

CAPITULO III

PROPUESTA

GUÍAS DE DISEÑO PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI ELEPCO S.A.

INTRODUCCIÓN.

Hoy en día, la energía eléctrica es fundamental para muchos aspectos de la vida cotidiana; ninguna persona está exenta del uso de la energía eléctrica, de una forma u otra, ya sea en su domicilio, en el trabajo o en la calle existen equipos en funcionamiento.

Esto nos lleva a la conclusión, de que el servicio eléctrico debe ser continuo y muy eficiente y se deberá tomar en cuenta que este servicio debe ser prestado en las mejores condiciones, es decir, con calidad; hoy en día, existen leyes y sistemas reguladores que velan por el cumplimiento de tales reglamentos por parte de las empresas del sector eléctrico, tanto en lo referido a la continuidad del servicio como a la calidad del mismo, esto nos lleva a pensar que las instituciones de servicios eléctricos deben disponer de todas las condiciones para poder llevarlo a cabo.

La forma en que las Empresas Eléctricas distribuyen, comercializan y generan energía eléctrica es muy utilizada, gracias a la flexibilidad en la generación y transporte del servicio de energía a los usuarios, por lo que se ha convertido en el eje fundamental para el desarrollo y progreso de los pueblos mediante una correcta distribución de la misma a todos los lugares donde se la requiera.

La distribución de energía eléctrica comienza desde la subestaciones ubicadas cerca de las áreas de consumo; el servicio eléctrico es responsabilidad de la compañía suministradora que ha de construir y mantener las líneas de distribución necesarias para llegar a los clientes, las mismas que se encuentran a diferentes niveles de voltaje, siendo necesario la utilización de transformadores de reducción, con la finalidad de obtener voltajes hasta los valores utilizados por los usuarios.

Las Empresas Eléctricas requieren de una guía de diseño propia para redes eléctricas de medio y bajo voltaje, cuya aplicación en las diferentes actividades logra unificar y dar un procedimiento, el cual brindará una organización dentro de la planificación de actividades en las empresas.

Una de las actividades de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. ELEPCO S.A., es la distribución de energía eléctrica al sector residencial, comercial, pequeña y mediana industria, entre otros clientes, dentro de su área de concesión, para este propósito se presenta la guía de diseño adecuada que permite realizar planificaciones, diseños, construcciones y ejecuciones de redes de distribución de energía eléctrica a nivel de medio y bajo voltaje.

JUSTIFICACIÓN.

Los albores de la electrificación en la Provincia de Cotopaxi, fueron difíciles y gracias al constante esfuerzo de personas visionarias y con iniciativa, se fueron

realizando paulatinamente las obras que se requerían para contar con este servicio de singular importancia, así un día 11 de abril de 1909 el coronel Justiniano Viteri, Presidente del Consejo Municipal de Latacunga inaugura en forma oficial el servicio de alumbrado eléctrico de esta ciudad, conformándose lo que se llamó los **SERVICIOS ELÉCTRICOS MUNICIPALES**, entidad que desde aquella fecha fue la encargada de administrar la energía eléctrica producida por una pequeña planta hidráulica, localizada en el Barrio Miraflores, el servicio que se brindaba era exclusivamente alumbrado de domicilios y de las calles céntricas de la ciudad.

Al transcurrir los años y al incrementarse la utilización del servicio eléctrico, en 1925 se inaugura otra Central Hidroeléctrica en el río Yanayacu.

Posterior a lo cual y debido al incremento de la demanda eléctrica, se mentalizó el Proyecto Illuchi a 10 KM. Ubicado en la parte oriental de la ciudad de Latacunga, es así que en 1951 el Alcalde de Latacunga Don Rafael Cajiao Enríquez inaugura la Primera Etapa de dos grupos hidráulicos de 872 kva y un grupo de 1750 kva.

En 1955 entra en operación la segunda etapa con el funcionamiento de un tercer grupo de 1750 kva y 12 años más tarde es decir en 1967 se tiene en servicio operativo la Central Illuchi No2 con dos grupos de 2650 kva.

Con las nuevas centrales se extendió el servicio eléctrico a las zonas rurales, como son las parroquias de: Aláquez, Josegungo, Guaytacama, Mulaló, Tanicuchi, Toacaso, Pastocalle.

En 1975, el INECEL se hace cargo de la administración de la energía eléctrica en Cotopaxi y crea el **SISTEMA ELECTRICO LATACUNGA (S.E.L.)**, iniciando inmediatamente sus labores; siendo sus primeras obras la reparación de las Centrales Hidroeléctricas. Luego a partir de 1976 se inicia una remodelación integral y ampliación de las redes de distribución de las zonas rurales de la Provincia.

El 1 de febrero de 1984 se conforma la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., la misma que hasta la presente fecha realiza obras de electrificación en los diferentes sectores de la Provincia especialmente en las zonas rurales de la misma.

El presente documento está emplazado a realizar una guía práctica en la cual se detalla aspectos técnicos fundamentales para la construcción, aprobación y entrega de proyectos eléctricos, la normativa detalla está de acuerdo al área de servicio, para el campo de aplicación y el voltaje que dispone la sección.

El Departamento de la Dirección Técnica tiene como una de sus funciones revisar los estudios y diseños presentados por los contratistas y/o por terceros para realizar su aprobación, razón por lo cual la presente guía constituye una referencia básica en la cual se encuentra pautas fundamentales que orientan al diseño de cualquier sistema de distribución eléctrica en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S. A.

OBJETIVOS.

- Instituir técnicas de orden teórico – práctico que regulen en forma estándar los sistemas de distribución de energía eléctrica en medio y bajo voltaje, en las fases de diseño y construcción en el área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.
- Orientar al personal de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A., a los clientes, a los profesionales independientes y a las firmas especializadas en diseño y/o construcción de sistemas de distribución de energía eléctrica en medio y bajo voltaje, en el cumplimiento de los requisitos previos y concurrentes de la gestión administrativa y técnica de las diferentes etapas de realización de los proyectos.

