 4S, Tipo ARL      |

\* Interruptor termomagnético caja moldeada

| SISTEMA DE MEDICION POLIFASICA (2 FASES EN SISTEMA TRIFASICO) |                  |               |                     |            |                               |                                   |
|---|------------------|---------------|---------------------|------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Potencia Nominal KVA  | Corriente (Arms) |               | Sistema de Medición |            | Protección Máxima (Amperios)* | Tipo de Medidor Trifásico         |
|   | 220/127 V        | 208/120 V     | 220/127 V           | 208/120 V  |                               |                                   |
| hasta 25  | < 100            | < 100         | Directa             | Directa    | < 100                         | Clase 100, Forma 13A, Tipo A o AR |
| hasta 50  | 100<= I < 200    | 100<= I < 200 | Directa             | Directa    | máximo 200                    | Clase 200, Forma 12S, Tipo ARL    |
| 50  | 227.27           | 240.38        | TC 250/5 A          | TC 250/5 A | R 200-250**                   | Clase 20, Forma 4S, Tipo ARL      |
| 75  | 312.50           | 360.58        | TC 350/5 A          | TC 350/5 A | R 315-400**                   | Clase 20, Forma 4S, Tipo ARL      |

\* Interruptor termomagnético caja moldeada  
\*\* Interruptor termomagnético con disparador de sobrecarga sobre el rango establecido

| SISTEMAS DE MEDICION TRIFASICO |                   |           |                     |            |                               |                                |
|--------------------------------|-------------------|-----------|---------------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Potencia Nominal KVA           | Corriente (A rms) |           | Sistema de Medición |            | Protección Máxima (Amperios)* | Tipo de Medidor Trifásico      |
|                                | 220/127 V         | 208/120 V | 220/127 V           | 208/120 V  |                               |                                |
| 15                             | 39.36             | 41.64     | Directa             | Directa    | 40                            | Clase 100, Forma 16A, Tipo AR  |
| 30                             | 78.73             | 83.27     | Directa             | Directa    | 80                            | Clase 100, Forma 16A, Tipo AR  |
| 45                             | 118.09            | 124.91    | Directa             | Directa    | 125                           | Clase 200, Forma 16S Tipo ARL  |
| 50                             | 131.22            | 138.79    | Directa             | Directa    | R 125-160**                   | Clase 200, Forma 16S, Tipo ARL |
| 75                             | 196.82            | 208.18    | TC 200/5 A          | TC 200/5 A | R 200-250**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARL   |
| 100                            | 262.43            | 277.57    | TC 300/5 A          | TC 300/5 A | R 250-315**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |
| 112.5                          | 295.24            | 312.27    | TC 300/5 A          | TC 300/5 A | R 250-315**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |
| 125                            | 328.04            | 346.97    | TC 350/5 A          | TC 350/5 A | R 315-400**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |
| 150                            | 393.65            | 416.36    | TC 400/5 A          | TC 400/5 A | R 400-500**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |
| 160                            | 419.89            | 444.12    | TC 450/5 A          | TC 450/5 A | R 400-500**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |
| 200                            | 524.86            | 555.14    | TC 600/5 A          | TC 600/5 A | R 500-600**                   | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLCQ |

\* Interruptor termomagnético caja moldeada  
\*\* Interruptor termomagnético con disparador de sobrecarga sobre el rango establecido



## ANEXO No. 9

### SISTEMAS DE MEDICION

#### MEDICION EN MEDIA TENSION

| SISTEMAS DE MEDICION TRIFASICOS |                  |             |                     |             |                               |
|---------------------------------|------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------------------|
| Potencia Nominal KVA            | Corriente (Arms) |             | Sistema de Medición |             | Tipo de Medidor Trifásico     |
|                                 | 22/12.7 KV       | 13,8/7,9 KV | 22/12.7 KV          | 13,8/7,9 KV |                               |
| 250                             | 6.56             | 10.46       | TC 10/5             | TC 10/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 300                             | 7.87             | 12.55       | TC 10/5             | TC 15/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 400                             | 10.50            | 16.73       | TC 10/5             | TC 20/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 500                             | 13.12            | 20.92       | TC 15/5             | TC 20/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 800                             | 20.99            | 33.47       | TC 20/5             | TC 40/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 1000                            | 26.24            | 41.84       | TC 30/5             | TC 45/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 2000                            | 52.49            | 83.67       | TC 60/5             | TC 90/5     | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |
| 4000                            | 104.97           | 167.35      | TC 110/5            | TC 200/5    | Clase 20, Forma 9S, Tipo ARLQ |



