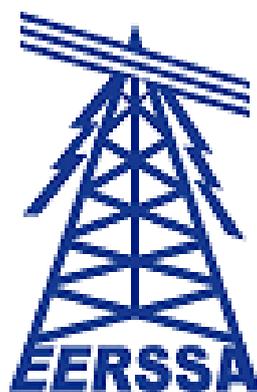


EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A.
Desde 1897, con ENERGÍA desarrolla e ilumina su futuro.



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

Enero - 2012

CAPITULO I

GENERALIDADES ^[1]

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”**^[7], la Regulación de **“Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución”**^[6], el documento **“Homologación y Estandarización de las Unidades de Propiedad y Unidades Constructivas del Sistema de Distribución Eléctrica”**^[2] 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 ^[1]

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:

Nivel de Tensión	Nivel de aislamiento BIL
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 ²]	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 _p	=	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 ^[2].

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 ^[2], 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_T = 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 ^[2].

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 ^[1]

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/mm²]

T_1 = tensión unitaria, condición inicial	[Kg/mm ²]
θ_1 = temperatura inicial del cable	[°C]
θ_2 = temperatura final del cable	[°C]
ω = peso del cable o peso aparente del cable en condiciones de carga del viento.	[Kg/(m x mm ²)]
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 ²]
α = 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.
- ϕ_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.
- α = 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**"^[2], 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:

Longitud Vano [metros]	Número Amortiguadores por cada conductor
$450 < a < 600$	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** ^[1]

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”** ^[2], 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:

Sector urbano:	30 metros.
Sector rural:	60 metros.

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 m² 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 primeros 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 ^[1]

7.1 DEFINICIONES:

Candela (cd): es la intensidad luminosa, en una dirección dada, que emite una fuente de radiación monocromática, de frecuencia 540×10^{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 (Φ): 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 (cd/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_L): 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:

ε = 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:

ε_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 (ε_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 ^[4]:

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 (cd/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 ^[3].

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. Densidad de tráfico y diagramas de complejidad de vía ⁽¹⁾ Alto Mediano Bajo	M1 M2 M3
Vías de alta velocidad, vías de autopistas dobles. Control de tráfico ⁽²⁾ y separación ⁽³⁾ de diferentes tipos de usuarios de vías ⁽⁴⁾ Malo Bueno	M1 M2
Vías importantes de tráfico urbano, vías radiales, zona distribuidora de vías. Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías: Malo Bueno	M2 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. Control de tráfico y separación de diferentes tipos de usuarios de vías: Malo Bueno	M4 M5

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

⁽²⁾ 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)

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

⁽⁴⁾ Automóviles, camiones, vehículos livianos buses, ciclistas y peatones.

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

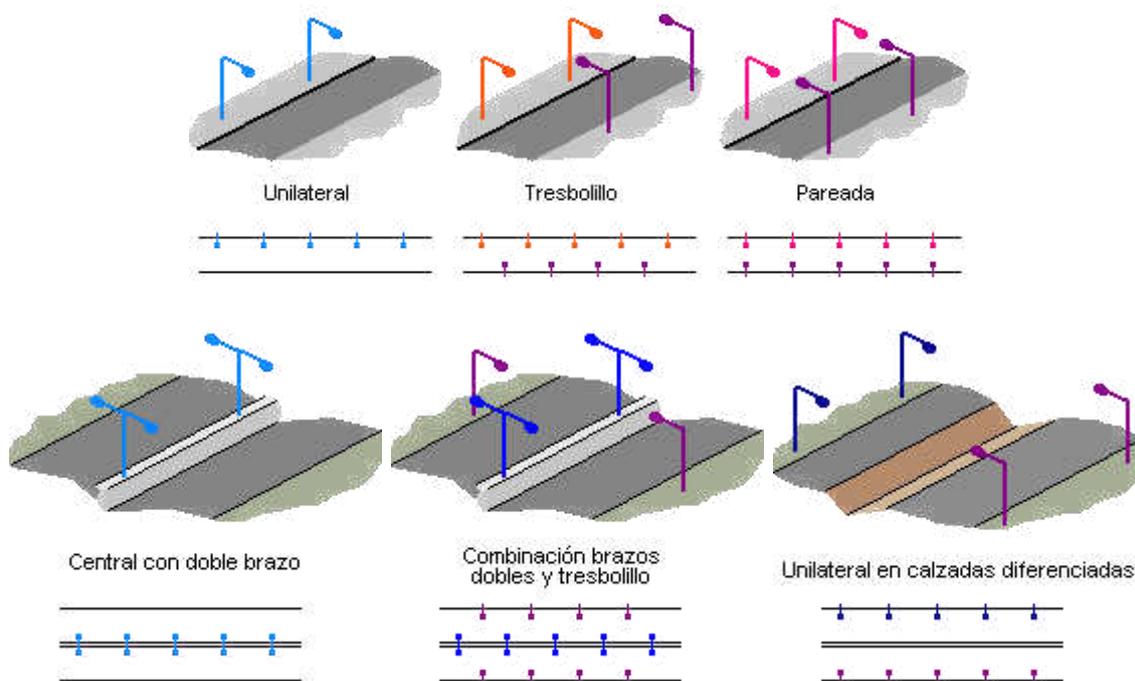
Criterios admitidos para la selección del tipo de vía.