IMPORTANCIA.

Las presentes guías de diseño constituyen un acumulado de informaciones primordiales y recomendaciones de orden práctico, conformadas con el propósito de ordenar y orientar la ejecución de redes de distribución eléctricas a ser realizado por el personal de la empresa o por profesionales independientes para instalaciones localizadas dentro del área de servicio de la ELEPCO S. A.

El contenido del presente volumen que constituye, el capítulo primero sobre la introducción y generalidades de la empresa, el capítulo segundo da a conocer el procedimiento para la presentación de proyectos, el capítulo tercero trata sobre las redes aéreas y estructuras de soporte donde se muestra las disposiciones y elementos que conforman las mismas y por último tenemos el capítulo cuarto que indica como están conformadas las redes subterráneas.

El contenido de las guías de diseño se encuentra orientado importantemente hacia el diseño de redes de distribución de energía eléctrica en áreas urbanas y rurales en las cuales se planeen nuevos desarrollos urbanísticos que se añadan al sistema de la empresa, para beneficiar a los usuarios con un suministro continuo y llegar hacia los lugares donde requieran de la energía eléctrica.

La importancia de las guías de diseño para redes de distribución de energía eléctrica en medio y bajo voltaje para la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S. A., va enfocado para los trabajadores de la empresa y profesionales externos y por medio de los cuales brindar un servicio de calidad a los clientes.

UBICACIÓN SECTORIAL.

El contenido de las guías de diseño se encuentra orientado preponderantemente hacia el diseño de las redes de distribución de energía eléctrica en áreas urbanas y rurales dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A., en las cuales se proyecten nuevos desarrollos urbanísticos que se incorporen al sistema de la empresa como parte del proceso de ampliación del área de suministro.

El campo de aplicación específico de las guías de diseño, se limita a aquellas instalaciones típicas que pueden asociarse con la distribución eléctrica en áreas residenciales o comercio-residenciales, con densidades de carga bajas y medias, que constituyen los casos más frecuentes y en los cuales son aplicables soluciones comunes.

La Dirección Técnica será el área responsable de cumplir y hacer cumplir las guías de diseño emitidas en el presente documento, tanto en el montaje y en el procedimiento para ejecutar proyectos de distribución, debiendo además realizar la coordinación de actividades a nivel interno y externo que se requiriesen.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El presente módulo de guías de diseño prácticas, el cual orienta el diseño y construcción de redes de distribución de energía eléctrica, además expone el tipo de materiales a utilizarse, que determina acciones para lograr disponibilidad del suministro y ayude con las pautas para la construcción de proyectos eléctricos dentro del área de concesión de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A.:

La primera parte relacionada con la introducción y generalidades, donde se detallan el alcance y aplicación de las guías de diseño; el sistema, configuración y voltaje de las

redes de distribución a las que opera la empresa eléctrica, y por último se indica las abreviaturas, definiciones y siglas de términos utilizados en el presente proyecto.

La segunda parte tiene vinculación con las guías de procedimientos para la presentación, aprobación y ejecución de proyectos eléctricos de distribución en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A., donde se manifiesta el proceso que tiene que realizar el proyectista para ejecutar un proyecto eléctrico.

La tercera parte tiene relación con redes aéreas, en la cual se muestran los tipos de clientes residenciales y parámetros de diseño para el montaje de redes exclusivamente aéreas. Se difunde las estructuras de soporte con graficas y listado de materiales y/o equipos para el mejor desarrollo de proyectos eléctricos por parte de los profesionales.

La cuarta y última parte se explica las redes subterráneas, en las que se muestran las características para la construcción de las cámaras de transformación, pozos de revisión, canalización y tendido de conductores.

En general, las presentes guías de diseño muestran consideraciones teórico-prácticas que se deben tomar, las acciones que se va a realizar y las opciones que se pueden presentar en la construcción de redes de distribución de energía eléctrica, tanto en redes aéreas y subterráneas de medio y bajo voltaje, dentro del área de concesión de la empresa.

ÍNDICE GENERAL.

Contenido	Página
Guías de diseño para redes de distribución de energía eléctrica en medio y bajo voltaje en la empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO S.A.	
Parte I.	70
Introducción.	70
- Justificación.	71
- Objetivos.	73
- Importancia.	74
- Ubicación sectorial.	75
- Descripción de la propuesta.	75
- Índice General.	77
- Índice de cuadros.	84
- Índice de gráficos.	89
- Índice de formulas.	93
- Introducción y generalidades.	94
- Alcance y objetivo de las guías de diseño.	94
- Campo de aplicación de las guías de diseño.	94
- Descripción general del sistema de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	95
- Tipo de instalación.	95
- Esquemas de conexión.	96
- Área de servicio.	96
- Voltaje de servicio.	98

- Configuración de los sistemas de distribución.	98
- Definiciones.	99
- Abreviaturas.	105
- Siglas.	107
- Anexos.	110

Parte II.

Guías de procedimientos para la presentación, aprobación y ejecución de proyectos eléctricos de distribución en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	111
- Alcance y objetivos.	111
- Campo de aplicación.	112
- Solicitud de factibilidad de servicio.	112
- Retiro de la carta de factibilidad de servicio.	112
- Solicitud para revisión y aprobación.	113
- Designación de fiscalizador.	114
- Revisión y aprobación del proyecto.	114
- Pago del 1 x 1.000 al CIEELCO.	115
- Autorización para la construcción.	116
- Solicitud de revisión de la obra.	116
- Energización del proyecto.	116
- Pruebas.	117
- Acta de entrega recepción del proyecto.	117
- Sanciones.	117
- Servicios comerciales.	118
- Presentación de planos y simbología.	122
- Anexos.	123

Parte III.