## ANEXO No. 10

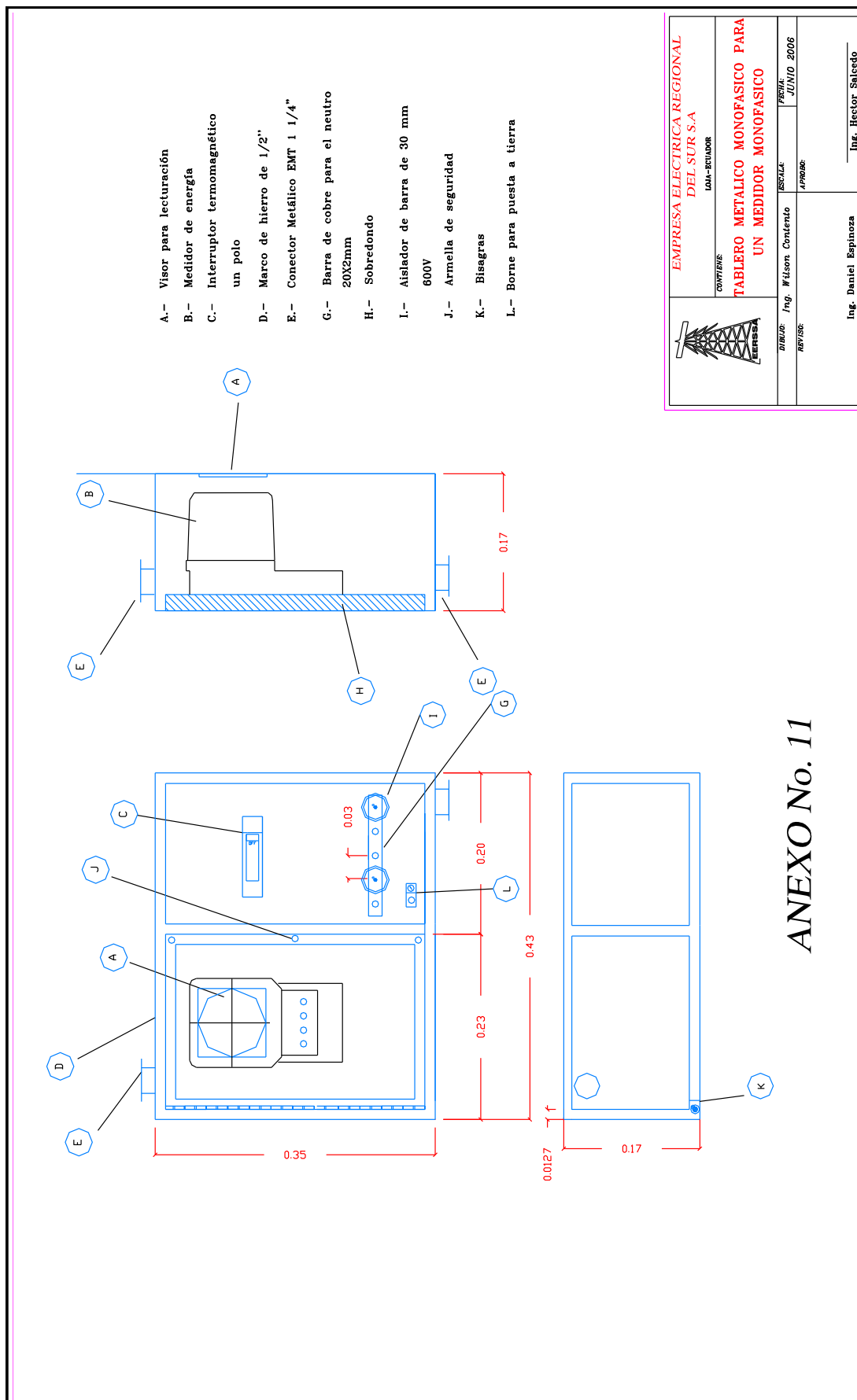
### PLETINAS DE COBRE PARA TABLEROS

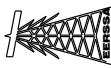
Carga de pletinas de cobre, según DIN 43671