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 ²) Mantenimiento o Mínimo	U ₀ Mínimo	TI % Máximo	U _L Mínimo	SR 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: 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: Simple Complejo	C (N) = M (N) C (N) = M (N-1)
Redondeles sin señales: Complejos o grandes Medianamente complejos Simples o pequeños	C1 C2 C3
Áreas de espera (fila – cola) Complejos o grandes Medianamente complejos Simples o pequeños	C1 C2 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 ^[3].

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. 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. 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) 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 ^[4].

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 ^[2] 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 ^[1]

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 ^[1]

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 ^[1]

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

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

ALIMENTADOR PRIMARIO	PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN CÓMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE REDES PRIMARIAS				ANEXO: HOJA:			
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:					
ESQUEMA:								
TRAMOS	LONGITUD (KM)	CARGA KVA	N° FASE/ 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: [%]	

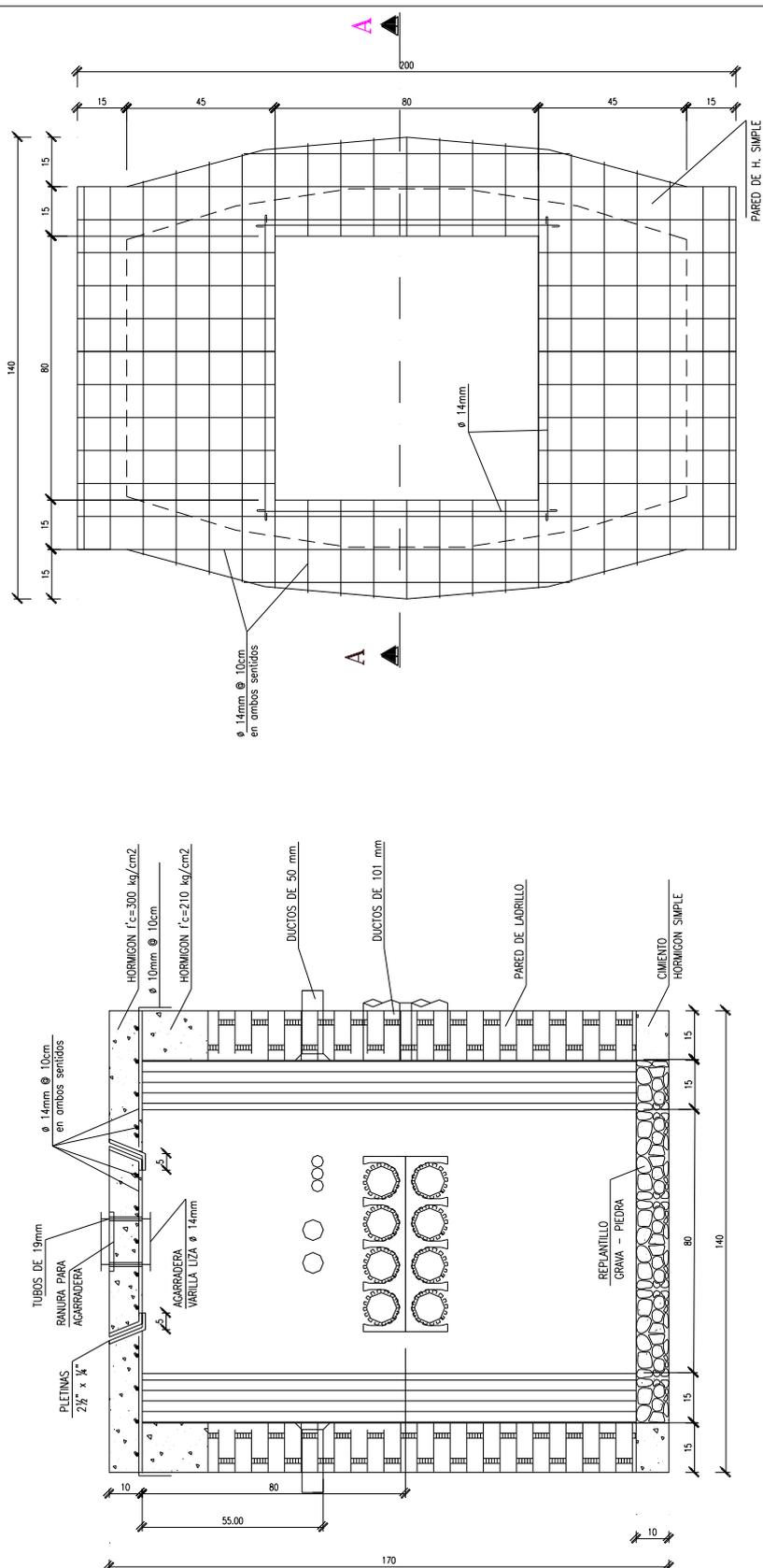
ANEXO No. 6

TIPOS DE POZOS PARA RED SUBTERRANEA

POZO DE REVISION TIPO A