Redes aéreas.	135
---------------	-----

- Alcance y objetivos.	135
- Campo de aplicación.	135
- Aéreas de consumo.	135
- Parámetros de diseño.	136
- Categorización del cliente.	136
- Demanda de diseño.	137
- Alumbrado.	138
- Cargas puntuales.	138
- Periodos de diseño.	139
- Caídas de voltaje.	139
- Tipo de instalación y configuración de circuitos.	140
- Alumbrado en vías.	141
- Seguridad.	141
- Comodidad.	142
- Factores que influyen en la determinación del alumbrado público.	143
- Dimensionamiento.	145
- Criterios para la selección y dimensionamiento.	145
- Transformadores de distribución.	145
- Conductores y secciones normales.	146
- Configuración de circuitos secundarios.	147
- Cruces.	148
- Ubicación y capacidad de los transformadores.	149
- Cómputo de la caída de voltaje.	149
- Circuitos secundarios.	149
- Redes primarias.	152
- Red de alumbrado público.	154
- Conexiones a tierra.	154
- Seccionamiento y protecciones.	155
- Dispositivos de seccionamiento y protección de sobrecorriente.	155
- Red primaria.	155

- Reconectador automático.	155
- Seccionalizador.	156
- Seccionador tripular operando en grupo.	156
- Seccionador fusible unipolar.	156
- Seccionador fusible unipolar para operación con carga.	156
- Seccionador o desconectador unipolar.	156
- Red secundaria.	156
- Fusibles unipolares.	157
- Elemento fusible.	157
- Dispositivos de protección de sobrevoltaje.	157
- Criterios para la aplicación.	157
- Punto de alimentación de la red primaria.	158
- Área urbana.	158
- Red primaria.	159
- Área urbana.	159
- Zona rural.	159
- Coordinación de la protección.	160
- Centros de transformación.	161
- Lado primario.	161
- Lado secundario.	161
- Características de los equipos.	162
- Transformadores de distribución.	162
- Conexiones.	162
- Derivaciones.	163
- Impedancia.	163
- Accesorios.	163
- Potencia nominal.	164
- Normas.	164
- Pérdidas.	164
- Transformadores monofásicos.	165

- Transformadores trifásicos.	166
- Equipos de protección y seccionamiento.	168
- Corrientes mínimas de interrupción.	169
- Pararrayos.	169
- Normas.	170
- Estructuras de soporte.	170
- Alcance y objetivo.	170
- Campo de aplicación.	170
- Ordenamiento.	171
- Unidad 1.	
Distancias mínimas de seguridad.	171
- Unidad 2.	
Postes.	171
- Unidad 3.	
Ensamblajes de líneas de distribución monofásicas.	172
Ensamblajes de líneas de distribución trifásicas.	172
- Unidad 4.	
Ensamblajes de líneas de distribución secundarias.	172
- Unidad 5.	
Tensores.	173
- Unidad 6.	
Anclas.	173
- Unidad 7.	
Puesta a tierra.	173
- Unidad 8.	
Montaje de luminaria.	173
- Unidad 9.	
Montajes de seccionamiento.	173
- Unidad 10.	
Montaje de transformadores.	174

- Unidad 11.	
Detalles de fijación.	174
- Unidad 12.	
Montajes misceláneos.	174
- Unidad 13.	
Tendido de conductores.	174
- Unidad 14.	
Características de conductores.	175
- Lista de materiales.	175
- Límites de utilización.	177
- Conductores.	177
- Otros materiales.	178
- Aislamiento.	179
- Anexos.	180
- Estructuras de soporte.	187
Parte IV.	
Redes subterráneas.	299
- Alcance y objetivos.	299
- Campo de aplicación.	299
- Derivaciones y calibres.	299
- Derechos de utilización de las instalaciones.	301
- Cámaras de transformación.	301
- Protecciones contra fallas eléctricas.	302
- Protección en bajo voltaje.	302
- Protección en medio voltaje.	302
- Protecciones en la cámara de transformación contra factores ambientales.	303
- Protecciones de las partes vivas.	303
- Protecciones contra fuego.	304

- Especificaciones para la cámara de transformación.	305
- Paredes, techo y piso.	306
- Drenaje.	306
- Base del transformador.	306
- Ventilación.	306
- Rejillas, puerta de acceso y placa de identificación.	306
- Aspectos constructivos.	307
- Trazado.	307
- Tendido de conductores.	308
- Canalización.	309
- Pozos de revisión.	309
- Detalles constructivos de los pozos.	310
- Acometidas.	311
- Sistema de medición.	311
- Especificaciones técnicas.	312
- Transformadores.	312
- Conductores de medio voltaje.	312
- Cables para bajo voltaje.	313
- Aislantes.	314
- Terminales.	314
- Tubería.	315
- Interruptores termomagnéticos.	315
- Demanda en redes subterráneas.	316
- Sectorización del área de influencia de la red subterránea.	316
- Demanda de diseño.	317
- Periodos de diseño.	317
Evaluación del proyecto de tesis.	334
Plan de Capacitación.	335
Conclusiones.	337

Recomendaciones.	338
Referencias y Bibliografía.	339
Anexos.	344

ÍNDICE DE CUADROS.

Parte I.

A1. Subestaciones de ELEPCO S. A.	97
A2. Centrales hidroeléctricas de ELEPCO S. A.	97
A3. Voltaje de servicio.	98

Parte II.

B1. Cobro de derechos para proyectos particulares.	115
B2. Formato de solicitud de factibilidad de servicio.	123
B3. Formato de carta de factibilidad de servicio.	124
B4. Formato de solicitud de revisión y aprobación de proyecto.	125
B5. Formato de designación de fiscalizador.	126
B6. Formato de hoja de libro de obra.	127
B7. Formato de acta de recepción del proyecto.	128
B8. Simbología.	129

Parte III.