| Ancho x espesor<br>(mm.) | Sección<br>mm <sup>2</sup> | Peso<br>Kgs/m | Carga continua en Amperios |       |                |       |
|--------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|-------|----------------|-------|
|                          |                            |               | Pintadas                   |       | Desnudas       |       |
|                          |                            |               | Nº de pletinas             |       | Nº de pletinas |       |
|                          |                            |               | 1                          | 2     | 1              | 2     |
| 12 x 2                   | 24                         | 0.21          | 125                        | 225   | 110            | 200   |
| 15 x 2                   | 30                         | 0.27          | 155                        | 270   | 140            | 240   |
| 15 x 3                   | 45                         | 0.40          | 185                        | 330   | 170            | 300   |
| 20 x 2                   | 40                         | 0.36          | 205                        | 350   | 185            | 315   |
| 20 x 3                   | 60                         | 0.53          | 245                        | 425   | 220            | 380   |
| 20 x 5                   | 100                        | 0.89          | 325                        | 550   | 290            | 4,590 |
| 25 x 3                   | 75                         | 0.67          | 300                        | 510   | 270            | 460   |
| 25 x 5                   | 125                        | 1.11          | 385                        | 670   | 350            | 600   |
| 30 x 3                   | 90                         | 0.80          | 350                        | 600   | 315            | 540   |
| 30 x 5                   | 150                        | 1.34          | 450                        | 780   | 400            | 700   |
| 40 x 3                   | 120                        | 1.07          | 460                        | 780   | 420            | 710   |
| 40 x 5                   | 200                        | 1.78          | 600                        | 1,000 | 520            | 900   |
| 40 x 10                  | 400                        | 3.56          | 835                        | 1,500 | 750            | 1,350 |
| 50 x 5                   | 250                        | 2.23          | 700                        | 1,200 | 630            | 1,100 |
| 50 x 10                  | 500                        | 4.45          | 1,025                      | 1,800 | 920            | 1,620 |
| 60 x 5                   | 300                        | 2.67          | 825                        | 1,400 | 750            | 1,300 |
| 60 x 10                  | 600                        | 5.34          | 1,200                      | 2,100 | 1,100          | 1,860 |
| 80 x 5                   | 400                        | 3.56          | 1,060                      | 1,800 | 950            | 1,650 |
| 80 x 10                  | 800                        | 7.12          | 1,540                      | 2,600 | 1,400          | 2,300 |
| 100 x 5                  | 500                        | 4.45          | 1,310                      | 2,200 | 1,200          | 2,000 |
| 100 x 10                 | 1000                       | 8.90          | 1,880                      | 3,100 | 1,700          | 2,700 |

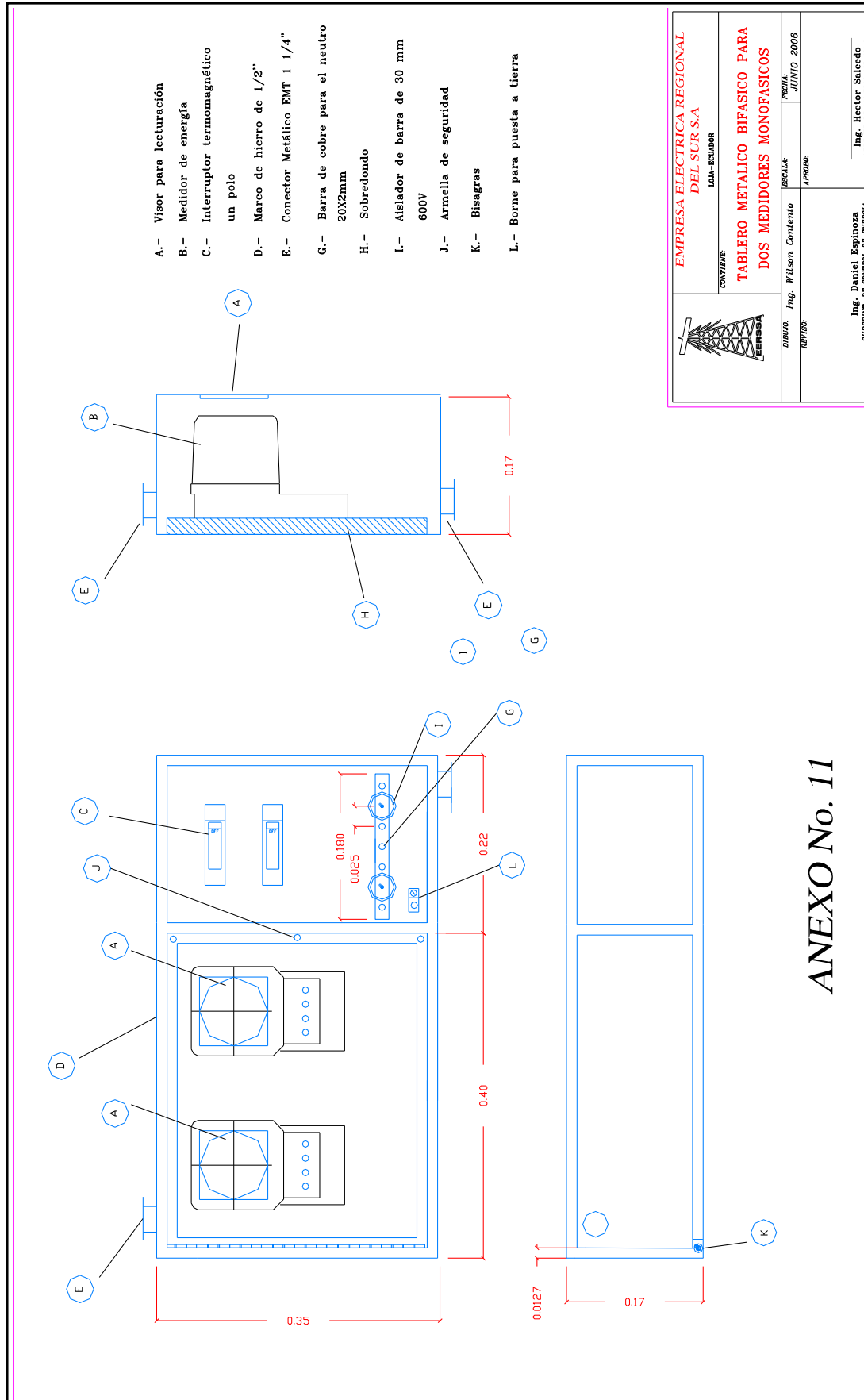
- NOTA:** - Para dimensionar la pletina a utilizar en un tablero de medidores, la corriente determinada por medio de la demanda máxima se incrementará en un 60%.  
 - La separación entre conectores en una misma pletina será mínimo de 3 cm.  
 - Sobre los apoyos entre la pletina y los aisladores no se sobrepondrá los conectores.