Media Tensión y Baja Tensión

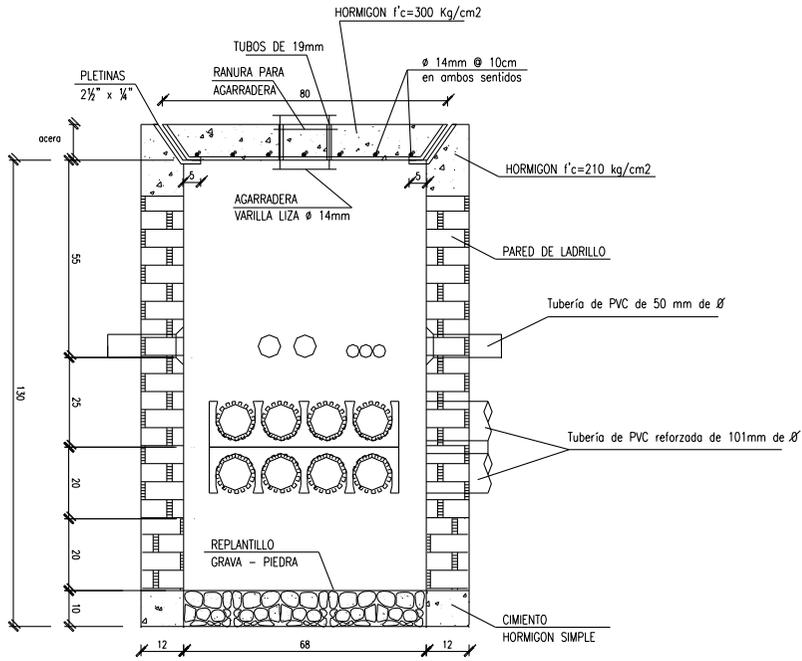
Planta y Detalle de Loseta



ANEXO No. 6

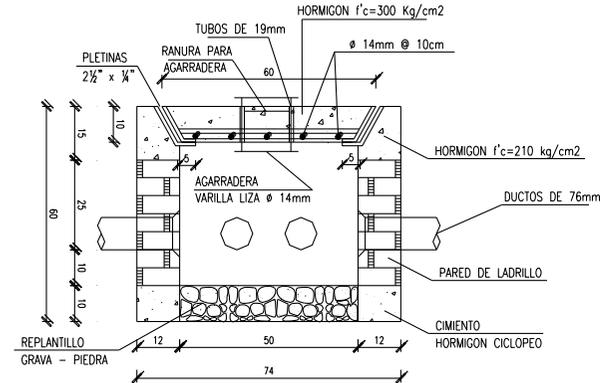
TIPOS DE POZOS PARA RED SUBTERRANEA

Media Tensión y Baja Tensión

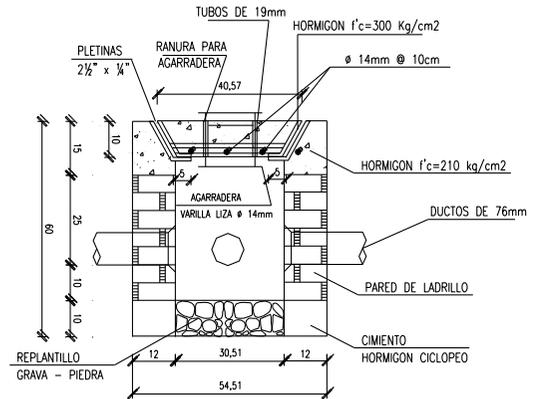


POZO DE REVISION TIPO B

Alumbrado Público, Acometidas y Puestas a Tierra



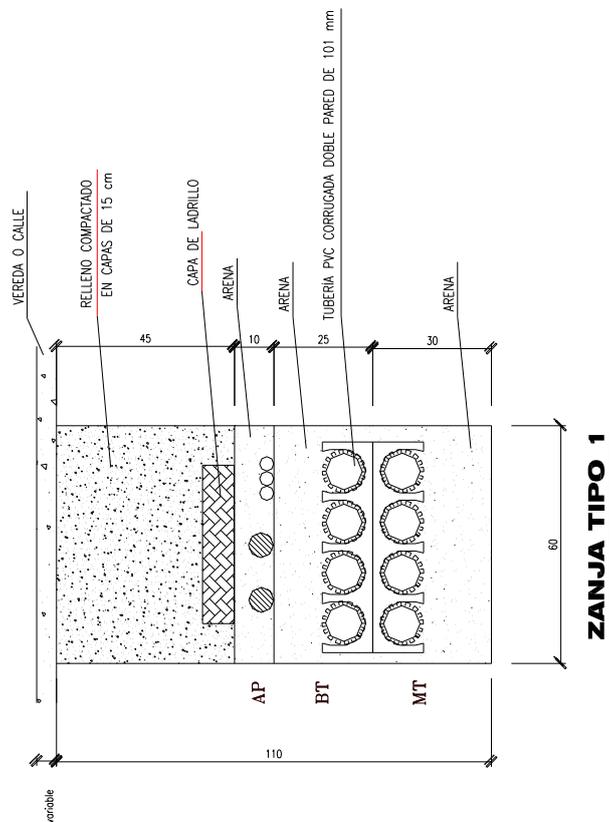
POZO DE REVISION TIPO C



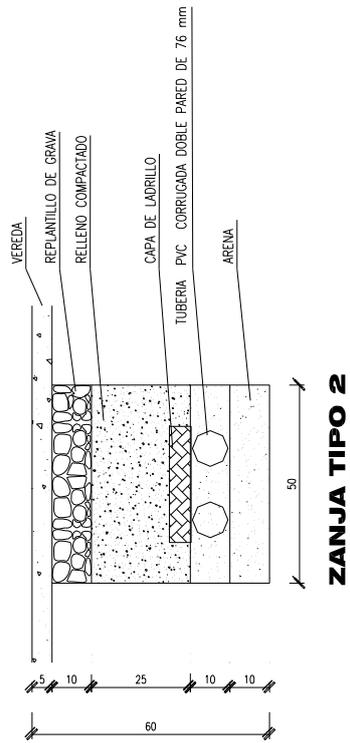
POZO DE REVISION TIPO D

ANEXO No. 7