C1. Demanda máxima unitaria en condiciones actuales y proyectadas a 10 años.	137
C2. Configuración de los circuitos secundarios.	140
C3. Clasificación de vías con los factores de uniformidad constantes.	144
C4. Potencia nominal de los transformadores de distribución.	146
C5. Secciones de conductor.	146
C6. Selección preliminar de capacidades de transformadores.	148
C7. Dispositivo de seccionamiento para operación sin corriente de carga.	158
C8. Se resume los criterios del boletín protección y seccionamiento de líneas de distribución: guía de aplicación.	160
C9. Potencia de pérdidas para transformadores monofásicos de 3 a 333 kva, clase medio voltaje ≤ 25 kv _{f-f} / clase bajo	

voltaje $\leq 1,2$ kv _{f-f} referidos a 85° c.	165
C10. Potencia de pérdidas para transformadores monofásicos de 15 a 333 kva clase medio voltaje >25 kv _{f-f} y $\leq 34,5$ kv _{f-f} , clase bajo voltaje $\leq 1,2$ kv _{f-f} referidos a 85° c.	165
C11. Transformadores trifásicos 15 a 2 000 kva clase medio voltaje ≤ 25 kv clase bajo voltaje $\leq 1,2$ referidos a 85° c.	166
C12. Transformadores trifásicos 75 a 2 000 kva clase medio voltaje $\leq 34,5$ kv clase bajo voltaje $\leq 1,2$ kv referidos a 85° c.	167
C13. Rango de los conductores.	177
C14. Tensiones unitarias máximas.	178
C15. Tensiones máximas.	178
C16. Aislamiento de los alimentadores primarios.	179
C17. Aislamiento para redes secundarias.	179
C18. Demandas diversificadas proyectadas para redes aéreas y subterráneas.	180
C19. Computo de caída de tensión circuitos secundarios.	182
C20. Computo de caída de voltaje circuitos primarios.	183
C21. Conductor: aleación de aluminio 5005.	184
C22. Conductor: cobre aislado para baja tensión.	184
C23. Conductor: cobre aleación de aluminio ACSR.	184
C24. Fusibles para transformador monofásico.	185
C25. Fusibles para transformador trifásico.	185
C26. Termomagnéticos para transformador monofásico voltaje secundario 120/240 V.	186
C27. Termomagnéticos para transformador monofásico voltaje secundario 120/208 V.	186
C28. HR.- Distancia mínima de de seguridad horizontal requerida cuando el conductor esta en reposo.	190
C29. HW.- Distancia mínima de de seguridad horizontal requerida	

cuando el conductor es desplazado, hacia la edificación, por el viento.	190
C30. Distancias de conductores a otras estructuras de soporte.	191
C31. Distancia mínima de seguridad verticales de conductores sobre vías férreas, el suelo o agua.	191
C32. Distancias de seguridad de conductores de acometida a techos de edificaciones.	192
C33. Distancias de seguridad vertical desde el suelo.	193
C34. Lista de materiales de estructuras monofásicas tipo UP.	198
C35. Lista de materiales de estructuras monofásicas tipo UP2.	200
C36. Lista de materiales de estructuras monofásicas tipo UR.	202
C37. Lista de materiales de estructuras monofásicas tipo UR2.	204
C38. Lista de materiales de estructuras monofásicas tipo UA.	206
C39. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo CP.	208
C40. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo CP2.	210
C41. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo CR.	212
C42. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo CR2.	214
C43. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo VP.	216
C44. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo VP2.	218
C45. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo VR.	220
C46. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo VR2.	222
C47. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo HR.	224
C48. Lista de materiales de estructuras trifásicas tipo HR2.	226
C49. Lista de materiales de estructuras secundarias suspensión con ménsula.	228
C50. Lista de materiales de estructuras secundarias retención con ménsula terminal.	230
C51. Lista de materiales de estructuras secundarias retención con ménsula.	232
C52. Lista de materiales de estructuras secundarias para prensablado	

tipo ER.	234
C53. Lista de materiales de estructuras secundarias para prensamblado tipo ER2.	236
C54. Lista de materiales de estructuras secundarias para prensamblado tipo ER.	238
C55. Lista de materiales de estructuras secundarias para prensamblado tipo ER.	240
C56. Lista de materiales de estructuras secundarias para prensamblado tipo ES.	242
C57. Lista de materiales de tensor a tierra simple primario.	244
C58. Lista de materiales de tensor a tierra simple secundario.	246
C59. Lista de materiales de tensor a tierra simple primario – secundario.	248
C60. Lista de materiales de tensor farol simple primario.	250
C61. Lista de materiales de tensor farol simple secundario.	252
C62. Lista de materiales de tensor farol primario – secundario.	254
C63. Lista de materiales de tensor poste primario.	256
C64. Lista de materiales de tensor poste secundario.	258
C65. Lista de materiales de la puesta a tierra.	260
C66. Lista de materiales de luminaria en vías.	270
C67. Lista de materiales de luminaria ornamentales en vías.	272
C68. Lista de materiales seccionamiento fusible monofásico.	274
C69. Lista de materiales seccionamiento fusible trifásico.	276
C70. Lista de materiales seccionamiento aéreo subterráneo monofásico.	278
C71. Lista de materiales seccionamiento aéreo subterráneo trifásico.	280
C72. Lista de materiales reconector trifásico.	282
C73. Lista de materiales transformador monofásico convencional.	284
C74. Lista de materiales transformador monofásico autoprotegido.	286
C75. Lista de materiales transformador trifásico en pórtico.	288
C76. Lista de materiales montajes miscelaneos.	290
C77. Características de los conductores.	292

C78. Dimensiones del bloque tensor.	294
C79. Capacidad de anclaje de acuerdo al tipo de suelo.	296
C80. Clasificación de vías y niveles de iluminación.	298
Parte IV.	
D1. Elemento para protección y seccionamiento.	302
D2. Espacio mínimo de trabajo frente a equipos eléctricos.	303
D3. Mínimo espacio libre de partes activas para interiores.	304
D4. Elevación de las partes activas no protegidas sobre los espacios de trabajo.	304
D5. Clases de medición en función de potencia.	311
D6. Características de la tubería.	315
D7. Características eléctricas cables monopólares de cobre aislamiento xlpe para 15 kv tres fases en un mismo ducto.	318
D8. Características eléctricas cables monopólares de cobre aislamiento ttu para 2 kv.	318
D9. Características de los transformadores trifásicos, donde se muestran las dimensiones A, B, y C.	329
D10. Características de los transformadores monofásicos, donde se muestran las dimensiones a, b, c y d.	330

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Parte I.