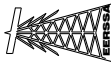




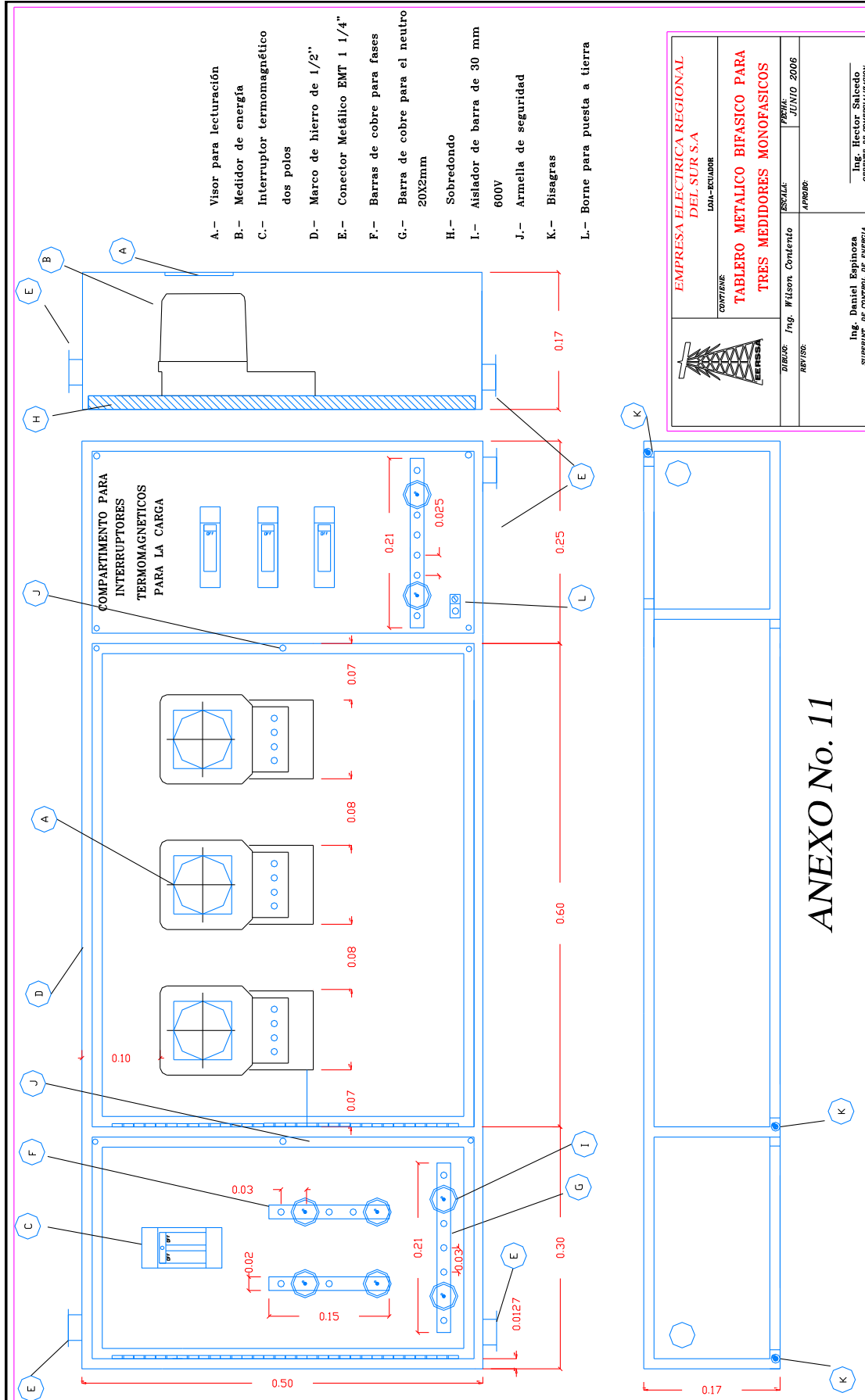
|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A</b><br>LAMA-ECLIDOR |  |
|   | <b>TABLERO METALICO MONOFASICO PARA UN MEDIDOR MONOFASICO</b> |  |
| DIBUJO: Ing. Wilson Contreras<br>REVISOR:   | ESCALA:   | FECHA: JULIO 2006                              |
| Ing. Daniel Espinoza<br>SUPERINT. DE CONTROL DE ENERGIA                             |   | Ing. Hector Salgado<br>GERENTE DE CONSTRUCCION |