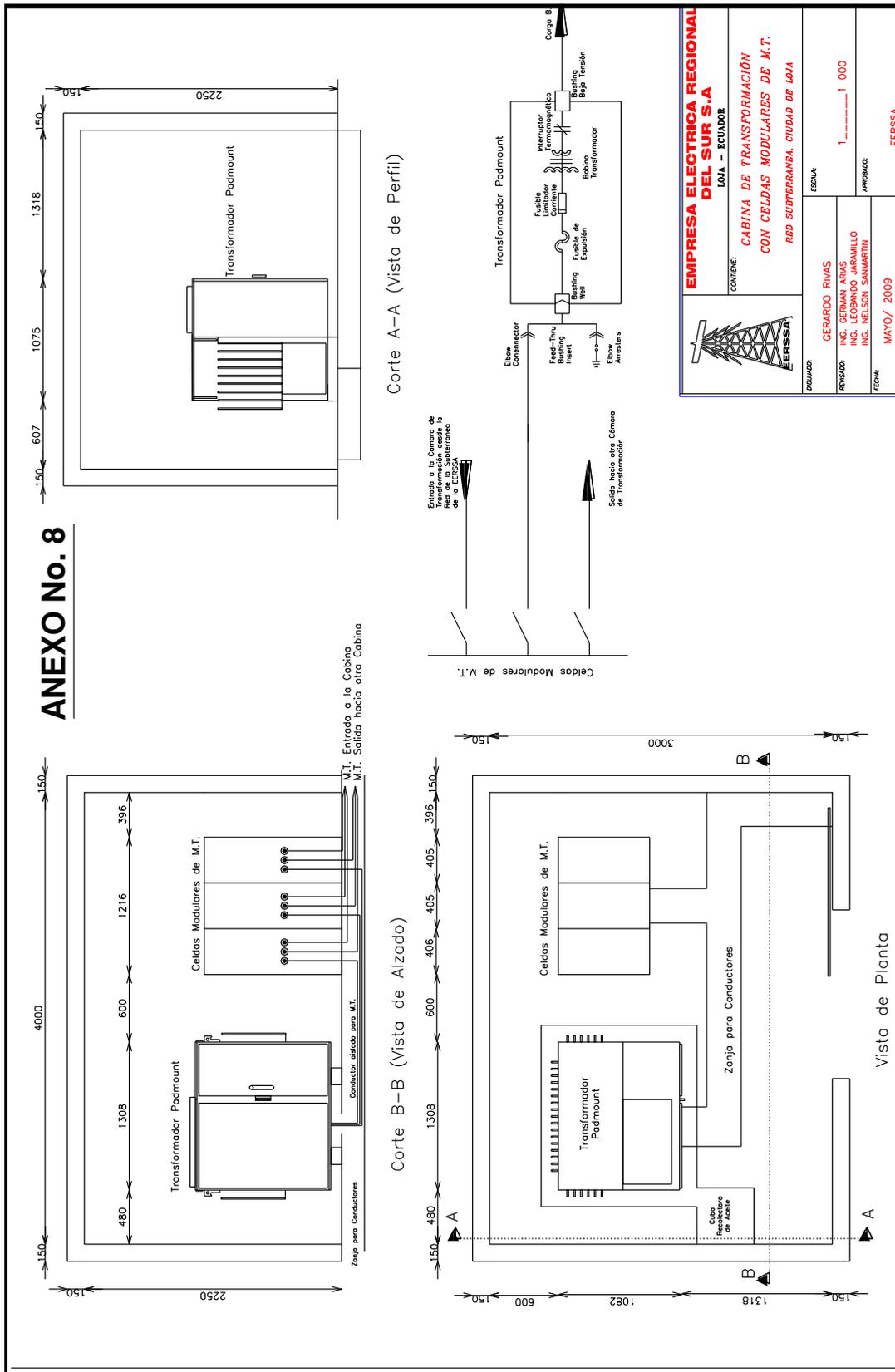
TIPOS DE ZANJAS



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



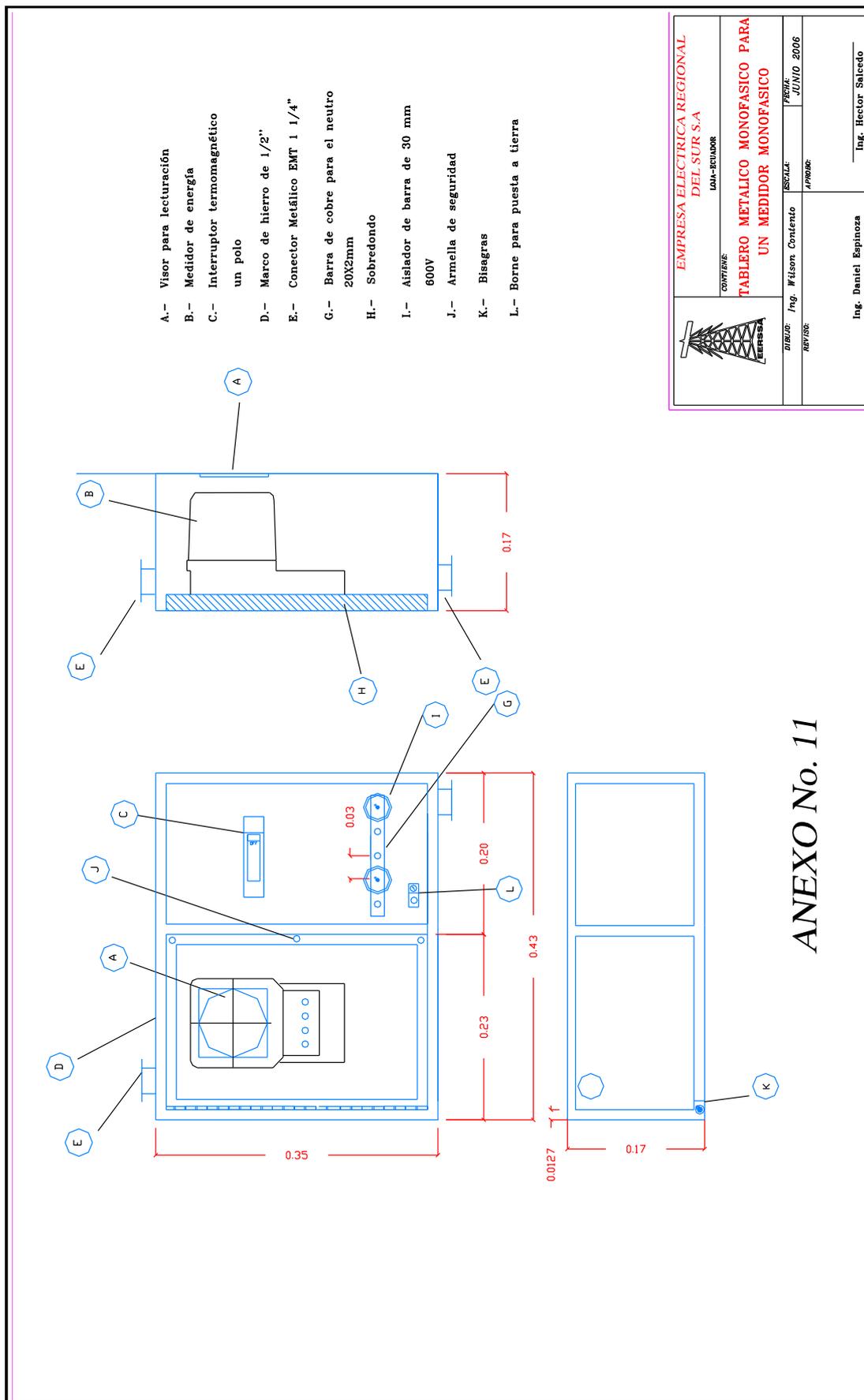
ANEXO No. 10

PLETINAS DE COBRE PARA TABLEROS

Carga de pletinas de cobre, según DIN 43671

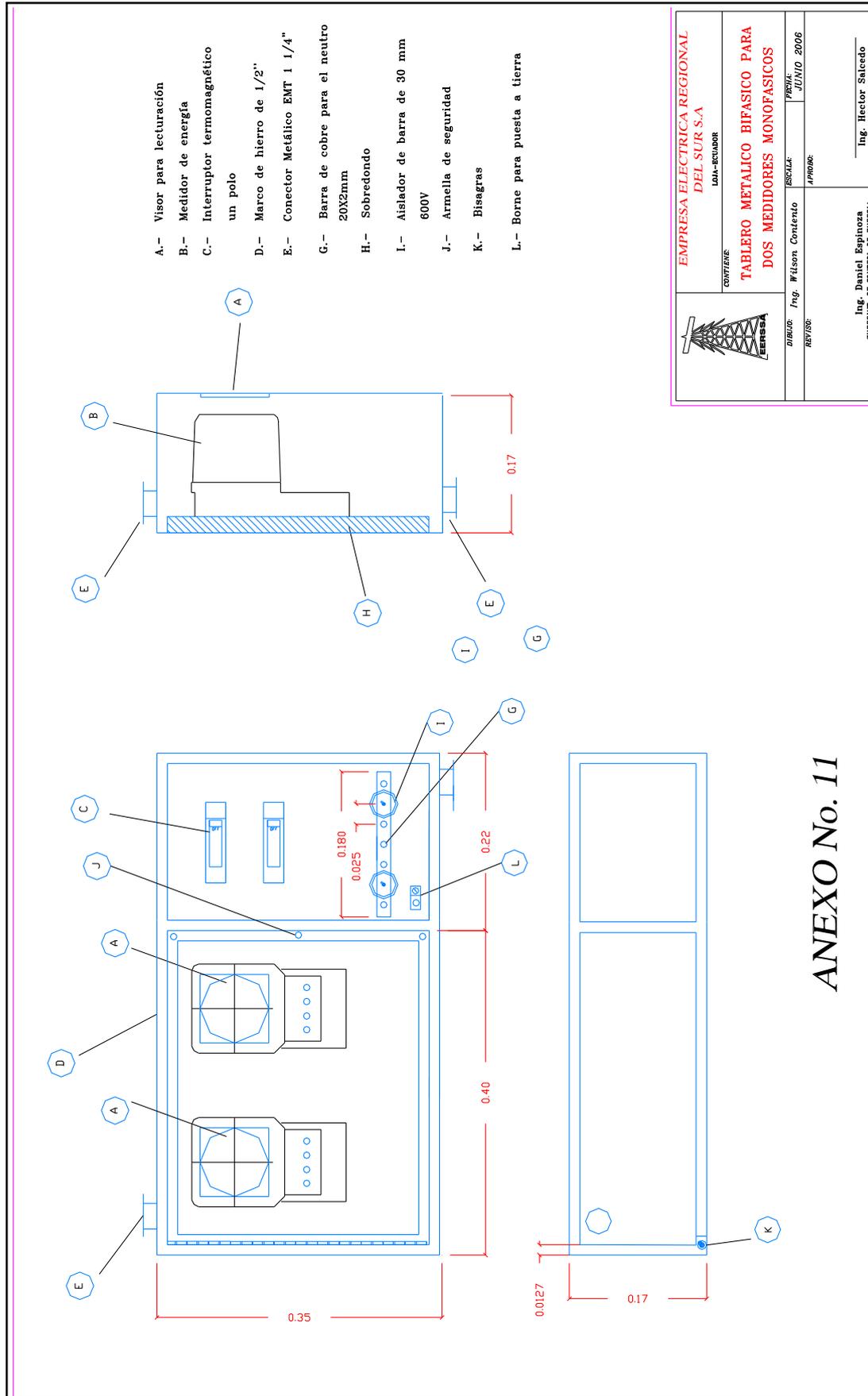
Ancho x espesor (mm.)	Sección mm ²	Peso Kgs/m	Carga continua en Amperios			
			Pintadas		Desnudas	
			Nº de pletinas		Nº de pletinas	
			1	2	1	2
12 x 2	24	0.21	125	225	110	200
15 x 2	30	0.27	155	270	140	240
15 x 3	45	0.40	185	330	170	300
20 x 2	40	0.36	205	350	185	315
20 x 3	60	0.53	245	425	220	380
20 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

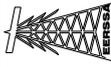
- NOTA:** - Para dimensionar la pletina a utilizar en un tablero de medidores, la corriente determinada por medio de la demanda máxima se incrementará en un 60%.
 - La separación entre conectores en una misma pletina será mínimo de 3 cm.
 - Sobre los apoyos entre la pletina y los aisladores no se sobrepondrá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