A1. Área de concesión de ELEPCO S. A.	110
---------------------------------------	-----

Parte II.

B1. Contenido de rótulos y dimensiones para formatos A1 y A2.	134
B2. Contenido de rótulos y dimensiones para formatos A3 y A4.	134

Parte III.

C1. Franja de seguridad.	187
C2. Instalación de postes en esquinas y cruces.	188
C3. Distancias para ensamblaje urbano.	189
C4. Distancias de seguridad a edificaciones.	190
C5. Distancias de seguridad vertical de conductores sobre el nivel del suelo, carretera, vías férreas y superficies con agua.	191
C6. Distancias de seguridad de acometidas sobre los tejados.	192
C7. Distancias de seguridad de acometidas verticales desde el suelo.	193
C8. Excavación en terreno normal.	194
C9. Excavación para corrección de esfuerzo.	194
C10. Excavación en terreno suave.	194
C11. Lonzeta de hormigón armado.	194
C12. Guía de perforaciones y empotramiento para poste de hormigón de 9 metros.	195
C13. Guía de perforaciones y empotramiento para poste de hormigón de 11 metros.	196
C14. Estructura monofásica tipo UP.	197
C15. Estructura monofásica tipo UP2.	199
C16. Estructura monofásica tipo UR.	201

C17. Estructura monofásica tipo UR2.	203
C18. Estructura monofásica tipo UA.	205
C19. Estructura trifásica tipo CP.	207
C20. Estructura trifásica tipo CP2.	209
C21. Estructura trifásica tipo CR.	211
C22. Estructura trifásica tipo CR (alternativa 1).	213
C23. Estructura trifásica tipo CR2.	215
C24. Estructura trifásica tipo CR2 (alternativa 1).	217
C25. Estructura trifásica TIPO VP.	219
C26. Estructura trifásica tipo VP2.	221
C27. Estructura trifásica tipo VR.	223
C28. Estructura trifásica tipo VR2.	225
C29. Estructura trifásica tipo HR.	227
C30. Estructura trifásica tipo HR2.	229
C31. Estructuras secundarias suspensión con ménsula.	231
C32. Estructuras secundarias retención con ménsula terminal.	233
C33. Estructuras secundarias retención con ménsula doble.	235
C34. Estructura secundaria tipo ER con pinza de retención (prensablado).	237
C35. Estructura secundaria tipo ER2 con pinza de retención doble (prensablado).	239
C36. Estructura secundaria tipo ER (prensablado).	241
C37. Estructura secundaria tipo ER2 (prensablado).	243
C38. Estructura secundaria tipo E2 (prensablado).	245
C39. Tensor a tierra simple primario.	247
C40. Tensor a tierra simple secundario.	249
C41. Tensor a tierra simple primario-secundario.	251
C42. Tensor farol simple primario.	253
C43. Tensor farol simple secundario.	255
C44. Tensor farol primario-secundario.	257

C45. Tensor poste primario.	259
C46. Tensor poste secundario.	261
C47. Tensor poste – poste.	263
C48. Bloque tensor.	265
C49. Anclaje normal.	267
C50. Anclaje para tensor farol.	267
C51. Puesta a tierra en poste.	269
C52. Luminaria para vías.	270
C53. Luminaria ornamental para vías.	271
C54. Para iluminación y redes.	273
C55. Para iluminación.	273
C56. Disposiciones a lo largo de vías.	273
C57. Seccionamiento fusible monofásico.	275
C58. Seccionamiento fusible trifásico.	277
C59. Seccionamiento subterráneo monofásico.	279
C60. Seccionamiento subterráneo trifásico.	281
C61. Reconectador trifásico.	283
C62. Transformador monofásico convencional.	285
C63. Transformador monofásico autoprotegido.	287
C64. Transformador trifásico en pórtico.	289
C65. Crucetas centradas.	291
C66. Crucetas en volado.	291
C67. Cruceta doble con perno de ojo y tuerca de ojo.	291
C68. Montaje a poste con abrazadera.	293
C69. Montaje a poste con perno de ojo.	293
C70. Montaje de aislador pin en punta de poste.	295
C71. Montaje de aislador pin en cruceta simple.	295
C72. Montaje de aislador pin en cruceta doble.	295
C73. Diagonal de perfil.	295
C74. Aislador PIN MM – 1.	297

C75. Aislador tipo polímero MM – 2.	297
C76. Seccionador fusible MM – 3.	297
C77. Pararrayo autoválvula MM – 4.	297
C78. Varrilla coperweld MM – 5.	297
C79. Perno de ojo MM – 6.	297
C80. Capaceta monofásica MM – 7.	297
C81. Fijación de conductores tangente - simple soporte.	298
C82. Fijación de conductores ángulo - simple soporte o rollo.	298
C83. Fijación de conductores ángulo - doble soporte.	298
C84. Fijación de conductores terminal - aislador tipo rollo.	298
C85. Fijación de conductores amarre a aislador tipo "pin"	298
C86. Fijación de conductores amarre a aislador tipo "rollo".	298
C87. Fijación de conductores amarre con terminal preformado.	298

Parte IV.