ANEXO No. 11

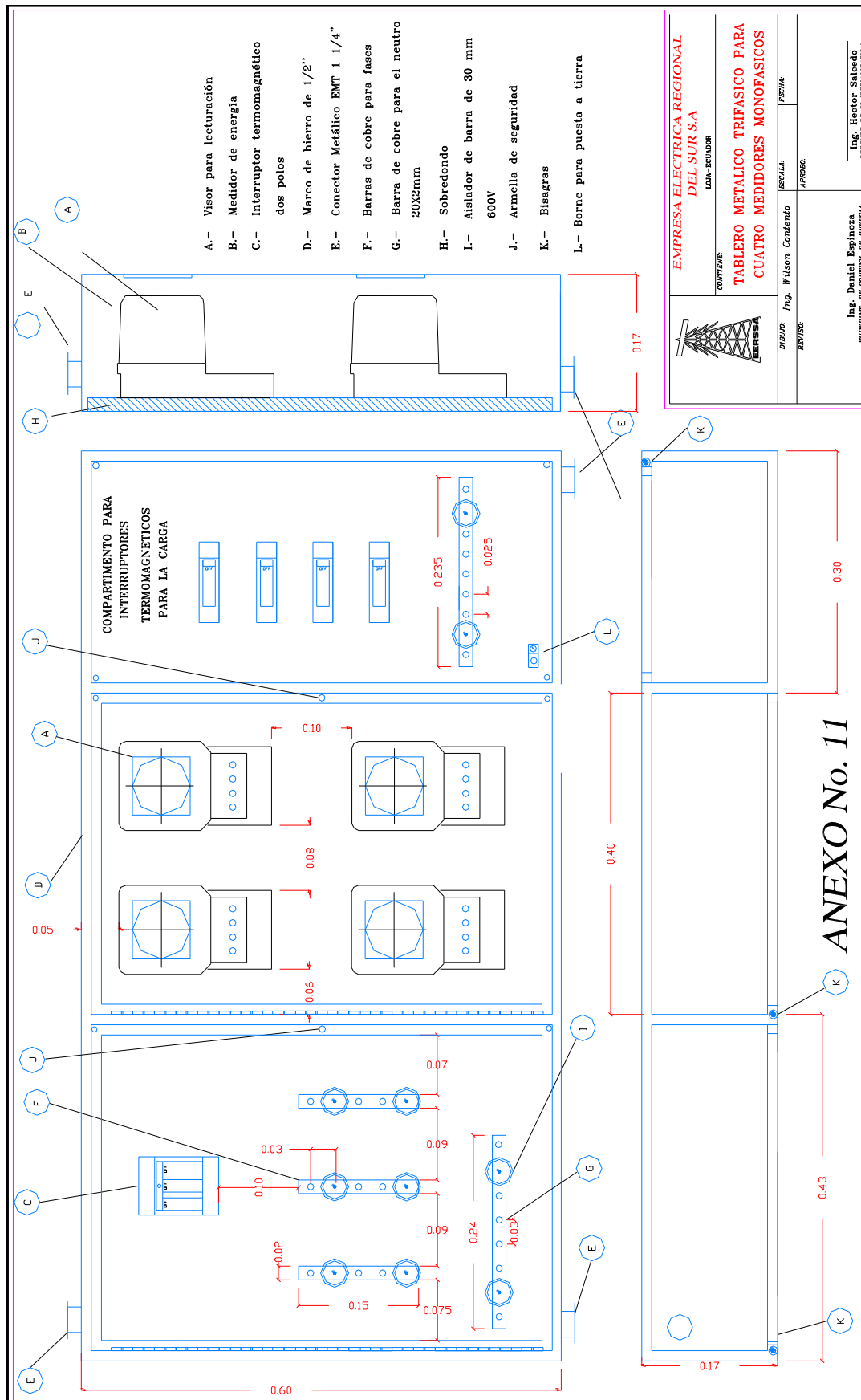


|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A</b><br>LAMA-ECLANOR   |  |
|   | <b>TABLERO METALICO BIFASICO PARA DOS MEDIDORES MONOFASICOS</b> |  |
| DIBUJO: Ing. Wilson Contelmo<br>REVIZO:   | DISEÑAR:<br>APROBAR:  | FECHA:<br>02/JUNIO 2006                            |
| Ing. Daniel Espinoza<br>SUPERINTENDENTE DE CONTROL DE ENERGIA                       |   | Ing. Hector Salcedo<br>GERENTE DE COMERCIALIZACION |

**ANEXO No. 11**







## ANEXO No. 12

### Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de seguridad que deben respetarse entre los conductores aéreos desnudos y las edificaciones, son las que se establecen en la regulación No. CONELEC-002-10 “Distancias de seguridad”<sup>[6]</sup>.

Otras distancias que se deben respetar:

- **Distancia mínima entre conductores de fases:**
  - Fases en disposición horizontal: 0.70 metros
  - Fases en disposición vertical: 1.00 metros
- **Distancia mínima entre los conductores de las fases y sus elementos de sujeción 0.25 metros (con excepción del neutro)**
- En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión mas elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente estará a cargo del constructor la modificación de la línea existente<sup>[9]</sup>.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguna de las estructuras de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomaran las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores aisladores y soportes.

- **Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos:**