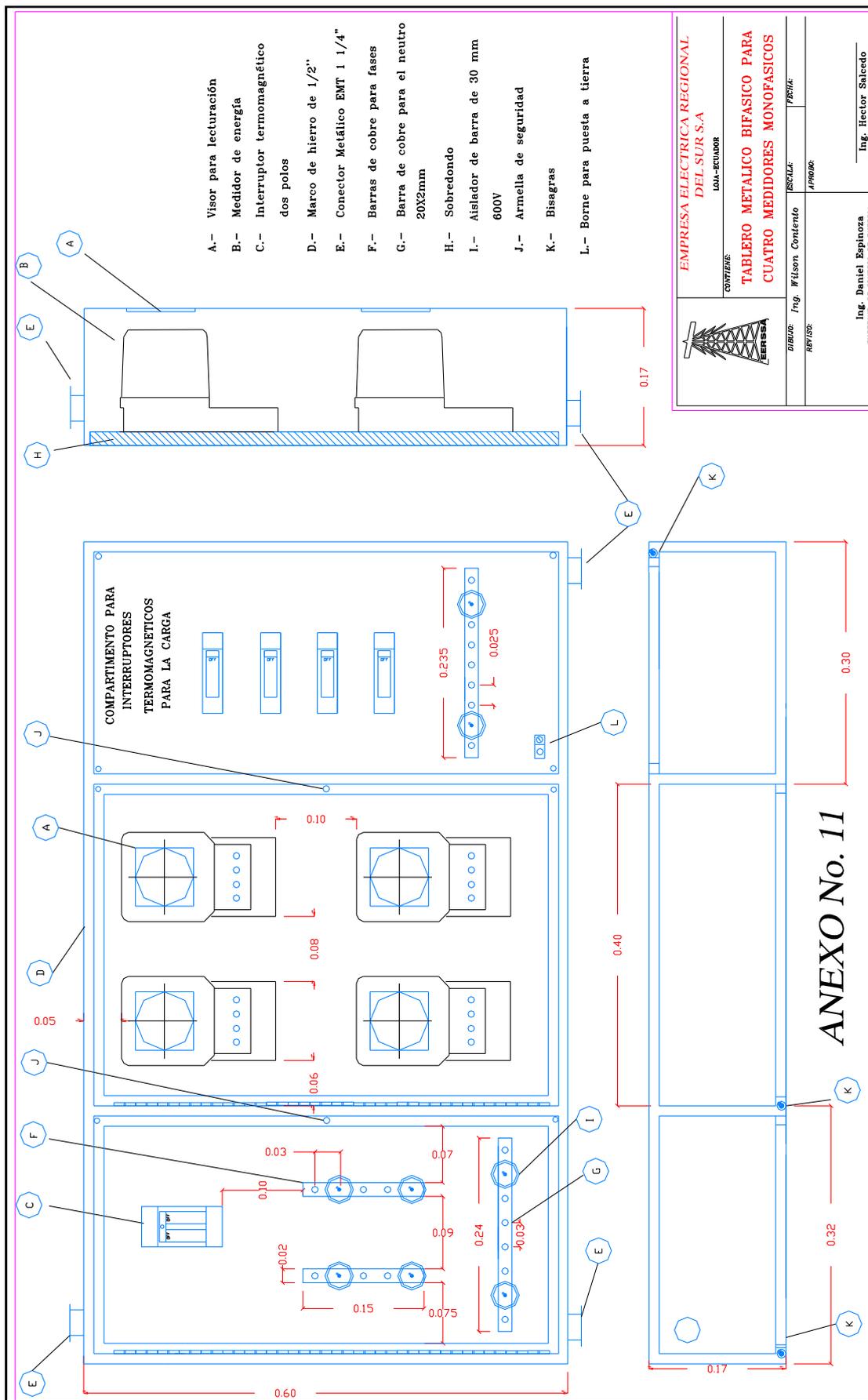
	EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A LAMA-ECLIDOR	
	TABLERO METALICO MONOFASICO PARA UN MEDIDOR MONOFASICO	
DIBUJO: Ing. Wilson Contreras REVISOR:	ESCALA:	FECHA: JULIO 2006
Ing. Daniel Espinoza SUPERINT. DE CONTROL DE ENERGIA		Ing. Hector Salgado GERENTE DE CONSTRUCCION

ANEXO No. 11



		EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. LAMA-ECLANOR	
TABLERO METALICO BIFASICO PARA DOS MEDIDORES MONOFASICOS			
DIBUJO: Ing. Wilson Contelmo REVIZO:	DISEÑO:	FECHA: 02/JUNIO 2006	APROBÓ:
Ing. Daniel Espinoza SUPERINTENDENTE DE CONTROL DE ENERGIA		Ing. Hector Salcedo 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”^[6].

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^[9].

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

	PAGINA
CAPITULO I: GENERALIDADES	1
CAPITULO II: <u>CONTENIDO DEL DISEÑO</u>	2
CAPITULO III: <u>CRITERIOS DE DISEÑO</u>	
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
CAPITULO IV: <u>DISEÑO DE LINEAS Y REDES AEREAS PARA MEDIA TENSIÓN</u>	
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
CAPITULO V: <u>REDES AEREAS PARA BAJA TENSION Y ACOMETIDAS</u>	
5.1 Conductores	14

	PAGINA	
5.2	Baja tensión	14
5.3.	Acometidas	15
 CAPITULO VI: <u>REDES DE DISTRIBUCION SUBTERRANEAS</u>		
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
 CAPITULO VII: <u>ALUMBRADO PUBLICO</u>		
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
 CAPITULO VIII: <u>MEDICION Y CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA</u>		
8.1	Medición	33
8.2	Corrección del factor de potencia	34
8.3.	Cargas fluctuantes	34
 CAPITULO IX: <u>PUESTAS A TIERRA</u>		
9.1	Puestas a tierra	35
 CAPITULO X: <u>TENSORES, POSTES DE HORMIGON ARMADO Y MISCELÁNEOS</u>		
10.1	Tensores	36
10.2	Postes	36

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