D1. Cámara de transformación para transformador trifásico, vista en corte lateral.	319
D2. Cámara de transformación para transformador trifásico, vista en corte superior.	320
D3. Cámara de transformación para transformador trifásico, vista en corte lateral.	321
D4. Cámara de transformación para transformador monofásico, vista en corte lateral.	322
D5. Cámara de transformación para transformador monofásico, vista en corte lateral.	323
D6. Cámara de transformación para transformador monofásico, vista en corte superior.	324
D7. Puerta para cámara de transformación para transformador trifásico y monofásico.	325
D8. Detalles del cartel.	325

D9. Características constructivas para cámaras de transformación.	326
D10. Características constructivas para cámaras de transformación.	327
D11. Características constructivas para cámaras de transformación, ventilación y puesta a tierra.	328
D12. Características de los transformadores trifásicos.	329
D13. Características del transformador monofásico convencional.	330
D14. Características de los transformadores monofásicos autoprotegidos.	330
D15. Canalización tipo I.	331
D16. Canalización tipo II.	331
D17. Canalización tipo III.	332
D18. Canalización tipo IV.	332
D19. Pozos de revisión.	333
D20. Tapas para los pozos.	333

ÍNDICE DE FÓRMULAS.

Método REA.	32
Demanda máxima unitaria proyectada.	39
Factor de diversidad.	44
Demanda de diseño.	138

PARTE I

INTRODUCCION Y GENERALIDADES.

1.1 ALCANCE Y OBJETIVO DE LAS GUÍAS DE DISEÑO.

Las presentes guías de diseño son un conjunto de informaciones básicas y recomendaciones de orden práctico y técnico, con el propósito de unificar, ordenar y orientar la ejecución del diseño de las redes de distribución realizado por el personal de la Empresa o por profesionales independientes para instalaciones localizadas dentro del área de servicio de la Empresa ELEPCO S. A.

1.2 CAMPO DE APLICACIÓN DE LAS GUÍAS DE DISEÑO.

El contenido de las presentes guías de diseño está enfocado al diseño de las redes de distribución en áreas urbanas, rurales y en lugares que se proyecten nuevos desarrollos urbanísticos que se incorporen al sistema de la empresa como parte del proceso de aplicación del área de suministro.

El campo de aplicación de las guías, se limita aquellas instalaciones que pueden asociarse con la distribución de energía eléctrica en áreas residenciales o comercio residenciales, con densidades de carga bajas y medias, que constituyen los casos más frecuentes y en los cuales son aplicables soluciones comunes.

El diseño de instalaciones en áreas comerciales, industriales y de uso múltiple que pueden tener densidades de carga medias y altas, que requieren soluciones especiales, deberá ser motivo de consulta ante la empresa, la cual emitirá en cada caso las disposiciones complementarias a ser consideradas por el proyectista: sin embargo, las guías de diseño tendrán plena validez, aún para estos casos especiales.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.

A continuación se describe los elementos que componen el sistema de potencia que opera la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S. A.:

- Los centros de generación están constituidos por centrales de generación hidráulica y los centros de recepción por subestaciones de admisión de la energía proveniente del Sistema Nacional Interconectado.
- Sistema de transmisión y subtransmisión en alto voltaje, está conformado por un sistema radial que rodea el área urbana y líneas radiales que alimentan los centros de carga localizados en el resto del área de servicio.
- Subestaciones de distribución utilizadas para la transformación del voltaje de transmisión y subtransmisión al voltaje primario ubicado en los centros de carga de los cuales se desarrollan las redes de distribución.
- Líneas y redes de distribución en medio y bajo voltaje que alcanzan a los puntos de alimentación de los usuarios.

1.3.1 TIPO DE INSTALACIÓN.

Red subterránea, utilizadas en el área central comercial de Cotopaxi y en áreas urbanas localizadas que presentan condiciones especiales por densidad de carga y aspectos urbanísticos.

Red aérea, utilizadas con conductores desnudos y prensamblado, sobre estructuras de soporte en el resto de la zonas como urbana, periféricas y rural.

1.3.2 ESQUEMAS DE CONEXIÓN.

En el área central comercial de Cotopaxi, coincidente con las redes en instalación subterránea, el esquema utilizado para la red primaria es radial, con centros de transformación contruidos por transformadores de distribución, cada uno de los cuales está alimentado por líneas primarias diferentes, mientras que para la red secundaria se aplica el esquema “Network” o mallado. En las restantes áreas con redes subterráneas, la red primaria es simplemente radial y la secundaria se encuentra “banqueada” entre centros de transformación, que consiste en conectar en paralelo los circuitos de grupos de transformadores.

En las zonas del sistema con distribución en transformación aérea, las redes primarias de alto voltaje son radiales, mientras que las redes secundarias se encuentran interconectadas entre centros de transformación.

1.4 ÁREA DE SERVICIO.

El área de servicio que se muestra en el Anexo A1 (grafico A1), que la empresa suministra de energía eléctrica son los cantones: Latacunga, Salcedo, Saquisilí, Pujilí, La Maná, Pangua y Sigchos que comprenden la Provincia de Cotopaxi.

ELEPCO S. A., está servida a través de un sistema de 69kV desde la subestación Ambato hasta la subestación Salcedo también está alimentada desde la subestación Múlalo para cinco subestaciones del sistema, además posee cinco centrales de generación, dos de las cuales trabajan en un sistema aislado, y las otras tres en paralelo con el Sistema Nacional Interconectado.

CUADRO A1. SUBESTACIONES DE ELEPCO S. A.

SUBESTACIONES	CAPACIDAD (MVA)	VOLTAJE (Kv)	ALIMENTADORES PRIMARIOS
EL CALVARIO	5 3X1,72	22/13,8 6,3	Av. Sur Centro Sur Centro Norte Norte Industrial S. Oriental
SAN RAFAEL	10/12	69/13,8	Saquisilí Pujilí
MULALO	10/12	69/13,8	Ind. Lasso Tanicuchí Alaquez Aceropaxi
LASSO	10/12	69/13,8	Aglomerados Cotopaxi Lasso Centro Pastocalle Sigchos
LA COCHA	10/12	69/13,8	Oriental Rural Latacunga Norte

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A

CUADRO A2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE ELEPCO S. A.