  - Cruce entre líneas de 138 kV y 69 kV 3.90 metros
  - Cruce entre líneas de 138 kV y 22 kV 3.40 metros
  - Cruce entre líneas de 138 kV y 13.8 kV 3.30 metros
  - Cruce entre líneas de 138 kV y 240 V 3.10 metros
  - Cruce entre líneas de 69 kV y 22 kV 2.30 metros
  - Cruce entre líneas de 69 kV y 13.8 kV 2.50 metros
  - Cruce entre líneas de 69 kV y 240 V 2.30 metros
  - Cruce entre líneas de 22 kV y 22 kV 2.10 metros
  - Cruce entre líneas de 22 kV y 240 V 1.80 metros
  - Cruce entre líneas de 13.8 kV y 13.8 kV 1.80 metros
  - Cruce entre líneas de 13.8 kV y 240 V 1.60 metros
- **Distancia mínima del conductor mas bajo a la superficie del terreno:**
  - En lugares accesibles sólo a peatones 4,50 metros
  - En laderas no accesibles a vehículos o personas 4,00 metros
  - En lugares con circulación de maquinaria agrícola 6,00 metros
  - A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas 6,00 metros
  - En cruce de calles y avenidas. 7,00 metros
  - En cruce sobre caminos vecinales 5.50 metros

- **Distancias mínimas a terrenos rocosos o árboles aislados:**

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles 2,50 metros
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales 2,50 metros

## ANEXO No. 13

### Cálculo del factor de mantenimiento de las luminarias

El factor de mantenimiento ( $f_m$ ) es la relación entre la luminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (luminancia media de de servicio  $E_{servicio}$ ) y la luminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como iluminación nueva (luminancia media inicial  $E_{inicial}$ ).

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}}$$

El factor de mantenimiento será siempre menor a la unidad y resultará de multiplicar los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de su depreciación:

$$f_m = FDFL * FSL * FDLU$$

Donde:

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

Tabla 1 - Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara

| Tipo de lámpara       | Período de funcionamiento en horas |        |         |          |          |
|-----------------------|------------------------------------|--------|---------|----------|----------|
|                       | 4.000 h                            | 6000 h | 8.000 h | 10.000 h | 12.000 h |
| Sodio de alta presión | 0.98                               | 0.97   | 0.94    | 0.91     | 0.90     |
| Halogenuros metálicos | 0.82                               | 0.78   | 0.76    | 0.76     | 0.73     |
| Vapor de mercurio     | 0.87                               | 0.83   | 0.80    | 0.78     | 0.76     |

Tabla 2 - Factor de supervivencia de la lámpara

| Tipo de lámpara       | Período de funcionamiento en horas |        |         |          |          |
|-----------------------|------------------------------------|--------|---------|----------|----------|
|                       | 4.000 h                            | 6000 h | 8.000 h | 10.000 h | 12.000 h |
| Sodio de alta presión | 0.98                               | 0.96   | 0.94    | 0.92     | 0.89     |
| Halogenuros metálicos | 0.98                               | 0.97   | 0.94    | 0.92     | 0.88     |
| Vapor de mercurio     | 0.93                               | 0.91   | 0.87    | 0.82     | 0.76     |

Tabla 3 - Factor de depreciación de la luminaria

| Grado protección sistema óptico | Gado de contaminación | Intervalo de limpieza en años |          |        |          |        |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|--------|----------|--------|
|                                 |                       | 1 año                         | 1.5 años | 2 años | 2.5 años | 3 años |
| IP 6x                           | Alto                  | 0.91                          | 0.90     | 0.88   | 0.85     | 0.83   |
|                                 | Medio                 | 0.92                          | 0.91     | 0.89   | 0.88     | 0.87   |
|                                 | Bajo                  | 0.93                          | 0.92     | 0.91   | 0.90     | 0.90   |

A los efectos de cálculo del  $f_m$ , 1 año equivalente a 4.000 h de funcionamiento



## **NORMAS TECNICAS**

### **INDICE GENERAL**

|   | <b>PAGINA</b> |
|---|---------------|
| <b>CAPITULO I:       GENERALIDADES</b>  | 1             |
| <b>CAPITULO II:       <u>CONTENIDO DEL DISEÑO</u></b>   | 2             |
| <b>CAPITULO III:      <u>CRITERIOS DE DISEÑO</u></b>  |               |
| 3.1. Nivel de aislamiento   | 4             |
| 3.2. Cálculo de la demanda de diseño  | 4             |
| 3.2.1. Demanda Máxima Proyectada para edificaciones, centros comerciales, talleres y fábricas | 4             |
| 3.2.2. Demanda Máxima Unitaria Proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales   | 5             |
| 3.2.3. Demanda Máxima Proyectada, Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales            | 5             |
| 3.3. Capacidad de los transformadores   | 6             |
| 3.3.1. Transformadores para edificaciones, centros comerciales, talleres o fábricas           | 6             |
| 3.3.2. Transformadores para Proyectos de Urbanizaciones, Lotizaciones y proyectos rurales     | 7             |
| 3.4. Cálculo de Caída de Tensión  | 8             |
| 3.4.1. Caída de Tensión Admisible para red primaria   | 8             |
| 3.4.2. Caída de Tensión Admisible para red secundaria   | 8             |
| <b>CAPITULO IV:      <u>DISEÑO DE LINEAS Y REDES AEREAS PARA MEDIA TENSIÓN</u></b>            |               |
| 4.1. Ruta   | 10            |
| 4.2. Diseño eléctrico   | 10            |
| 4.2.1. Determinación del conductor  | 10            |
| 4.2.2. Protecciones   | 11            |
| 4.2.3. Derivaciones de alimentadores primarios o redes de distribución                        | 11            |
| 4.3. Diseño mecánico  | 11            |
| 4.3.1. Cálculo del Esfuerzo útil del poste  | 12            |
| 4.3.1. Vano vs tipo de estructura   | 14            |
| 4.3.2. Amortiguadores   | 15            |
| <b>CAPITULO V:       <u>REDES AEREAS PARA BAJA TENSION Y ACOMETIDAS</u></b>                   |               |
| 5.1 Conductores   | 14            |