CENTRALES HIDROELECTRICAS	CAPACIDAD (MVA)		CONECTADO AL SIN EN PARALELO	VOLTAJE GENERADO (Kv)
	Nº GRUPOS	TOTAL		
Illuchi I	2x1,74 2x0,87	3,43 1,74	X	2,4 2,4
Illuchi II	2x3,25	6,5	X	2,4
El Estado	2x0,85	1,7	X	4,16
Catazacón	2x0,4	0,8	X	0,44
Angamarca	2x0,15	0,3		0,44

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A

1.5 VOLTAJE DE SERVICIO.

Los valores nominales de voltaje en los diferentes componentes del sistema son los siguientes:

CUADRO A3. VOLTAJE DE SERVICIO.

COMPONENTES	NIVEL DE VOLTAJE EN kV
Transmisión y subtransmisión.	22 – 69
Alimentadores, líneas y redes primarias de distribución.	13.8 - 7.69

COMPONENTES	NIVEL DE VOLTAJE EN V
Circuitos secundarios trifásicos.	220 – 110
Circuitos secundarios monofásicos.	210 – 117

Elaborado por: Grupo de trabajo.
Fuente: ELEPCO S. A

1.6 CONFIGURACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Las líneas primarias a 13.8 kV entre fases, son predominantes a tres conductores y están, en general, asociadas con circuitos secundarios trifásicos; eventualmente, en áreas periféricas con cargas dispersas se derivan ramales con un conductor de fase a 7,690 kV, asociados con circuitos secundarios monofásicos o trifásicos.

Las líneas primarias a 13.8 kV, están conformados con uno, dos o tres conductores de fase y un conductor de neutro continuo sólidamente puesto a tierra a partir del punto neutro de la subestación de distribución y común con los circuitos secundarios. Los circuitos secundarios asociados con la red primaria a este voltaje, son predominantemente monofásicos a tres conductores.

1.7 DEFINICIONES.

ALIMENTADOR.

La sección de la red Primaria que se inicia en las barras de alta tensión de la Subestación de Distribución y que constituye, por su capacidad de transporte, la parte principal de la red.

Auto CAD.

Diseño asistido por computadora.

CANALIZACIÓN.

El conjunto de elementos destinados a alojar y proteger los conductores contra agentes externos.

CARGA INSTALADA.

Es la sumatoria de la potencia nominal eléctrica activa o aparente de los diferentes aparatos a ser utilizados en una instalación

CENSO DE CARGA.

Estudio técnico para proyectos eléctricos que no superen los 10KW.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AÉREO.

El centro de transformación instalado sobre una estructura de soporte en redes aéreas.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN CÁMARA O CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN.

El centro de transformación instalado en un local cubierto, diseñado y construido exclusivamente para el alojamiento de los equipos, en redes subterráneas.

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

La parte de la red Primaria que comprende el transformador de distribución y sus elementos de protección.

CIEELCO.

Colegio de ingenieros eléctricos y electrónicos de Cotopaxi.

CIRCUITO SECUNDARIO.

La sección de la red secundaria comprendida entre el centro de transformación y el extremo más alejado de la misma que recibe alimentación del transformador de distribución correspondiente, incluyendo los ramales derivados de puntos intermedios.

COMPAÑÍA ELÉCTRICA.

Compañía con personería jurídica legalmente responsable por el diseño o la colocación de un proyecto eléctrico.

CONELEC.

Consejo Nacional de Electricidad.

CONSTRUCTOR.

Compañía o ingeniero responsable de la construcción de un proyecto eléctrico.

CONSUMIDOR, USUARIO, ABONADO O CLIENTE.

Persona natural o Jurídica que ha suscrito un convenio con la Empresa, para el suministro de energía Eléctrica dentro de un establecimiento, edificio o local.

DEMANDA MÁXIMA.

Es el máximo requerimiento de potencia que por el lapso de quince minutos tendrá las instalaciones diseñadas durante su vida útil.

DERIVACIÓN O ACOMETIDA.

La instalación que conecta un punto de la red de distribución a la carga del consumidor.

DIRECCIÓN TÉCNICA.

Jefatura de operación y Mantenimiento, Jefatura de Ingeniería y Construcción, Jefatura de Estudios y Diseños y Jefatura de Subestaciones y Centrales Eléctricas.

EDIFICADOR.

Persona natural o jurídica, legalmente responsable de la construcción de la obra civil de un edificio o planta industrial.

EDIFICIO.

Construcción civil de uno o varios pisos.

ELEPCO S.A.

Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

FERUM.

Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal.

IEC

Comisión Electrotécnica Internacional.

INECEL

Instituto Ecuatoriano de Electrificación.

INGENIERO RESPONSABLE.

Ingeniero eléctrico o electrónico afiliado a un colegio profesional, responsable del proyecto.

INSPECCIÓN.

Verificación básica para calificar y cuantificar la calidad de trabajo el avance o construcción de un proyecto.

LUMINARIAS.

El artefacto completo, constituido por la fuente luminosa (lámpara), receptáculo, reflectores, refractores, y accesorios incorporados, se utiliza para el alumbrado público.

MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA.

Información resumida en la que se describe las características generales y especificaciones técnicas bajo las cuales se diseña un proyecto eléctrico.

MUNICIPIO.

Es el municipio cantonal en cuya jurisdicción territorial se construye una urbanización, lotización o conjunto residencial.

PLANIFICACIÓN.

Departamento de planificación de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

PRESIDENCIA EJECUTIVA.

Presidencia Ejecutiva de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

PROYECTISTA.

Ingeniero colegiado responsable del diseño de un proyecto eléctrico.

PROYECTO ELÉCTRICO.