|  | <b>PAGINA</b>                     |    |
|--|-----------------------------------|----|
| 5.2  | Baja tensión                      | 14 |
| 5.3.   | Acometidas                        | 15 |
| <br><b>CAPITULO VI:      <u>REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEAS</u></b>               |                                   |    |
| 6.1.   | Media tensión                     | 18 |
| 6.1.1.   | Acometida                         | 18 |
| 6.1.2  | Cabinas de transformación         | 19 |
| 6.2.   | Acometida en baja tensión         | 20 |
| 6.3.   | Obras civiles                     | 21 |
| 6.3.1  | Pozos de revisión                 | 21 |
| 6.3.2  | Zanjas                            | 21 |
| <br><b>CAPITULO VII:     <u>ALUMBRADO PUBLICO</u></b>                                |                                   |    |
| 7.1.   | Definiciones                      | 22 |
| 7.2.   | Eficiencia Energética             | 23 |
| 7.3.   | Propósito del alumbrado público   | 24 |
| 7.3.1.   | Alumbrado de vías                 | 25 |
| 7.3.2.   | Alumbrado de áreas conflictivas   | 27 |
| 7.3.3.   | Alumbrado de vías para peatones   | 28 |
| 7.4.   | Especificaciones de luminarias    | 29 |
| 7.4.1.   | Marcadores e indicadores          | 29 |
| 7.4.2.   | Fotometría                        | 29 |
| 7.4.3.   | Aspectos constructivos            | 30 |
| 7.5.   | Esquemas de control               | 30 |
| 7.5.1.   | En redes subterráneas             | 30 |
| 7.5.2.   | En redes aéreas                   | 31 |
| 7.6.   | Caídas de tensión por alumbrado   | 31 |
| 7.7.   | Alumbrado de parques              | 31 |
| <br><b>CAPITULO VIII:   <u>MEDICION Y CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA</u></b>      |                                   |    |
| 8.1  | Medición                          | 33 |
| 8.2  | Corrección del factor de potencia | 34 |
| 8.3.   | Cargas fluctuantes                | 34 |
| <br><b>CAPITULO IX:     <u>PUESTAS A TIERRA</u></b>                                  |                                   |    |
| 9.1  | Puestas a tierra                  | 35 |
| <br><b>CAPITULO X:      <u>TENSORES, POSTES DE HORMIGON ARMADO Y MISCELÁNEOS</u></b> |                                   |    |
| 10.1   | Tensores                          | 36 |
| 10.2   | Postes                            | 36 |

|  | <b>PAGINA</b> |
|--|---------------|
| 10.3 Misceláneos   | 37            |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>  | <b>38</b>     |
| <b>ANEXOS:</b>   |               |
| <b>Anexo No. 1: Acta de condicionamientos básicos del proyecto</b>                         | <b>39</b>     |
| <b>Anexo No. 2: Simbología</b>   | <b>40</b>     |
| <b>Anexo No. 3: Demandas máximas proyectadas</b>   | <b>41</b>     |
| <b>Anexo No. 4: Factor de caída de tensión FDV</b>   |               |
| Alimentadores Primarios  | 42            |
| Redes de distribución aérea para baja tensión<br>, con conductor de aluminio desnudo       | 43            |
| Redes de distribución aérea para baja tensión<br>, con conductor preensamblado de aluminio | 44            |
| Redes de distribución para baja tensión<br>, con conductor aislado                         | 45            |
| <b>Anexo No. 5: Formato para cómputo de caída de tensión</b>                               |               |
| Alimentadores Primarios  | 46            |
| Redes Secundarias  | 47            |
| <b>Anexo No. 6: Tipos de pozos para red subterránea</b>                                    |               |
| Pozo tipo "A"  | 48            |
| Pozo tipo "B" y "C"  | 49            |
| <b>Anexo No. 7: Tipos de zanjas para red subterránea</b>                                   | <b>50</b>     |
| <b>Anexo No. 8: Cabinas de transformación para red subterránea</b>                         |               |
| Cabina de transformación con junction  | 51            |
| Cabina de transformación con celdas modulares  | 52            |
| <b>Anexo No. 9: Sistemas de medición</b>   |               |
| Baja Tensión monofásica, bifásica y trifásica  | 53            |
| Media Tensión  | 54            |
| <b>Anexo No. 10: Pletinas de cobre para tableros de medidores</b>                          | <b>55</b>     |
| <b>Anexo No. 11: Tablero metálico para Medidores</b>                                       |               |
| Tablero monofásico, un medidor   | 56            |
| Tablero monofásico, dos medidores  | 57            |
| Tablero monofásico, tres medidores   | 58            |
| Tablero monofásico, cuatro medidores   | 59            |
| Tablero trifásico, cuatro medidores  | 60            |
| <b>Anexo No. 12: Distancias mínimas de seguridad</b>                                       | <b>61</b>     |
| <b>Anexo No. 13: Cálculo del factor de mantenimiento</b>                                   | <b>63</b>     |