Memoria técnica descriptiva, planos, especificaciones técnicas y documentos adicionales que en su conjunto caracterizan un diseño.

PUESTA A TIERRA.

El conjunto de elementos destinados a proveer una conexión permanente, entre un punto de la red o entre los terminales de un equipo o tierra.

PUESTA EN SERVICIO DEFINITIVA.

Recepción de una obra eléctrica que se efectúa luego de haber transcurrido treinta días de funcionamiento y verificación de la misma.

PUESTA EN SERVICIO PROVISIONAL.

Acción de verificar o conectar una obra eléctrica por el lapso de treinta días.

PUNTO DE SECCIONAMIENTO.

Un punto de red primaria o secundaria en el cual se instala un elemento de corte que permite aislar eléctricamente dos secciones de la misma, mediante su accionamiento automático o manual.

RED DE ALUMBRADO PÚBLICO.

La parte de la red de Distribución que opera a la tensión secundaria del sistema y desde la cual se alimentan y controlan las luminarias para el alumbrado de vías y espacios de uso público.

RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA.

La red de Distribución en la cual los elementos de la instalación se disponen sobre estructuras de soporte constituidas sobre el terreno.

RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA.

La red de distribución en la cual los elementos de la instalación se disponen en canalizaciones bajo el nivel del terreno y en cámaras.

RED DE DISTRIBUCIÓN.

El conjunto de los elementos componentes del Sistema de distribución: Conductores, aisladores, estructuras de soporte, canalizaciones y equipos.

RED ELÉCTRICA.

Conjunto de estructuras herrajes, ductos, tableros conductores transformadores luminarias etc., necesarios para entregar el servicio eléctrico a una urbanización o edificio.

RED PRIMARIA.

La parte de la Red de Distribución que opera a la tensión primaria del sistema.

RED SECUNDARIA.

La parte de la Red de Distribución que opera a la tensión secundaria del sistema o tensión de utilización.

REPRESENTANTE TÉCNICO.

Ingeniero eléctrico colegiado facultado por una persona natural o jurídica para atender aspectos técnicos de acuerdo al artículo 24 de la ley de ejercicio profesional.

SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

La parte del sistema de potencia, comprendida entre las barras de alta tensión de las subestaciones de distribución y los puntos de suministro de energía a los consumidores; en cuanto a los parámetros básicos y a la disposición de los elementos que determinan su configuración general para propósitos de operación en condiciones normales y emergentes.

SOLICITANTE.

Persona natural o jurídica responsable de una solicitud ante la empresa.

SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN.

Dentro del Sistema de Potencia, es la instalación que incluye la recepción de las líneas de transmisión, el transformador de reducción a alta tensión, la salida de las líneas primarias y los equipos asociados de protección, control y seccionamiento.

URBANIZACIÓN.

Ciudadela, conjunto habitacional o lotización cuya obra eléctrica se proyecta, construye o recibe.

URBANIZADOR.

Persona natural o jurídica, legalmente responsable de dotar de los servicios de infraestructura básica tales como redes eléctricas equipos y dispositivos asociados a una ciudadela, lotización o urbanización.

1.8 ABREVIATURAS.

Alta tensión.....	AT
Alumbrado público.....	AP
Baja tensión.....	BT
Capacidad del transformador en KVA.....	KVA (t)
Carga Instalada.....	CI
Carga instalada por consumidor representativo.....	CIR
Centro de transformación.....	CT

Coeficiente de utilización del suelo.....	CUS
Demanda de diseño.....	DD
Demanda correspondiente a un tramo en KVA.....	KVA(d)
Demanda máxima de cargas especiales...	DMe
Demanda máxima unitaria.....	DMU
Demanda máxima unitaria proyectada..	DMUp
Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.	ELEPCO
Factor de diversidad.....	FD
Factor de demanda.....	FDM
Factor de frecuencia de uso.....	FFU
Factor de frecuencia de uso de la carga individual.....	FFUn
Factor de mantenimiento.....	Fm
Factor de potencia.....	FP
Factor de simultaneidad.....	FS
Factor de simultaneidad para la carga indivi-dual.....	FSn

Factor de uniformidad.....	FU
Número de abonados usuarios.....	N
Nivel de iluminación mínimo.....	NImin
Nivel de iluminación medio.....	NImed
Potencia o carga nominal de los artefactos Individuales..	Pn
Sobre el nivel del mar.....	snm
Tasa de incremento acumulativa media anual de la demanda..	Ti

1.9 SIGLAS.

AAAC:

Conductor de Aleación de Aluminio.

ACSR:

Cables de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero.

AEIC-C5-5:

Especificaciones de polietileno reticulado con aislamiento blindado, cables de alimentación nominal de 5 a 46 Kv.

ASTM:

American Section of the International Association for Testing Materials (Organismo de Normalización de los Estados Unidos).

AWG o MCM:

Número de Galga.

CFE-E0000-16:

Cables de potencia monopolares de 5 a 35 Kv. Con aislamiento de EPR o XLPE.

EMT:

Tubería metálica galvanizada.

EPR:

Etileno Propileno.

ICEA-S-66-524:

Conductores eléctricos con aislamiento de polietileno de cadena cruzada.

NEC:

Reglamento Oficial estadounidense para instalaciones eléctricas.

NEMA:

Asociación Internacional de Fabricantes Eléctricos.

NFPA 251-1972:

Métodos estándar de pruebas de resistencia a incendios de edificación y materiales.

NH1:

Activadores de goma químicos (tipo de fusibles).

NMX-J-142-ANCE:

Cables de energía con pantalla metálica aislados con XLP o EPR para tensiones de 5 a 115 Kv.

PVC:

Tubo de procloruro de vinilo.

REA:

Administración de Electrificación Rural.

TTU:

Cable de Aluminio Aislado.

VDE:

Normas alemanas que se dedican a los equipos eléctricos (antenas fijas).

XLP o XLPE:

Conductor de polirtileno de cadena cruzada.